

ISSN – 1512 – 2344

საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის

ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მუშრნეობის ინსტიტუტი



სამეცნიერო შრომათა კრებული №69

ექვანება წყალთა მუშრნეობის ინსტიტუტის 85 წლის იუბილეს



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

COLLECTED PAPERS №69

DEDICATED TO THE 85 ANNIVERSARY OF THE WATER MANAGEMENT INSTITUTE



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ГРУЗИИ
ИНСТИТУТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ИМ. Ц. МИРЦХУЛАВА
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ №69

ПОСВЯЩАЕТСЯ 85-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ ИНСТИТУТА ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА



თბილისი – Tbilisi – Тбилиси
2014

საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის



საქართველოს წყლის მენეჯმენტის ინსტიტუტი
GEORGIAN WATER MANAGEMENT INSTITUTE
1929

ც. მირცხულავას სახელობის
წყალთა მენეჯმენტის ინსტიტუტი



სამეცნიერო შრომათა კრებული №69

ეძღვნება წყალთა მენეჯმენტის ინსტიტუტის 85 წლის იუბილეს



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

COLLECTED PAPERS №69

DEDICATED TO THE 85 ANNIVERSARY OF THE WATER MANAGEMENT INSTITUTE



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ГРУЗИИ
ИНСТИТУТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
ИМ. Ц. МИРЦХУЛАВА
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ №69

ПОСВЯЩАЕТСЯ 85-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ ИНСТИТУТА ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА



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

სარედაქციო კოლეგია:

ბილალ აიუბი (აშშ), არონე არმანი (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 ლოისკანდი (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 ტოკმადჯიანი (სომხეთი), მიხეილ კუზნეცოვი (რუსეთი), გოგა ჩახაია, სერგეი ჩერნომორეცი (რუსეთი), მიხაილ ჯაბოედოფი (შვეიცარია), რინალდო ჯენგევისი (იტალია), ლასლო ჰაიდუ (ნიდერლანდები), დუგლას ჰამილტონი (კანადა).

კომპიუტერული უზრუნველყოფა: თეიმურაზ ქოჩლადე

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), Дудаи 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. (Тайван), Лоискандл В. (Австрия), Магомедова А. В. (Россия), Маматканов Д. М. (Кыргызская Республика), Мейджер Дж. (США), Могамади 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), 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., Hovsepyan M.Sh. (Armenia), Rajczyk J.E. (Poland), Seyhan K. (Turkey), Suwa H. (Japan), Sobota E. (Poland), Tokmajyan H.V. (Armenia), Kuznetsov M.C. (Russia), Chakhaya G.G., Chernomorets 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://wmi.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://wmi.ge

I. Chavchavadze av. 60,
0162 Tbilisi, Georgia
Water Management Institute
Tel.: (99532) 2-22-72-00, 2-22-40-94
Fax: (99532) 2-22-73-00
E-mail: gwmi1929@gmail.com
Website: http://wmi.ge

© საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, 2014

**წყალთა მეურნეობისა და გარემოს დაცვის ფლაგმანი
– წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი – 85**

წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი ნახევარ საუკუნეზე მეტი ხნის განმავლობაში სამხრეთ კავკასიაში წარმოადგენდა ამ პროფილის ერთადერთ დაწესებულებას, რომლის დანიშნულება იყო წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების, ეროზიულ-ღვარცოფული მოვლენების, ბუნებრივი კატასტროფების და სხვა მსგავს პრობლემებთან დაკავშირებული საკითხების, ზღვისა და მდინარეების სანაპირო ზოლების, მელიორაციის (ჭარბტენიანი ტერიტორიების დაშრობა, მორწყვა არიდულ ზონებში), წყალსაცავების დაპროექტების, მშენებლობისა და ექსპლუატაციის პერიოდში ჰიდროტექნიკური ნაგებობებისა და მათი საიმედოობის კვლევები. მოგვიანებით ინსტიტუტის ბაზაზე აზერბაიჯანსა და სომხეთში შეიქმნა ანალოგიური დანიშნულების სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტები, რომლებიც ამჟამადც ფუნქციონირებენ და რეგულარულად თანამშრომლობენ წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტთან.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, რომელიც ფაქტობრივად ჩამოყალიბდა 1925 წელს, ხოლო მთავრობის დადგენილებით გაფორმდა 1929 წლის 27 სექტემბერს, ყოფილი ამიერკავკასიის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის, საქართველოს ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის (1992 წლამდე), შემდეგ საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის წყალთა მეურნეობისა და საინჟინრო ეკოლოგიის ინსტიტუტის (2005 წლამდე) და ბოლოს, სსიპ წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის (2010 წლამდე) სამართალმემკვიდრეა.

საქართველოს მთავრობის 2010 წლის 27 ივლისის №210 დადგენილებით განხორციელდა სსიპ წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის რეორგანიზაცია და იგი შეუერთდა საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს,

როგორც დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი ერთეული. 2011 წლიდან ის ფუნქციონირებს, როგორც საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი.

ინსტიტუტს დაარსებიდან 1947 წლამდე ხელმძღვანელობდნენ: **კ. მიხაილოვი, ე. გაბიევი, ნ. სოკოლოვსკი, დ. გალილოვი, შ. ბიტლაზარი, გ. ლარინი და პ. სოლოდი.**

1947–1968 წლებში ინსტიტუტს სათავეში ედგა პროფესორი **მიხეილ გაგოშიძე**, რომელმაც დიდი ღვაწლი დასდო მის განვითარებას.

1968–2005 წლებში კი ინსტიტუტს ხელმძღვანელობდა მსოფლიოში ცნობილი მეცნიერი და ორგანიზატორი, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი, რუსეთის სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, საქართველოს სახელმწიფო პრემიის ლაურეატი მეცნიერებისა და ტექნიკის დარგში, ა. კოსტიაკოვის ოქროს მედლის ერთ-ერთი პირველი მფლობელი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი **ცოტნე მირცხულავა**. უნდა აღინიშნოს, რომ უმნიშვნელოვანესია მისი წვლილი ინსტიტუტის მიღწევებსა და საერთაშორისო ავტორიტეტის შექმნაში. 2006 წელს იგი აღიარეს საქართველოს წლის საუკეთესო მეცნიერად ტექნიკის დარგში.

2005 წლიდან ინსტიტუტს სათავეში უდგას საინჟინრო აკადემიის ნამდვილი წევრი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი **გივი გაგარდაშვილი**, რომლის ხელმძღვანელობით აქტიურად გრძელდება აკადემიკოს ცოტნე მირცხულავას დაწესებული საქმე. როდესაც 2006–2010 წლებში ქვეყანაში მიმდინარეობდა უძრავი ქონების მასობრივი და სწრაფი პრივატიზაცია, ინსტიტუტის ადმინისტრაციის აქტიური მუშაობითა და საქართველოს პარლამენტის თავმჯდომარის მოადგილის, საქართველოს

მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის პირველი ვიცე-პრეზიდენტის, აკადემიკოს ფრიდონ თოდუას მამულიშვილური დახმარებით 2008-2010 წლებში მოხერხდა მსოფლიოში ცნობილი ჰიდროტექნიკური ლაბორატორიის შენარჩუნება, რომელშიც წარმატებით მიმდინარეობს ჩვენი ქვეყნისთვის საჭირო წყალთა მეურნეობის, მელიორაციული და გარემოს დაცვის ღონისძიებების ჰიდრაულიკური მსხვილმასშტაბიანი ლაბორატორიული მოდელირება, ასევე სასწავლო-სამეცნიერო პროგრამების განხორციელება სასოფლო-სამეურნეო მელიორაციაში.

სამეცნიერო-კვლევითი და სასწავლო პროგრამების განხორციელება ასევე აქტიურად მიმდინარეობს ინსტიტუტის საცდელ-სამელიორაციო კვლევით ბაზებზე, რომლებიც განთავსებულია საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში, კერძოდ, ქ. ფოთში (შავი ზღვისა და კოლხეთის დაბლობის პრობლემების კვლევა); გორის რაიონის სოფ. კარაღეთში (მორწყვის რეჟიმებისა და რწყვის თანამედროვე მეთოდების კვლევა); დუშეთის რაიონის სოფ. არახვეთში (ბუნების სტიქიური მოვლენების კვლევა და პროგნოზირება), გარდაბნის რაიონის სოფ. გამარჯვებაში (სპეციფიკური ნიადაგების,

მათ შორის თაბაშირშემცველის მელიორაცია და სასოფლო-სამეურნეო ათვისება), სიღნაღის რაიონის სოფ. ხორნაბუჯში (საქართველოს დამლაშებული და ბიცობი ნიადაგების მელიორაცია, მორწყვის რეჟიმების დაზუსტება საქართველოს არიდულ ზონებში).

ინსტიტუტში ამჟამად ფუნქციონირებს თანამედროვე კომპიუტერული ტექნიკით აღჭურვილი ხუთი განყოფილება:

- ბუნებრივი კატასტროფების (ხელმძღვანელი – გეოგრაფიის აკადემიური დოქტორი, ასოცირებული პროფ. რ. დიაკონიძე);
- ზღვებისა და წყალსატევების (ხელმძღვანელი – ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი ი. იორდანიშვილი);
- მელიორაციის (ხელმძღვანელი – ტექნიკის აკადემიური დოქტორი ვ. შურღაია);
- გარემოს დაცვისა და საინჟინრო ეკოლოგიის (ხელმძღვანელი – ტექნიკის აკადემიური დოქტორი, ასოცირებული პროფ. გ. ჩახაია);
- მელიორაციული სისტემების დაპროექტებისა და ექსპერტიზის (ხელმძღვანელი – ტექნიკის აკადემიური დოქტორი, ასოცირებული პროფ. შ. კუპრეიშვილი).



ფოტო 1. აკადემიკოს ფ. თოდუასთან სამუშაო შეხვედრისას (2009 წლის ივნისი)
Photo 1. At the meeting with Academician F. Todua (June, 2009)
Фото 1. На рабочей встрече с академиком П. Тодуа (июль, 2009 г.)

ინსტიტუტში მუშაობს 64 თანამშრომელი, აქედან 54% მეცნიერ-თანამშრომელია, მათ შორის: 1 – საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტი, აკადემიკოს-მდივანი და ამავე აკადემიის სოფლის მეურნეობის განყოფილების გამგე **ო. ნათიშვილი**, 4 – საინჟინრო აკადემიის და 4 – ეკოლოგიის აკადემიის აკადემიკოსი, 9 – მეცნიერებათა დოქტორი, 16 – აკადემიური დოქტორი, 3 – დოქტორანტი და 3 – მაგისტრი. ინსტიტუტში სამეცნიერო-კვლევით მუშაობას ხელმძღვანელობს სამეცნიერო საბჭო 7 წევრის შემადგენლობით. ინსტიტუტში მომუშავე ადმინისტრაციისა და მეცნიერი თანამშრომლების საშუალო ასაკი არ აღემატება 55 წელს.

ინსტიტუტში ამჟამად მუშავდება 17 საბიუჯეტო თემა, რომლებიც აქტუალურია ქვეყანაში მიმდინარე გახშირებული ბუნებრივი კატასტროფებისა და გარემოს დაცვის ღონისძიებების მეცნიერულად დამუშავების თვალსაზრისით.

ინსტიტუტის დირექციის ხელმძღვანელობითა და სახელმწიფოს მხარდაჭერით 2009 წლის სექტემბერში UNESCO-ს ეგიდით ჩატარდა საერთაშორისო სიმპოზიუმი „წყალდიდობები და მასთან ბრძოლის თანამედროვე პრობლემები“, რომელიც მიქმდვნი საქართველოს წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დაარსებიდან 80 წლის იუბილეს. სიმპოზიუმის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღეს მსოფლიოს 22 ქვეყნის მეცნიერმა სპეციალისტებმა, ხოლო სიმპოზიუმის მეცნიერულ დონეს მაღალი შეფასება მისცა UNESCO-მ, რაც გამოიხატა სიმპოზიუმზე მიღებული რეზოლუციით, რომელიც აღიარებულ იქნა სახელმძღვანელო დოკუმენტად გაეროს წევრი ქვეყნებისათვის.

ინსტიტუტის თანამშრომლების თავდაუზოგავი შრომის შედეგია, რომ 2005 წელს ინსტიტუტის კოლექტივის მრავალი სამეცნიერო პროექტის, კვლევისა და მსოფლიოში ცნობილი ერთ-ერთი საუკეთესო, ჰიდროტექნიკური ლაბორატორიის ფუნქციონირებისათვის საქართველოს წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი დაჯილდოვდა

შვეიცარიის დიპლომით "Century International Quality Era Award"; 2009 წელს – ამერიკის ბიოგრაფიის ინსტიტუტის (ABI) ოქროს მედლით; 2008 და 2009 წლებში – საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის დიპლომებით, როგორც ქვეყნის საუკეთესო სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულება სოფლის მეურნეობის დარგში.

2006 წლიდან ინსტიტუტის დირექციამ სსიპ-ად დაფუნდების შემდეგ საერთაშორისო თანამშრომლობის მემორანდუმები გააფორმა მსოფლიოში აღიარებულ ისეთ სამეცნიერო-სასწავლო კვლევით ცენტრებსა და უნივერსიტეტებთან, როგორცაა: ჰესენის უნივერსიტეტი (გერმანია, 2006 წ.); მოსკოვის ლომონოსოვის სახელობის უნივერსიტეტი (რუსეთი, 2006 წ.); ცენტრალური ჩინეთის ნორმალის უნივერსიტეტი (ჩინეთი, 2007 წ.); ერევნის არქიტექტურისა და მშენებლობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი (სომხეთი, 2008 წ.); აზერბაიჯანის ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი (აზერბაიჯანი, 2008 წ.); სომხეთის წყლის პრობლემებისა და ჰიდროტექნიკური ნაგებობების სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი (სომხეთი, 2008 წ.); ყირგიზეთის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის წყლის პრობლემებისა და ჰიდროტექნიკური ნაგებობების სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი (ყირგიზეთი, 2008 წ.); მერილენდის უნივერსიტეტი (აშშ, 2009 წ.); ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტი (აზერბაიჯანი, 2009 წ.); უკრაინის ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი (უკრაინა, 2009); აზერბაიჯანის წყლის პრობლემების სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი (აზერბაიჯანი, 2009 წ.); ხარკოვის სამრეწველო ნარჩენების მართვის სამეცნიერო-ცენტრი (უკრაინა, 2009 წ.); ბოკუს უნივერსიტეტის ჰიდრაულიკისა და წყლის მენეჯმენტის ინსტიტუტი (ავსტრია, 2010 წ.); ეროცლავის გარემოს დაცვისა და სიცოცხლის შემსწავლელი მეცნიერებების უნივერსიტეტი (პოლონეთი, 2010 წ.); ვარშავის აგრარული უნივერსიტეტი (პოლონეთი, 2012 წ.) მეშხერსკის სამეცნიერო-კვლევითი

ცენტრი (რუსეთი, 2013 წ.); მდინარე იანდის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი (ჩინეთი, 2014); ბელორუსიის სახელმწიფო სასოფლო-სამეურნეო აკადემია (მინსკი, 2014); ოსტრავას ტექნოლოგიური უნივერსიტეტი (ჩეხეთი, 2014 წ.); ბელორუსიის მელიორაციის ინსტიტუტი (მინსკი, 2014); ბელორუსიის სახელმწიფო აგრარულ-ტექნიკური უნივერსიტეტი (გორკი, 2014).

2006–2013 წლებში შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდიდან ინსტიტუტმა მიიღო დაფინანსება 17 საგრანტო პროექტზე, ამავე წლებში დაფინანსდა 6 გრანტი პრეზიდენტის სახელობის ახალგაზრდა მეცნიერთათვის, ხოლო 5 – საკონფერენციო-სამოგზაურო გრანტის ეგიდით. შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდიდან ინსტიტუტში ამჟამად მუშავდება 3 საგრანტო პროექტი.

2007-2011 წლებში ინსტიტუტში დამუშავდა საერთაშორისო მნიშვნელობის 3 საგრანტო პროექტი, აქედან 1 დაფინანსდა აშშ-ის მეცნიერებათა ეროვნულმა აკადემიამ, მეორე – ევროკავშირიდან (FP-7), ხოლო მესამე – შვეიცარიის თანამშრომლობისა და განვითარების სააგენტოდან (SDC);

2011–2013 წლებში საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტიდან დაფინანსდა (ე.წ. შიდა გრანტები) 7 პროექტი. 2009-2012 წ.წ. ინსტიტუტში დამუშავდა სახელმწიფო სტრატეგიული მნიშვნელობის 9 პროექტი, ხოლო 2008-2014 წლებში ინსტიტუტში ექსპერტიზა ჩაუტარდა გარემოზე ზემოქმედების შეფასების 15 პროექტს. 2006-2013 წლებში ინსტიტუტის თანამშრომლებმა გამოგონებაზე მიიღეს საქართველოს პატენტის 6 მოწმობა (ინსტიტუტს თავისი არსებობის 85 წლის განმავლობაში მიღებული აქვს 120-ზე მეტი საავტორო მოწმობა გამოგონებებზე, რომელთა 35%-ზე მეტი დანერგილია პრაქტიკაში).

2009-2013 წლებში ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომლებმა საქართველოს სამეცნიერო ჟურნალებში გამოაქვეყნეს 200-მდე სამეცნიერო სტატია, 31 საზღვარგარეთ, 10 მონოგრაფია (მათ შორის 1 საზღვარგარეთ),

12 სახელმძღვანელო, 4 მოდული, 16 საუნივერსიტეტო სასწავლო პროგრამა; ინსტიტუტის მეცნიერმა თანამშრომლებმა 95 მოხსენება წაიკითხეს და, შესაბამისად, ამდენივე სამეცნიერო სტატია გამოაქვეყნეს 66 საერთაშორისო და 29 საქართველოში ჩატარებულ სამეცნიერო კონფერენციებისა და სიმპოზიუმების კრებულებში. ინსტიტუტის 2 ახალგაზრდა მეცნიერი კვალიფიკაციის ამაღლების მიზნით სტაჟირებით იმყოფებოდა პოლონეთში, ვროცლავის უნივერსიტეტში, ხოლო ამჟამად ინსტიტუტის 5 მეცნიერ-თანამშრომელი აქტიურადაა ჩართული ნიდერლანდების საელჩოს მიერ დაფინანსებულ პროგრამაში (NFP), რომლის თანახმადაც ქ. დელფტში იუნესკოს წყლის განათლების ინსტიტუტში (Institute for Water Education) სტაჟირება გაიარა 2014 წლის ოქტომბერში. რაც შეეხება ახალგაზრდა დოქტორანტების მომზადებას, ინსტიტუტის ორმა თანამშრომელმა (თ. სუპატაშვილი და მ. გუგუჩია, სამეცნიერო ხელმძღვანელი პროფ. გ. გავარდაშვილი) გაიმარჯვა 2013 წლის შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ გამოცხადებულ დოქტორანტურის საგანმანათლებლო პროგრამების საგრანტო კონკურსში და თითოეულმა მათგანმა სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების განხორციელებისათვის მიიღო 21 000 ლარის დაფინანსება. ორივე დოქტორანტმა მიღებული გრანტის ფარგლებში 2014 წლის ნოემბერში მოხსენებები წაიკითხეს ქ. მადრიდში (ესპანეთი) ჩატარებულ საერთაშორისო კონფერენციაზე, ხოლო ინსტიტუტის მელიორაციული სისტემების დაპროექტებისა და ექსპერტიზის განყოფილების ხელმძღვანელმა, ტექნიკის აკადემიურმა დოქტორმა შ. კუპრეიშვილმა მიიღო შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის სამოგზაურო გრანტის დაფინანსება და ამავე თვეში მოხსენებით გამოვიდა ქ. პარიზში (საფრანგეთი) გარემოს დაცვის საერთაშორისო კონფერენციაზე. ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომელმა, აკადემიურმა დოქტორმა მ. შავლაყაძემ 2014 წელს სამთვიანი სტაჟირება გაიარა ქ. ვროცლავში გარემოს

დაცვისა და სიცოცხლის შემსწავლელი მეცნიერების უნივერსიტეტში, რაც მიუთითებს ინსტიტუტში ახალგაზრდა კადრების მომზადების პრიორიტეტულობაზე.

2013 წლის 20 მარტს ინსტიტუტში სტუმრად იმყოფებოდნენ საქართველოს რეგიონული განვითარებისა და ინფრასტრუქტურის მინისტრი დ. ნარმანია (ამჟამად ქ. თბილისის მერი), ადმინისტრაციის ხელმძღვანელი შ. მურღულია (ამჟამად ქ. ქუთაისის მერი), საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორი, აკადემიკოსი ა. ფრანგიშვილი, პრორექტორი, პროფესორი ლ. კლიშიაშვილი, სტუის პერსპექტიული განვითარების სამსახურის უფროსი, პროფესორი თ. ბაციკაძე და სხვ. საუბარი შეეხო ქვეყანაში საიმედო ინფრასტრუქტურული პროექტების განხორციელების მიზნით ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკურ ლაბორატორიაში კონსტრუქციების მსხვილმასშტაბიან მოდელირებას. სამეცნიერო-სასწავლო კვლევების ხარისხიანად ჩასატარებლად კი დღის წესრიგში დადგა ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკური ლაბორატორიის თანამედროვე დონეზე მოდერნიზაცია, რომელიც საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორის, აკადემიკოს ა. ფრანგიშვილის ერთ-ერთ პრიორიტეტს წარმოადგენს.

2008 წლის ცნობილი მოვლენების დროს საქართველოს მთავრობის 29 აგვისტოს №252 ბრძანებით ინსტიტუტი აქტიურად მონაწილეობდა საქართველოში საომარი მოქმედებების შედეგად გარემოსათვის მიყენებული ზარალის შემფასებელი კომისიის მუშაობაში; წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტმა, მხოლოდ ერთადერთმა ორგანიზაციამ, განახორციელა რუსეთის აგრესიის შედეგად გარემოზე (ბორჯომისა და გორის რეგიონებში) მიყენებული ზარალის ეკოლოგიურ-ეკონომიკური გაანგარიშება, რაც შემდგომ ქვეყნის მთავრობის მიერ გამოყენებულ იქნა გადამწვარი ტყეების აღდგენის მიზნით ინვესტიციების მოსაზიდად.

ინსტიტუტში დაარსებიდან დღემდე ტრადიციულად ტარდებოდა საერთაშორისო თუ საკავშირო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციები, სემინარები და სამუშაო შეხვედრები, ხოლო UNESCO-ს ეგიდით ინსტიტუტში საერთაშორისო კონფერენცია ჩატარდა სამჯერ: 1969 წელს – „წყალდიდობის საწინააღმდეგო ღონისძიებები“; 1995 წელს – „ადამიანი და ზღვა“ და 2009 წელს – „წყალდიდობები და მასთან ბრძოლის თანამედროვე მეთოდები“, რომელიც მიუძღვნა ინსტიტუტის დაარსებიდან 80 წლის იუბილეს.



ფოტო 2. სტუმრად ჰიდროტექნიკურ ლაბორატორიაში (22.03.2013).
მარჯვნიდან: აკად. ა. ფრანგიშვილი, შ. მურღულია, დ. ნარმანია და პროფ. გ. გავარდაშვილი
Photo 2. Visit to the Hydrotechnical laboratory (22.03.2013). On the right: Academician
A. Prangishvili, Sh. Murghulia, D. Narmania and Professor G. Gavardashvili
Фото 2. В гостях в гидротехнической лаборатории.
Справа: академик А. Прангишвили, Ш. Мургулия, Д. Нармания и проф. Г. Гавардашвили

2014 წლის 3 სექტემბერს საქართველო-ში ამერიკის საელჩოში შედგა ინსტიტუტის დირექტორისა და აშშ-ის ელჩის (ბატონ რიჩარდ ნორნალდის) ოფიციალური შეხვედრა, სადაც საუბარი იყო ინსტიტუტსა და USAID-ს შორის თანამშრომლობის გააქტიურებაზე წყლის რესურსების მენეჯმენტის, მელიორაციისა და ბუნებრივი კატასტროფების რეგულირების მიმართულებით.

2014 წლის 25–30 სექტემბერს ჩატარდა მე-4 საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია თემაზე – „წყალთა მუშრნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“, რომელიც მიეძღვნა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მუშრნეობის ინსტიტუტის დაარსებიდან 85 წლის იუბილეს. კონფერენციაში მონაწილეობდა მსოფლიოს 13 ქვეყნის (აზერბაიჯანი, აშშ, ბელარუსია, ბულგარეთი, ისრაელი, ლიტვა, პოლონეთი, რუსეთი, საქართველო, სომხეთი, ჩეხეთი, ჩინეთი, ჰოლანდია) მეცნიერი სპეციალისტები.

1934 წლიდან ინსტიტუტში ტრადიციულად გამოდის რეცენზირებული სამეცნიერო

რო შრომათა კრებული (ანოტაციებით ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე, საერთაშორისო სერიული ნომრით ISSN-1512-2344), რომელიც 2005 წლიდან იბეჭდება ყოველ წელს და ვრცელდება მსოფლიოს 20-ზე მეტ ქვეყანაში. მორიგი 69-ე კრებული ასევე მიეძღვნა ინსტიტუტის დაარსების 85 წლისთავს.

ამ საიუბილეო თარიღს ინსტიტუტი წარმატებებთან ერთად დიდი გულისტკივილით შეხვდა იმის გამო, რომ მრავალრიცხოვან თანამშრომელთა შორის აღარ არიან დეაწლმოსილი დამსახურებული მეცნიერები: აკადემიკოსი ცოტნე მირცხულავა, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. ნინა ვარაზაშვილი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი ვახტანგ თევზაძე, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორები: პროფესორები ოთარ ნანიტაშვილი და ალექსანდრე გელუტაშვილი, გიგლა გობეჩია, ასევე ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატები: ნოდარ მოდებაძე, მაკა ცანავა, გურამ ჩიტიშვილი, გამარლი დოსნაძე, მერაბ ჯიქია, მეცნიერ-თანამშრომლები: დავით ლორთქიფანიძე, იაგორ მახარაძე და სხვ.



ფოტო 3. აშშ-ის ელჩის რ. ნორნალდისა (მარცხნივ) პროფ. გ. გავარდაშვილის ოფიციალური შეხვედრა ამერიკის საელჩოში (3.09.2014 წ.)

Photo 3. At the official reception in the Ambassador's Residence.

From the left: USA Ambassador to Georgia, Mr. Richard B. Nornald and Prof. Givi Gavardashvili. (3.09.2014)

Фото 3. На официальной встрече в посольстве США (03.09.2014).

Слева: посол США в Грузии Р. Норланд и проф. Г. Гавардашвили

საგაზეთო თუ ინტერნეტ-გამოცემებში ხშირად საუბარია, ნახავთ ინფორმაციას წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტზე, როგორც ქვეყნის ერთ-ერთ სტრატეგიული მიმართულების ინსტიტუტზე, რომელსაც მრავალი საერთაშორისო, საკავშირო თუ ეროვნული მნიშვნელობის პროექტი აქვს დამუშავებული, ასევე ავტორია ბევრი სახელმწიფო სტანდარტისა და პროგრამისა, მონაწილეობა აქვს მიღებული პარლამენტის კომიტეტებში შესაბამისი პროფილის საკანონმდებლო აქტების მომზადებაში.

2014 წლის 8 აგვისტოს ინსტიტუტში ჩატარდა მეცნიერ-თანამშრომელთა გაფართოებული სხდომა, რომელზედაც მიღებულ იქნა გადაწყვეტილება ინსტიტუტისათვის მსოფლიოში ცნობილი მეცნიერის, აკადემიკოს ცოტნე მირცხულავას სახელის მინიჭების თაობაზე. აღნიშნული დოკუმენტაცია უკვე განიხილა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აკადემიურმა საბჭომ და

თავისი გადაწყვეტილება შემდგომი მსვლელობისათვის 2014 წლის 1 დეკემბერს გადაუგზავნა საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროს.

ინსტიტუტი თავისი საქმიანობის 85 წლის განმავლობაში ავტორია წყალთა მეურნეობის, მელიორაციის, გარემოს დაცვის, წყალსამეურნეო ობიექტების საიმედოობისა და რისკის პროგნოზირების შეფასების საკითხებში მრავალი სამეცნიერო მეთოდისა და მეთოდოლოგიისა, რომლებიც უკვე გამოყენებულია მთელი რიგი ეროვნული თუ საერთაშორისო მნიშვნელობის 500-ზე მეტ პროექტში. გამომდინარე ზემოთქმულიდან, ვიმედოვნებთ, რომ მე-4 საერთაშორისო კონფერენციაზე მიღებული რეზოლუცია თავისი მეცნიერული მიმართულებების აქტუალურობითა და მასშტაბურობით ხელს შეუწყობს ჩვენი პლანეტის გარემოს მდგრადობისა და მოსახლეობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფას.

ბივი ბავარდაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
 ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის
 ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნიკის მეცნიერებათა
 დოქტორი, პროფესორი

WATER MANAGEMENT INSTITUTE – THE FLAGSHIP OF WATER MANAGEMENT AND ENVIRONMENTAL PROTECTION – 85

Water Management Institute of Georgian Technical University is the one of the oldest scientific institutions in the South Caucasus, which was actually founded in 1925 and approved by Resolution of Government 27 September, 1929. It is a successor of the former Water Management Institute of Transcaucasia, Georgian Scientific and Research Institute of Hydrotechnics and Melioration, Water Management and Engineering Ecology Institute of National Science Academy of Georgia and finally LEPL Water Management Institute.

Water Management Institute over the years was the only institution of such profile in the South Caucasia, the purpose of which was research of floods and high waters, erosion phenomena, natural disasters, coastal zones of seas and rivers, melioration (draining of areas of high humidity, irrigation in remote areas), reservoirs and hydrotechnical facilities in the period of design, construction and operation, study of their reliability and other issues related to such problems. Later the similar research organizations were established on the basis of the Institute in Azerbaijan and Armenia, which are operating up to date and regularly collaborate with Water Management Institute.

Since the founding up to 1947 Institute was headed by: **K. Mikhailov, E. Gabiev, N. Sokolovsky, D. Galilov, S. Bitlazar, G. Larin and P. Solod.** In 1947-1968 at the head of the Institute was Professor **Mikheil Gagoshidze**, who made a substantial contribution to development of the Institute. In 1968-2005 the Institute was headed by the worldwide known scientist and institutor, Academician of Georgian National Academy of Sciences, Academician of Russian Academy of Agricultural Sciences, laureate of State Prize in Sciences and Technology, one of the first owners of A. Kostiakov Gold Medal, Doctor of Technical Science, Professor **Tsotne Mirtskhulava**. Should be noted his substantial contribution to the achievements of Institute and creating its international standing. In 2006 he was named the best Georgian scientist in technology.

Since 2005 the Institute is headed by the Full Member of Engineering Academy, Doctor of Technical Science, Professor **Givi Gavardashvili**, who actively continued the work begun by Tsotne Mirtskhulava. He made a great contribution to salvation of Institute in 2006-2010, when the massive and fast privatization was carried out in the country.

Should be noted that thanks to active work of G. Gavardashvili and patriotic assistance of Deputy Chairmen of Parliament, First Vice-President of Georgian National Academy of Sciences, Academician Fridon Todua (*photo 1, page 4*), for what Institute Directorate and research staff are very grateful, in 2008-2010 it appeared possible to preserve the laboratory, where is actively taking place large-scale hydraulic laboratory modeling of activities related to water management, melioration and environmental protection and also implementation of educational and scientific programs in agricultural melioration.

With the assistance of Rector of Georgian Technical University (GTU) Academician Archil Prangishvili the group of scientists with the lead of Professor Givi Gavardashvili and Associated Professor Zurab Lobzhanidze (professor V. Tevzadze, professor I. Iordanishvili, academic doctors: I. Iremashvili, G. Chakhaia, Sh. Kupreishvili, V. Shurghaia, R. Diakonidze, L. Tsulukidze, J. Kakhadze and others) developed the bachelor's, master's and doctoral programs in the field of agricultural melioration, which successfully passed State accreditation and since 2012 the first time in the history of GTU takes place the training of personnel of this profile.

The Academician A. Prangishvili, Professors T. Batsikadze, G. Gavardashvili and academic doctor J. Kakhadze are one of the first organizers and active supporters of restoration of Niko Nikoladze Professional training center in Didi Djikhaishi village, Samtredia region that is one more glorious work in education of professional staff for our country.

Implementation of scientific and research programs are also actively carried out at the experimental melioration bases of Institute in different regions of Georgia: Poti (research of Black sea and Kolkheti lowland problems); Karaleti village, Gori district (research of irrigation regimes and modern methods of irrigation); Arakhveti village, Dusheti district (research and forecast of natural phenomena), Gamardjveba village, Gardabani district (melioration and agricultural absorption of specific soils, including gypsum-containing), Khor-nabudji village, Signaghi district (melioration of saline and sodic soils of Georgia, elaboration of irrigation regimes in remote areas of Georgia).

Five departments equipped with modern computer hardware are operating in Institute nowadays: 1. Department of natural disasters (the head – academic doctor of geography, associated Professor Robert Diakonidze); 2. Department of seas and reservoirs (the head – Doctor of Technical Science Irina Iordanishvili); Department of melioration (the head – academic doctor of technology Vladimer Shurghaia); 4. Department of environmental protection and engineering ecology (the head – academic doctor of technology, associated professor Goga Chakhaia); Department of designing and expertise of melioration systems (the head – academic doctor of technology, Professor Shorena Kupreishvili). The 64 employees are working at the Institute, 54% of them are scientific employees, including: 1 Academician-Secretary of Georgian National Academy of Sciences and head of Agricultural department of Academy **Otar Natishvili**, 4 academicians of Engineering Academy, 4 academicians of Ecological Academy, 9 Doctors of Sciences, 16 Academic doctors, 3 doctoral candidates and 3 holders of master's degree. Research and scientific work of the Institute is headed by Science Board consisting of 7 members. Average age of administration staff and scientific employees does not exceed 55 years.

The 17 budget topics are being developed at the Institute nowadays; these themes are relevant in context of frequent natural disasters and scientific development of measures for environmental protection.

International Symposium "Floods and modern problems of fighting against them" led by Professor

G. Gavardashvili and with assistance of Government was held in September 2009 under the aegis of UNESCO, it was dedicated to the 80th anniversary of the founding of Water Management Institute. Scientific experts of 22 countries took part in the Symposium and it was praised by UNESCO, in witness whereof the Resolution adopted at the Symposium has been recognized as a guidance document for UN member countries.

The result of selfless work of the Institute staff is that in 2005 Georgian Water Management Institute was awarded a diploma of Switzerland "Century International Quality Era Award" for numerous research projects, researches and operation of one of the best in the world hydrotechnical laboratory. In 2009 it received a Gold medal of American Biographical Institute (ABI). National Science Academy of Georgia awarded the Institute twice: in 2008 and 2009, as the best scientific and research institutions of the country in agricultural field.

Since 2006 after becoming a LEPL Director of the Institute G. Gavardashvili concluded Memoranda of international Cooperation with such internationally acclaimed research centers and universities as: University of Hessen (Germany, 2006); Lomonosov Moscow State University (Russia, 2006); Central China Normal University (China, 2007); Yerevan State University of Architecture and Construction (Armenia, 2008); Azerbaijan Scientific-Research Institute of Hydrotechnics and Melioration (Azerbaijan, 2008); Armenian Scientific-Research Institute of Water Problems and Hydrotechnical Facilities (Armenia, 2008); Scientific-Research Institute of Water Problems and Hydrotechnical Facilities of National Science Academy of Kirghizia (Kirghizia, 2008); University of Maryland (USA, 2009); Baku State University (Azerbaijan, 2009); Ukrainian Scientific-Research Institute of Hydrotechnics and Melioration (Ukraine, 2009); Azerbaijan Scientific-Research Institute of Water Problems (Azerbaijan, 2009); Kharkov Scientific Center of Industrial Waste Management (Ukraine, 2009); BOKU Hydraulic and Water Management Institute (Austria, 2010); Wroclaw University of Environmental and Life Sciences (Poland; 2010); Warsaw Agrarian University (Poland, 2012); Meshchersky Scientific-Research

Center (Russia, 2013); Yangtze River Scientific Research Institute (China, 2014); State Agricultural Academy of Belarus (Minsk, Republic of Belarus, 2014); Ostrava Technical University (Ostrava, Czech Republic, 2014). Belarusian Reclamation Institute (Minsk, Republic of Belarus, 2014). Belarusian Agricultural Academy (Gorki, Republic of Belarus, 2014).

In 2006-2013 the Institute received funding for 17 grant projects from Shota Rustaveli Scientific Fund, in the same period 6 grants have been financed under President's grant for young scientists and 3 – under the aegis of Conference Travel Grants. Three grant projects are being developed in the Institute nowadays.

The 3 grant projects of international importance were developed in the Institute in 2007-2011, 1 of them was financed by National Academy of Science of the United States, the second – by EU (FP-7) and the third – by Swiss Development Cooperation (SDC).

In 2011-2013, 7 projects (so-called internal grants) were financed from Georgian Technical University. In 2009-2012 9 projects of strategic importance were developed in the Institute and in 2008-2014 15 projects on environmental impacts assessment were examined by its staff. In 2006-2013 employees of Institute get 6 patent certificates for their inventions (for 85 years of existence the Institute has got more than 120 certificates for inventions, more than 35% of which were put into practice).

In 2009-2013 scientific workers of the Institute published 161 research articles in Georgian scientific journals and 31 articles abroad, 10 monographs (1 of them abroad), 12 manuals, 4 modules, 16 university training programs; scientific staff of the Institute presented 95 reports and published the same number of articles within 66 international scientific conferences and symposia and 29 similar events in Georgia. Two young scientists of the Institute have been trained in Wroclaw University in Poland and at the moment 5 scientific workers actively participate in the NFP program financed by the Embassy of Netherlands, which implies the training in UNESCO Institute for Water Education in Delft in October, 2014. As to doctoral candidates, under the guidance of Professor G. Gavardashvili two em-

ployees of the Institute (Tamriko Supatashvili and Maka Guguchia) won Grant Competition of Doctoral Educational Programs announced by the Sh. Rustaveli National Scientific Fund and each of them got funding for scientific-research work in the amount of 21 000 GEL.

20 March, 2013 the Institute was visited by Minister of Regional Development and Infrastructure of Georgia David Narmania (elected mayor of Tbilisi nowadays), Rector of GTU Academician Archil Prangishvili, Vice Rector Levan Klimiashvili, Head of GTU Prospective Development Department Professor Tamaz Batsikadze and others (*see photo 2, page 7*). At the meeting there was discussed implementation of large-scale modeling of constructions in hydrotechnical laboratory of the Institute for implementation of reliable infrastructural projects. In its turn for carrying out researches the order of a day is modernization of laboratory at the modern level that is one of the priorities for Rector of GTU Academician Archil Prangishvili.

According to the order of Georgian Prime Minister No252 of August, 2008 the Institute actively participated in work of Commission for evaluation of damage caused to environment as a result of military actions in Georgia; Water Management Institute was the only organization, which implemented ecological and economical evaluation of damage caused to environment as the result of Russia aggression (in Borjomi and Gori regions), that was later used by the Government for attraction of investments for rehabilitation of burned out forests.

International and union scientific-research conferences, seminars and working meetings took place in the Institute during 85 years and under the aegis of UNESCO were held 3 international conferences: 1969 – "Anti-flood Measures", 1995 – "Man and the sea" and 2009 – "Floods and modern methods of fighting against them", which was dedicated to the 80th anniversary of the founding of the Institute.

On September 3, 2014, the United States Ambassador to Georgia Mr. Richard B. Nornald and the Director of Water Management Institute Professor G. Gavardashvili met at the Ambassador's official reception. They discussed cooperation

between the Institute and the USAID in the spheres of water resources management, melioration and regulation of natural disasters (*photo 3, page 8*).

27-30 September, 2014 is planned 4th International Scientific-Technical Conference "Modern Problems of Water Management, Environment, Architecture and Construction", which is dedicated to the 85th anniversary of the founding of Water Management Institute of Georgian Technical University.

Since 1934 the collection of scientific papers are traditionally published in the Institute (with annotations on Georgian, English and Russian language, international serial number ISSN – 1512-2344), since 2005 the edition of scientific papers has become an annual and is distributed in more than 20 countries. The issuance of the next collection of scientific papers No69 is planned in 2014 and it will be dedicated to 85th anniversary of the Institute founding. Newspapers and online media frequently note that Water Management Institute, as one of strategic importance institute in the country,

is the developer of numerous projects of international, union and national importance and the author of many state standards and programs, the Institute has also participated in the meetings of parliamentary committees for preparation of legislative acts of appropriate profile.

8 August 2014 in Institute held advanced session of scientific workers, where was made decision about awarding institute name of World known scientist, academician **Tsotne Mirtskhulava**. A noted document was given to Georgian Technical University for further action.

Institute is the author of numerous methods and methodology relating to water management, melioration, environmental protection, reliability of water features and risk prediction, which are already used in more than 500 projects of national and international importance. Based on the above stated, we hope that 4th International Conference with its topicality and immensity will contribute to environmental sustainability and security of population.

Givi Gavardashvili

Director of Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University,
Doctor of Technical Sciences, professor

ФЛАГМАНУ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ – ИНСТИТУТУ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА – 85

Институт водного хозяйства Грузинского технического университета на Южном Кавказе – одно из старых научных учреждений, которое сформировалось фактически в 1925 году, но по Постановлению правительства было оформлено 27 сентября 1929 года. Он преемник бывшего Закавказского института водного хозяйства, Грузинского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации, Грузинского института водного хозяйства и инженерной экологии Национальной АН Грузии и, наконец, Публично-правового юридического лица институт водного хозяйства.

Согласно Постановления правительства Грузии № 210 от 27 июля 2010 года была осуществлена реорганизация Публично-правового юридического лица институт водного хозяйства, и он был присоединен к Грузинскому техническому университету, как самостоятельная научно-исследовательская единица. С 2011 года он функционирует как Институт водного хозяйства Грузинского технического университета.

Институт водного хозяйства на протяжении многих лет представлял собой единственное учреждение этого профиля на Южном Кавказе. Его назначением были исследования, в период проектирования, строительства и эксплуатации, наводнений и паводков, эрозионно-селевых явлений, природных катастроф, прибрежных зон моря и рек, мелиорации (осушение переувлажненных земель, орошение аридных зон), водохранилищ, гидротехнических сооружений, исследование их надежности и вопросов, связанных с подобными проблемами. Позже, на базе института, были созданы научно-исследовательские организации аналогичного назначения в Азербайджане и Армении, которые функционируют и в настоящее время и регулярно сотрудничают с Институтом водного хозяйства. Со дня основания института до 1947 года Институтом руководили **К. Михайлов, Е. Габиев, Н. Соколовский, Д. Галилов, Ш. Битлазар,**

Г. Ларин и П. Солод.

В 1947-1968 годах во главе Института стоял профессор **Михаил Гагошидзе**, который внес большой вклад в его развитие.

В 1968-2005 годах Институтом руководил известный в мире ученый и организатор, академик Национальной АН Грузии, лауреат Государственной премии Грузии в области науки и техники, один из первых обладателей золотой медали А. Костякова, доктор технических наук, профессор **Цотне Мирцхулава**. Нужно отметить, что очень важен его вклад в достижения Института и создание его международного авторитета. В 2006 году его признали лучшим ученым Грузии в области техники.

С 2005 года институтом руководит действительный член Инженерной академии, доктор технических наук, проф. **Гиви Гавардашвили**, который активно продолжил дело, начатое академиком Цотне Мирцхулава. Велики его заслуги в деле спасения и сохранения института, когда в 2006-2010 г.г. проводилась массовая и быстрая приватизация недвижимой собственности. Необходимо отметить, что благодаря активной работе **Г. Гавардашвили** и патриотической поддержке первого вице-президента Национальной АН Грузии, академика **Придона Тодуа (фото 1, стр. 4)**, за что дирекция института и научные сотрудники очень ему признательны, в 2008-2010 г.г. удалось сохранить знаменитую гидротехническую лабораторию. В этой лаборатории проводится гидравлическое крупномасштабное лабораторное моделирование мероприятий водного хозяйства, мелиорации и охраны окружающей среды, необходимых для нашей страны, а также осуществление учебно-научной программы сельскохозяйственной мелиорации.

При поддержке ректора Грузинского технического университета академика Арчила Прангишвили и под руководством профессора Гиви Гавардашвили и ассоциированного профессора

Зураба Лобжанидзе, группа научных сотрудников: проф. В. Тевзадзе, проф. И. Иорданишвили, академические доктора: И. Иремашвили, Г. Чахая, Ш. Купреишвили, В. Шургая, Р. Диаконидзе, Л. Цулукидзе, Дж. Кахадзе и др. подготовили программы профессиональной учебы, бакалавриата, магистратуры и докторантуры по сельскохозяйственной мелиорации. Эти программы успешно прошли аккредитацию и с 2012 года, впервые в истории Грузинского технического университета, готовятся кадры этого профиля. Академик А. Прангишвили, профессора: Т. Бацикадзе, Г. Гавардашвили и академический доктор Дж. Кахадзе являются одними из первых организаторов, которые активно поддерживают восстановление Центра профессиональной учебы им. Нико Николадзе в селе Диди Джихаиши Самтрედийского района. Это является еще одним славным делом для нашей страны в воспитании профессиональных кадров в области сельского хозяйства.

Также активно протекает осуществление научно-исследовательских и учебных программ на опытно-мелиоративных исследовательских базах института, которые располагаются в разных регионах Грузии: г. Поти – исследование проблем Черного моря и Колхидской низменности, село Каралети Горийского района – исследование режима орошения и современных методов полива, село Арахвети Душетского района – исследование и прогнозирование стихийных явлений природы, село Гамарджвеба Гардабанского района – мелиорация и сельскохозяйственное освоение специфических почв, в том числе содержащих гипс, село Хорнабуджи Сигнахского района – мелиорация засоленных и солонцовых почв, уточнение режимов орошения в аридных зонах Грузии.

В настоящее время в Институте функционируют пять отделов, оснащенных современной компьютерной техникой: 1. Отдел природных катастроф (руководитель – академический доктор географии, ассоц. профессор Роберт Диаконидзе); 2. Отдел морей и водохранилищ (руководитель – доктор технических наук Ирина Иорданишвили); 3. Отдел мелиорации (руководитель – академический доктор техники

Владимир Шургая); 4. Отдел охраны окружающей среды и инженерной экологии (руководитель – академический доктор техники, ассоциированный профессор Гога Чахая); 5. Отдел проектирования мелиоративных систем и экспертизы (руководитель – академический доктор техники, ассоциированный профессор Шорена Купреишвили).

В Институте работают 64 сотрудников, отсюда 54% – научные сотрудники, в том числе: 1 – академик-секретарь Национальной АН Грузии и зав. отделом сельского хозяйства той же академии **Отар Натишвили**, 4 – Инженерной академии, и 4 – академика Академии экологии, 9 – докторов наук, 16 – академических докторов, 3 – докторанта и 3 магистра. Научно-исследовательской работой Института руководит Ученый совет в составе 7 членов. Средний возраст работающих в Институте администрации и научных сотрудников не превышает 55 лет.

В настоящее время в Институте разрабатывается 17 бюджетных тем, которые актуальны с точки зрения протекающих природных катастроф и научной разработки мероприятий по охране окружающей среды.

Под руководством Г. Гавардашвили и при поддержке государства под эгидой ЮНЕСКО в сентябре 2009 года был проведен Международный симпозиум "Наводнения и современные проблемы борьбы с ними", который был посвящен 80-летию юбилею Института водного хозяйства Грузии. В работе симпозиума приняли участие ученые 22 стран мира, научный уровень симпозиума был высоко оценен ЮНЕСКО, что выражается в принятии руководящим документом, резолюции симпозиума для стран членов ООН.

Результатом самоотверженного труда сотрудников Института является то, что в 2005 году за многие научные проекты, исследования коллектива института и функционирование лучшей, известной в мире гидротехнической лаборатории Института водного хозяйства Грузии был награжден дипломом Швейцарии "Century International Quality Era Award", В 2009 году Американским институтом биографии (ABI) – золотой медалью, Национальной АН Грузии

два раза: в 2008 и 2009 годах был награжден дипломами, как лучшее научно-исследовательское учреждение Грузии в области сельского хозяйства.

С 2006 года директор Института Г. Гавардашвили после основания публично-правового лица оформил Меморандумы международного сотрудничества с такими признанными в мире научно-учебными центрами и университетами, как: Гессенский университет (Германия, 2006 г.); МГУ им. Ломоносова (Россия, 2006 г.); Нормал университет Центрального Китая (Китай, 2007 г.); Ереванский государственный университет архитектуры и строительства (Армения, 2008 г.); Азербайджанский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации (Азербайджан, 2008 г.); Армянский научно-исследовательский институт водных проблем и гидротехнических сооружений (Армения, 2008 г.); научно-исследовательский институт водных проблем и гидротехнических сооружений Национальной АН Киргизии; (Киргизия, 2008 г.); Мерилендский университет (США, 2009 г.); Бакинский государственный университет (Азербайджан, 2009 г.); Украинский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации (Украина, 2009 г.); Азербайджанский научно-исследовательский институт водных проблем (Азербайджан, 2009 г.); Харьковский научный центр управления промышленными отходами (Украина, 2009 г.); Институт гидравлики и водного менеджмента университета БОКУ (Австрия, 2010 г.); Вроцлавский университет охраны окружающей среды и наук, изучающих жизнь (Польша, 2010 г.); Варшавский аграрный университет (Польша, 2012 г.); Мещерский научно-исследовательский центр (Россия, 2013 г.); Научно-исследовательский институт реки Янцзы (Китай, 2014 г.); Белорусская Государственная сельскохозяйственная академия (Минск, республика Беларусь, 2014 г.); Технологический университет Остравы (Острава, Чехия, 2014 г.); Институт мелиоративный (Минск, республика Беларусь, 2014 г.); Белорусская сельскохозяйственная академия (г. Горки, республика Беларусь, 2014 г.).

В 2006-2013 годах Институт получил

финансирование на 17 грант-проекта из Национального научного фонда им. Шота Руставели, в эти же годы было профинансировано 6 Президентских грантов для молодых ученых, 3 из них под эгидой участия в поездке на конференцию. В настоящее время в Институте разрабатывается 3 грант-проекта Национального научного фонда им. Шота Руставели.

В 2007-2011 годах в Институте были разработаны 3 грант-проекта международного значения, отсюда 1 был профинансирован Национальной АН Америки, второй – Евросоюзом (FP-7), а третий – Швейцарским агентством развития и сотрудничества (SDC).

В 2011-2013 годах Грузинским техническим университетом было профинансировано (т.н. внутренние гранты) 7 проектов. В 2009-2012 годах в Институте было разработано 9 проектов стратегического назначения, а в 2008-2014 годах в Институте была проведена экспертиза оценки влияния на окружающую среду (15 проектов). В 2006-2013 годах сотрудниками Института были получены 6 патентов Грузии на изобретения (за 85 лет своего существования Институтом получено более 120 авторских свидетельств на изобретения, более 35% которых внедрены в практику).

В 2009-2013 годах научными сотрудниками Института были опубликованы: в научных журналах Грузии 161 научная статья, за рубежом – 31, 10 монографий, (из них 1 за рубежом), 12 учебников, 4 модуля, 16 университетских учебных программ; научные сотрудники Института выступили с 95 докладами и, соответственно, столько же статей было опубликовано в трудах 66 Международных и 29 Грузинских научных конференций и симпозиумов.

Двое молодых ученых проходили стажировку в Польше во Вроцлавском университете для повышения квалификации. В настоящее время 5 научных сотрудников активно подключены к программе NFP, финансируемой посольством Нидерландов, которая предусматривает прохождение стажировки в Институте образования в сфере водных ресурсов ЮНЕСКО (Institute for Water Education) в г. Делфте, в октябре 2014 года. Что касается подготовки молодых

докторантов, 2 сотрудника Института (Гамрико Супаташвили и Мака Гугучия) под руководством проф. Г. Гавардашвили одержали победу в конкурсе образовательных программ докторантуры, объявленном Национальным научным фондом им. Шота Руставели в 2013 году и каждая получила финансирование 21000 лари для проведения научно-исследовательских работ.

20 марта 2013 года Институт посетили министр регионального развития и инфраструктуры Давид Нармания (в настоящее время избранный мэр г. Тбилиси), руководитель администрации Шота Мургулия (в настоящее время избранный мэр г. Кутаиси), ректор Грузинского технического университета, академик А. Прангишвили, проректор проф. Леван Климиашвили, начальник службы перспективного развития ГТУ, проф. Т. Бацикадзе и др. Разговор касался проведения в гидротехнической лаборатории Института крупномасштабного моделирования конструкций с целью осуществления надежных инфраструктурных проектов. Для проведения научно-учебных исследований на повестке дня стоит вопрос модернизации гидротехнической лаборатории Института на современном уровне, которая является одним из приоритетов ректора Грузинского технического университета академика Арчила Прангишвили (*фото 2, стр. 7*).

3 сентября 2014 года в посольстве США в Грузии состоялась официальная встреча директора института с послом США господином Ричардом Норландом. Беседа касалась активизации сотрудничества между институтом и USAID по направлениям менеджмента водных ресурсов, мелиорации и регулирования природных катастроф (*фото 3, стр. 8*).

Согласно приказу премьер-министра Грузии №252 от 29 августа 2008 года Институт принимал активное участие в работе комиссии по оценке ущерба, нанесенного окружающей среде в результате военных действий в Грузии; только Институт водного хозяйства представил экологически-экономический расчет ущерба, нанесенного окружающей среде (в регионах Боржоми и Гори) в результате агрессии России, который позже был использован правитель-

ством страны в привлечении инвестиций с целью восстановления сожженных лесов.

В течение 85 лет в Институте традиционно проводились Международные или Союзные научно-технические конференции, семинары и рабочие встречи, но под эгидой ЮНЕСКО Международные конференции проводились трижды: в 1969 году – "Мероприятия по борьбе с наводнениями"; в 1995 году – "Человек и море" и в 2009 году – "Наводнения и современные методы борьбы с ними", которая была посвящена 80-летию юбилею Института. 25-30 сентября 2014 года будет проведена 4-я Международная научно-техническая конференция "Современные проблемы водного хозяйства, охраны окружающей среды, архитектуры и строительства", которая будет посвящена 85-летию юбилею Института. С 1934 года Институт традиционно издает рецензированный сборник научных трудов (с аннотациями на грузинском, английском и русском языках, с международным серийным номером ISSN-1512-2344), который с 2005 года издается ежегодно и распространяется в более 20 странах мира. Очередной сборник научных трудов №69 выйдет в 2014 году и будет также посвящен 85-летию юбилею института.

Помимо больших успехов, достигнутых в 2009-2014 годах, к сожалению, Институт встречает 85-летний юбилей с большими потерями – без таких заслуженных ученых, как: академик Цотне Мирцхулава, доктор техн. наук Нина Варазашвили, академик Академии с/х наук Вахтанг Тевзадзе, доктора техн. наук: проф. Отар Наниташвили и Александр Гелуташвили, Гигла Гобечиа, а также кандидаты техн. наук: Нодар Модебадзе, Мака Цанава, Гурам Читишвили, Гамарли Дохнадзе, Мераб Джикия, научные сотрудники – Давид Лордкипанидзе, Иагор Махарадзе и др.

В газетных и интернет-изданиях часто отмечается, что Институт водного хозяйства, как один из Институтов стратегического назначения, разработал много проектов международного, союзного и национального значения, а также является автором многих государственных стандартов и программ, принимал участие в подготовке законодательных актов соответствующего

профиля в комитетах парламента.

8 августа 2014 г. в Институте было проведено расширенное заседание научных сотрудников, где было принято решение о присвоении Институту имени академика Ц.Е. Мирцхулава, известного в научном мире ученого. Указанная документация передана академическому Совету Грузинского Технического Университета для его дальнейшего хода.

За 85 лет своей деятельности Институт является автором многих научных методов и

методологий по вопросам водного хозяйства, мелиорации, охраны окружающей среды, оценки надежности и прогнозирования риска водохозяйственных объектов, которые уже использованы в более 500 проектах национального или международного значения. Мы надеемся, что 4-я Международная конференция своей актуальностью и масштабностью будет способствовать устойчивости окружающей среды планеты и обеспечению безопасности населения.

Гиви Гавардашвили

Директор Института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского технического университета,
доктор технических наук, профессор

**მლ. პირულას (სოფ. უბისასთან) ნატანის ჩამონადენის გაანბარიშება
ენერგეტიკული პრინციპის გამოყენებით**

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

შეშავალი

მდინარეებზე საინჟინრო სამუშაოების ჩატარებისას, ჰიდროტექნიკური ნაგებობების, წყალსაცავების მუშაობის პირობების და ექსპლუატაციის, ზღვის სანაპირო ზოლის მდგრადობის დადგენისათვის მნიშვნელოვანი ჰიდროლოგიური ელემენტია მდინარის ნატანის ჩამონადენი, რომლის ფორმირების ხასიათი, მისი მოცულობა და შიდაწლიური განაწილება, თავის მხრივ, დაკავშირებულია ფიზიკურ-გეოგრაფიული ფაქტორების რთულ კომპლექსთან. ნატანის ჩამონადენის გაან-

გარიშების მეთოდითაა ემყარება მის კავშირს ისეთ ფაქტორებთან, როგორცაა წყლის ხარჯი, აუზის საშუალო სიმაღლე და დახრილობა, ქვეფენილი ზედაპირის ხასიათი, თვით მდინარის დახრილობა და სხვ.

მდინარეთა ნატანის ჩამონადენის ფორმირებისა და ტრანსპორტირების კანონზომიერებები მეტად რთულია და ამავე დროს არასაკმარისადაა შესწავლილი გეოგრაფიულ-ჰიდროლოგიური ფაქტორების აღბათური ხასიათის გამო.

ძირითადი ნაწილი

მდინარის ნატანის ჩამონადენის ცოდნა მნიშვნელოვანია მდინარეზე საინჟინრო სამუშაოების ჩატარებისას, განსაკუთრებით კი როცა საქმე ეხება ჰესის მშენებლობას, რომლის დროსაც ნატანის ჩამონადენი წარმოადგენს წყალსაცავის მუშაობის ხანგრძლივობის და ექსპლუატაციის ძირითად საჭირო კომპონენტს. მოცემულ შემთხვევაში (ერთ-ერთი ვარიანტით) საქმე გვაქვს მდინარე ძირულაზე, შროშასა და უბისას შორის მონაკვეთში, რკინაბეტონის კონსტრუქციის კაშხლის 340 ათას მ³ მოცულობის წყალსაცავის დაპროექტებასთან. კაშხალი აღჭურვილი იქნება სამი ოთხმეტრიანი სიმაღლის ფართი და გამწმენდი საღეჭარით, რომელთა საშუალებით მოხდება ზედა ბიეფში დაღეჭილი ნატანის ტრანსპორტირება ქვედა ბიეფისაკენ, მისი მაქსიმალური გამომუშავება რვა მეგავატამდეა

დაგეგმილი. ასეთი პატარა ჰესების მშენებლობა საკმაოდ კარგია რესპუბლიკის რეკონალური ენერგეტიკის განვითარებისათვის, რადგან ამ შემთხვევაში იტბორება ტერიტორიის მცირე ნაწილი, რომელიც არავითარ პრობლემას არ შეუქმნის მოსახლეობას, პირიქით ხეობაში შექმნის დიდ სილამაზეს და გამოიყენება რეკრეაციული მიზნებისათვის.

მდინარე ძირულა პატარა მთის ნაკადულების შეერთების შედეგად სათავეს იღებს სურამის ქედის დასავლეთ ფერდობზე – ლოხინის მთის (1926 მ) ჩრდილო-დასავლეთით ზ.დ. 1252,4 მ სიმაღლეზე, ერთვის მდინარე ყვირილას მარცხენა მხრიდან, სათავიდან 47-ე კილომეტრზე ზ.დ. 200 მ სიმაღლეზე.

მდინარის სიგრძე 83 კმ-ია, საერთო ვარდნა 1052 მ, საშუალო დახრილობა 12,7%,

წყალშემკრები აუზის ფართობი 1270 კმ², საშუალო სიმაღლე 850 მ, საშუალო მრავალწლიური ხარჯია 28,3 მ³/წმ, შენაკადების საერთო რიცხვია 1386, ქსელის საერთო სიგრძე – 1677 კმ. შენაკადებს შორის ყველაზე დიდი მდინარეებია ჩხერიმელა (39 კმ), დუმალა (34 კმ), ხელმოსულა (16 კმ) და სხვ.

რაც შეეხება ჩვენს სამუშაო კვეთს – ძირულა სოფ. უბისასთან, მისი მონაცემები შემდეგია: წყალშემკრები აუზის ფართობი – 600 კმ², აბსოლუტური სიმაღლე – 240 მ, მდინარის სიგრძე სოფ. უბისამდე – 73 კმ, აუზის საშუალო სიმაღლე – 830 მ, საშუალო წლიური ხარჯი – 13,2 მ³/წმ.

მდინარე ძირულას აუზში 1987 წლამდე მოქმედებდა სულ სამი ჰიდროლოგიური საგუშაგო: მდ. ჩხერიმელაზე სოფ. კვებთან და სოფ. საიმერლოსთან და მდ. ძირულაზე სოფ. წვეასთან. აქედან გამომდინარე, მდინარე ძირულა უბისასთან წარმოადგენს შეუსწავლელ კვეთს, ამიტომ ნატანის ჩამონადენის განსაზღვრისათვის გამოყენებულ იქნა ე.წ. „ენერგეტიკული პრინციპი“, რომლის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ არსებობს საკმაოდ მჭიდრო კავშირი მდინარის მყარ ჩამონადენსა და თხევადი ჩამონადენის ენერგიებს შორის. აღნიშნული იდეა გაუღერდა გასული საუკუნის ორმოცდაათიან წლებში პროფესორების მ. მოსტკოვის და გ. სვანიძის მიერ. აღნიშნული მეთოდით დადგენილ იქნა საქართველოს მრავალი შეუსწავლელი მდინარის ნატანის ჩამონადენი, განსაკუთრებით საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლის მდინარეების, რომელთა ცოდნაც აუცილებელია სანაპირო ზოლის დინამიკისა და მდინარეთა მიერ შავ ზღვაში ნატანის ჩამონადენის შესწავლის საკითხში.

აღნიშნული იდეის არსი მდგომარეობს შემდეგში: აუზში მოსული ატმოსფერული ნალექების ნაწილი, ჩამოედინება რა ფერდობებზე გრავიტაციული ძალების გავლენით, აწარმოებს მუშაობას, რომელიც იხარჯება ეროზიაზე, გადარეცხვასა და ნატანის ტრანსპორტირებაზე, შემდეგ კი მდინარის

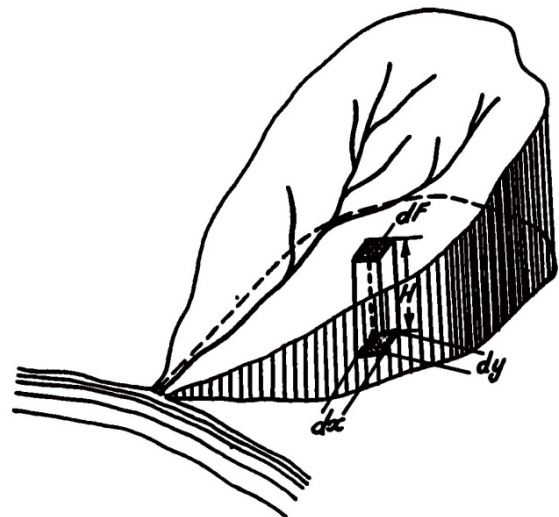
კალაპოტის ეროზიის ბაზისამდე მყარი და თხიერი ჩამონადენის გადაადგილებაზე, შინაგანი წინააღმდეგობის დაძლევისა და სითბური ენერგიის გამოყოფაზე. ეს ჰიდრავლიკური ენერგია (ჰ_{აუზ.}) გაიანგარიშება ფორმულით:

$$\text{ჰ}_{\text{აუზ.}} = 86 \cdot \int_0^v m dv, \text{ კვტ/სთ}, \quad (1)$$

შესაბამისი სიმძლავრე ($N_{\text{აუზ.}}$) კი ტოლია:

$$N_{\text{აუზ.}} = 9,81 \cdot \int_0^v m dv, \text{ კვტ}, \quad (2)$$

სადაც m არის წყლის ჩამონადენის მოდული (ლ/წმ კმ²); dv – აუზის ერთეული ნაწილის ფიგურის (ნახ. 1) ელემენტარული მოცულობა (კმ³).



ნახ. 1. მდინარის წყალშემკრები აუზის ჰიდრავლიკური ენერგიის გაანგარიშების სქემა

(1) ფორმულის სათანადო გარდაქმნით მივიღებთ აკად. გივი სვანიძის აუზის ჰიდროენერგიის საანგარიშო ფორმულას, რომელსაც აქვს შემდეგი სახე:

$$\text{ჰ}_{\text{აუზ.}} = 86 \cdot F \cdot H_{\text{საშ.}} \cdot m_{\text{საშ.}} \cdot \rho, \text{ კვტ/სთ}, \quad (3)$$

სადაც F წყალშემკრები აუზის ფართობია (კმ²); $H_{\text{საშ.}}$ – აუზის საშუალო სიმაღლე (მ); $m_{\text{საშ.}}$ – წყლის ჩამონადენის მოდულის საშუალო მნიშვნელობა; ρ – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ჩამონადენის

**მდ. ძირულას (სოფ. უბისასთან) ნატანის ჩამონადენის ბაანგარიშება
ენერგეტიკული პრინციპის გამოყენებით**

მოდულის და აუზის ფართობის სიმაღლი-
თი ზონების მიხედვით არათანაბარ განაწი-
ლებას, განისაზღვრება ფორმულით ან
საქართველოს ტერიტორიისათვის მისი
განაწილების რუკის მიხედვით. საქართვე-
ლოს ტერიტორიისათვის კოეფიციენტი ρ
იცვლება საკმაოდ დიდ საზღვრებში: 1,0-დან
1,6-მდე, ზოგჯერ იგი ადის 2,4-მდეც (მდინა-
რე ალაზანი).

მოცემული შემთხვევისათვის მდინარე
ანალოგად გამოყენებულ იქნა მდ. ჩხერი-
მელა სოფ. საიმერლოსთან, რომელიც მდი-
ნარე ძირულას მთავარი შენაკადია და
ფიზიკურ-გეოგრაფიული თვალსაზრისით
საკმაოდ ახლოს არიან ერთმანეთთან. მდ.
ჩხერიმელას ატივნარებული ნატანის ჩამო-
ნადენი სოფ. საიმერლოსთან, დაკვირვებე-
ბის შედეგად, ტოლია 85,2 ათასი ტონისა
წლიურად, იგი მიეკუთვნება მთის ხასია-
თის მდინარეს, რომლისთვისაც ფსკერული
ნატანის ჩამონადენი საშუალოდ ატივნარე-
ბული ნატანი მასალის ჩამონადენის 15%-
მდეა. ე.ი. $85,2 \times 0,15 = 12,8$; მივიღეთ, რომ მდ.
ჩხერიმელას (ს. საიმერლო) ნატანის ჩამო-
ნადენი ტოლი იქნება $85,2 + 12,8 = 98$ ათასი
ტონისა წლიურად.

“ენერგეტიკული პრინციპის” გამოყენე-
ბით – გ. სვანიძის (3) ფორმულის მიხედვით
ვიანგარიშეთ მდ. ჩხერიმელას (ს. საიმერ-
ლო) და მდ. ძირულას (ს. უბისა) აუზის
ენერგიები, რომლებიც შესაბამისად ტოლია
1,31 და 1,11 მლრდ კვტ.სთ-ის, მათი ენერგი-
ების ფარდობა კი ტოლია $1,11 / 1,31 = 0,85$,

რის მიხედვითაც ვიანგარიშეთ მდინარე
ძირულას (სოფ. უბისა) ნატანის ჩამონადე-
ნი, რომელიც ტოლია:

$$T_{\text{ძირ}} = 98 \cdot 0,85 = 83 \text{ ათ.ტ/წლ}$$

ე.ი. მდ. ძირულას ნატანის ჩამონადენი
საძიებელ უბანზე – სოფ. უბისასთან ტოლია
83 ათ. ტონისა წლიურად, საიდანაც ატივნა-
რებული ნატანი შეადგენს 85% – 70,7 ათ. ტ
წლიურად ($R_{\text{ატ}} = 2,24$ კგ/წმ), ხოლო ფსკერუ-
ლი – 15%, ე.ი. 12,3 ათ.ტ წლ ($R_{\text{ატ}} = 0,39$ კგ/წმ).

მიღებულ შედეგებზე დაყრდნობით სოფ.
უბისასთან წყლის ჩამონადენის შიდაწლი-
ური განაწილების მიხედვით (გამოვიყენეთ
სოფ. უბისასთან მდ. გეზრულას საშუალო
მრავალწლიური ხარჯი – 13,5 მ³/წ), რომე-
ლიც გაანგარიშებულ იქნა უბისასთან
არსებული 13,2 მ³/წმ ხარჯის პროცენტული
გადანაწილებით წლის განმავლობაში (გა-
მოვიყენეთ მდ. ძირულას სოფ. წვეასთან
წყლისა და ატივნარებული ნატანის პროცენ-
ტული განაწილება), სოფ. უბისასთან გაკეთ-
და წყლისა და ნატანის შიდაწლიური გა-
ნაწილება, რომელიც მოცემულია ცხრ. 1-ის
სახით.

მიღებულ შედეგებზე დაყრდნობით კი
შეგვიძლია წარმოდგენა ვიქონიოთ სოფ.
უბისასთან შექმნილი წყალსაცავისა და
შესაბამისად, ჰესის მუშაობისათვის საჭი-
რო კომპონენტებზე, როგორცაა წყლისა
(Q) და ნატანის ხარჯების ($T = R + G$) განა-
წილება წლის განმავლობაში.

ცხრილი 1

**მდინარე ძირულას (უბისა) წყლისა და ნატანი მასალის
შიდაწლიური განაწილება**

თვეები	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	საშ. მრწლ.
Q , მ ³ /წმ	11,4	16,6	27,1	28,4	14,9	10,1	8,24	5,23	4,60	8,24	11,1	12,5	13,2
%	7,2	10,5	17,1	17,9	9,4	6,4	5,2	3,3	2,9	5,2	7,0	7,9	100
R , კგ/წმ	0,93	1,85	5,16	4,79	1,83	2,39	2,08	1,19	0,70	1,30	2,25	2,36	2,24
G , კგ/წმ	0,16	0,32	0,90	0,83	0,32	0,42	0,36	0,22	0,12	0,23	0,39	0,41	0,39
T , კგ/წმ	1,10	2,20	6,10	5,60	2,20	2,80	2,43	1,51	0,81	1,52	2,63	2,80	2,63

დასკვნა

საბოლოოდ რეკომენდაციის სახით შეიძლება დაგასკვნათ, რომ ასეთი პატარა ჰესების მშენებლობა, ადგილის ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების გათვალისწინებით, საკმაოდ კარგია რესპუბლიკის რეგიონალური ენერგეტიკის განვითარებისათვის, მით უმეტეს, თუ ეს პატარა წყალსაცავები გამოიყენება რეკრეაციული მიზნებისათვისაც.

სტატიაში გამოყენებული ნატანის ჩამონადენის გაანგარიშება შეუსწავლელი მდინარისათვის მდინარე ანალოგის მიხედვით ე.წ. „ენერგეტიკული პრინციპის“ გამოყენებით და მისი შიდაწლიური განაწილების წარმოდგენა. მიმაჩნია, რომ ჰესების დაპროექტებისას მეტად საჭირო და საიმედოა.

ლიტერატურა

1. მ. ალავერდაშვილი (თანაავტორი). შ.პ.ს. „ჯორჯიან ჰიდრო ფაუერ“-ს უბისა ჰესის ენერგეტიკული პროექტი, თბილისი, 2014.
2. ალავერდაშვილი მ. Условия формирования и методика расчёта стока наносов рек западной Грузии. /Диссертация на соискание учёной степени кандидата географических наук. Тбилиси, 1989 г.
3. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том VI, Грузинская ССР, Обнинск. ВНИИГМИ, МСД, 1988 г.

ПРЕСНЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ И СОСТОЯНИЕ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Алимов А.К., Зейналов Т.С.

НПО "Аз Г и М"
г. Баку, Азербайджан

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Постановка вопроса: выявить ресурсы подземных вод, современное состояние их использования для нужд народного хозяйства.

Объект исследования: подземные воды горных и предгорных зон земного шара и состояние их использования в различных частях, в том числе, в пределах Азербайджанской республики.

Результаты исследований: за рубежом в настоящее время практически для различных целей совместно с поверхностными водами используются и подземные воды. В результате значительно увеличилась потребительская доля подземных вод с 28% до 42%, что связано с развитием различных отраслей народного хозяйства.

Для орошения используют, преимущественно, подземные воды пролювиальных отложений межгорных впадин, речных долин и конусов выноса, где отмечается повышенная водообильность водоносных горизонтов и комплексов, а также более благоприятный химический состав вод, в меньшей степени – подземные воды платформенных областей.

В данных регионах последнее время уделялось большое внимание изучению закономерностей формирования химического состава подземных вод и миграции токсичных элементов. Было установлено, что в зоне активного водообмена повсеместно развиты воды выщелачивания, принадлежащие (независимо от возраста и литологического состава водовмещающих по-

род) к пресным и слабосолоноватым по величине минерализации: к гидрокарбонатным, гидрокарбонатно-сульфатным, сульфатно-гидрокарбонатным – по преобладающим анионам и пестрым – по составу главных катионов. Здесь выделяются три типа подземных вод: карбонатный (или содовый), сульфатный и хлоридный. В зоне гипергенеза основная роль принадлежит содовым водам. Содовый тип вод формируется двойко. При непосредственном взаимодействии порода – вода инфильтрационные воды выщелачивают гидрокарбонатные соли кальция и магния. Последние, в силу высокой энергии адсорбции (особенно у кальция) вытесняют из поглощающего комплекса натрий, благодаря чему в растворе появляется сода. Как указано, натрий является главным катионом в составе поглощенных оснований глинистых разностей всего разреза пород, участвующих в строении бассейнов подземных вод.

При выщелачивании гипсосодержащих отложений вначале образуются воды сульфатного типа (сульфатно-натриевые). Этот тип устойчив только в зоне весьма интенсивного водообмена. Поскольку затруднены условия циркуляции большую роль, очевидно, начинают играть процессы микробиологической сульфатредукции. При сульфатредукции, как известно, сульфаты замещаются эквивалентным количеством гидрокарбонатов, а выделяющаяся углекислота растворяет дополнительные порции карбонатов кальция и магния. Последние, в свою очередь, в процессе обменной адсорбции кальция и магния на поглощенный натрий пород переходят в

гидрокарбонаты натрия. Таким образом, мало-минерализованные сульфатные воды биогеохимическим путем преобразуются в содовые с более высокой минерализацией. Процесс этот ведет к возрастанию pH , появлению в водах сероводорода и осуществляется это в условиях восстановительной и восстановительно-окислительной обстановки при наличии рассеянного в породах органического вещества и соответствующего биоценоза микроорганизмов [4, 5, 6].

Перечисленные обстоятельства диктуют необходимость выработки иной концепции рационального использования и охраны подземных вод:

- подземные воды питьевого качества должны использоваться только для нужд хозяйственно-питьевого водоснабжения;

- подземные воды, имеющие отклонения по качеству от требований ГОСТа на питьевую воду, но водоподготовка которых экономически целесообразна, также должны быть использованы для указанных выше целей;

- из общего количества эксплуатационных запасов подземных вод должны быть выделены подземные воды, качество которых не отвечает требованиям к питьевым водам. Эта часть подземных вод может быть использована для технического водоснабжения и орошения (особенно в маловодные годы). Обязательным условием при этом следует считать искусственное восполнение запасов подземных вод в многоводные годы, т.е. подземные и поверхностные воды следует рассматривать в качестве единой совместно регулируемой водохозяйственной системы. Это позволит одновременно решить проблему улучшения качества подземных вод.

Таким образом, совместное регулирование использования подземных и поверхностных вод должно стать основой управления водными ресурсами республики. Это тем более важно относительно регионов с весьма напряженным водохозяйственным балансом. Эксплуатация как поверхностных, так и подземных вод ведется весьма интенсивно. Все это обуславливает необходимость рационального использования каждого кубического метра воды.

В этой связи была предпринята попытка

оценить возможность использования для орошения подземных вод двух основных водоносных комплексов. При этом исходили из того, что интенсивная эксплуатация некондиционных для водоснабжения подземных вод, с одной стороны, приведет к созданию больших емкостей в недрах, что позволит, следовательно, осуществить искусственное восполнение запасов подземных вод и направленно улучшить их качество, а с другой – понижение уровней грунтовых вод, что позволит уменьшить опасность вторичного засоления земель в зонах слабой дренированности грунтовых вод, т.е. вызовет улучшение мелиоративного состояния земель в районах орошения и прилегающих к ним территорий. При этом учитывался как химический состав подземных вод, так и почвенные условия территории региона.

Анализ мировой литературы показывает, что практически во всех регионах мира пресные подземные воды сосредоточены в горных областях Большого и Малого Кавказа, Копетдага, Памиро-Алтая, Тянь-Шаня, в межгорных впадинах, в Китае Синьцзяна, Таримской, Турфано-Хамийской, Цайдамской, Яньбейской впадины, в конусах-выносах крупных речных артерий. Подземные воды конуса-выноса р. Юндинхэ являются одним из источников водоснабжения городов Китая.

Запасы подземных вод Малого Кавказа используются при водоснабжении в Турции – г.г. Анкара, Кайсери. На территории Ирана воды Эльбрусских, Нишапурских и др. горных систем используются при водоснабжении г.г. Тегерана, Исфохана, Кута и других городов и поселений [3]. Мощные потоки подземных вод (толщина водоносного горизонта 150-200 м, протяженность 30-40 км) в предгорьях Гиндикуша, Гималаев, Тибета обеспечивают водоснабжение городов Пакистана, Индии, Бангладеша и других государств [4, 6].

В районе г. Токио из отложений конуса выноса рек Арагава и Сумида добываются более 700 тыс.м³ воды, в районе г. Осака – 920 тыс.м³/сутки. Тайвань из отложений р. Чжошуйцзи добывают в сутки более 500 м³ подземных вод в целях водоснабжения [3].

ПРЕСНЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ И СОСТОЯНИЕ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Значительно большим развитием пользуются подземные воды в Южной части Европы и в некоторых районах Американского материка. Они встречаются вдоль предгорий Пиренеев, Альп и Карпат, в Америке, Калифорнии и в ряде других районов [5].

Немаловажным фактором при этом являлось наличие большого числа родников с пресной водой, что обеспечивало хорошие условия водоснабжения населения и орошения земель. Добыча подземных вод до последнего времени была осуществлена через эксплуатацию кягризов – горизонтальных галерей, собирающих и выводящих воду на поверхность земли самотеком.

Одним из наиболее изученных районов развития подземных вод является Ферганская впадина, ограниченная Кураминским, Ферганским и Алайским хребтами, вытянутая в широтном направлении на 370 км с шириной в центральной части около 190 км. По периферии впадины протягивается полоса адыров, разделяющая равнины на заадырные, межадырные и подгорные, которые сливаются в центральной части впадины с аллювиальными отложениями р. Сырдарья. Мощность комплекса четвертичных отложений в центре Ферганской впадины достигает до 3 тыс. м, содержит он преимущественно пресные, часто-самоизливающие воды [4, 6].

На территории Узбекистана в Зарафинской впадине, имеющая протяженность около 180 км, ширину 10-60 км, мощность 500м, сосредоточены огромные запасы пресных водных ресурсов. Водоснабжение г. Ташкента и других городов осуществляется через данный водный резервуар [4].

Предгорная равнина Копетдага Туркменской республики в целях водоснабжения использует конус-вынос речных артерий. Это связано с различиями в условиях питания подземных вод отдельных групп конусов, которые делятся на расположенные за пределами складчатых предгорий, непосредственно примыкающие к меловым отложениям Копет-дага и разделенные на две части грядками адыров, сложенных палеогеновыми и неогеновыми отложениями. Конусы выноса первой группы содержат значительно большее количество супесчаного и суглинистого материала, чем в двух других группах,

соответственно и общая минерализация подземных вод на конусах выноса первой группы равна 1,4-2,4 г/л, на конусах второй и третьей групп не превышает 1 г/л.

Пролувиальный шлейф у подножья Большого Балхана имеет ширину до 5 км. На наиболее крупных конусах выноса – Ашхабадском (Каранки-Яблоновском), Фирюзинском, Алтыябском, Секиязбском, Казанджикском (конус выноса р. Канавачай), Джебельском (конус выноса р. Тюз-Мерген) и других подземные воды интенсивно эксплуатируются [3].

На территории Таджикской республики подземные воды сосредоточены в пределах межгорных впадин (Мирзаватская, Сардобская, Каракчикум-Канибадамская, Лякат-Саватская, Исфара-Ляканская, Шахристанская и др.), а также на территории Нау-Костакосской, Сагмарской и Камыш-Курганской впадин, являющихся окраинными зонами обширной Ферганской депрессии. Воды этих подземных бассейнов используются при водоснабжении различных частей Таджикистана [4, 5].

На территории Киргизской республики подземные воды Тянь-Шаня (Кочиорская, Сусамырская, Джумгольская, Тогузтороуская, Атбашинская и др.) и крупных внешних котловин – Чуйской, Таласской, Иссык-Кульской, Ортоальшской впадины, приуроченной к краевой части Чуйского артезианского бассейна, являются источником водоснабжения г. Фрунзе и других городов Киргизии.

Особенно широко развито использование подземных вод в Казахской республике, где они в виде шлейфов обрамляют предгорья Алтая, Тянь-Шаня, Джунгарского и Заилийского Алатау, образуя ряд межгорных и предгорных впадин: Зайсанскую, Алаколь-Балхашскую, Чу-Сарысуйскую, Илийскую и другие речные артерии [5].

В пределах Восточной и Западно-Илийской впадин выделяют два типа разрезов – приречный и междуречный, отличающиеся друг от друга содержанием галечниковых пород, что соответствует конусам выноса и межконусным понижениям. В предгорном шлейфе Заилийского Алатау выделены Алмаатинская, Чиликская и

Каскеленская. В пределах Алма-атинской пролювиальные отложения имеют значительную мощность, а слагающие ее конусы выноса р. Или, Каскеленская представляют собой серию изолированных друг от друга водоносных горизонтов. Воды всех водоносных горизонтов используются в народном хозяйстве [3, 6].

В пределах Азербайджанской республики пригодные к хозяйственно-питьевой и оросительной подземные воды, в основном, расположены в начальной и частично средней части конуса-выноса речных артерий и предгорной зоны в делювиально-пролювиальной и аллювиальной толще мощностью 200-400 м, длиной 1140 км. Площадь регионов 2620 тыс.га, что составляет 30,2% от общей площади республики (табл. 1). Коэффициент фильтрации водоносной толщи колеблется в пределах от 6,5 до 37,7 м/сутки, а минерализация подземных вод варьирует в пределах 0,37-1,01 г/л.

Объем пресных подземных водных ресурсов по 9-ти регионам республики оценивается в

объеме 7316 млн.м³, а используемые для нужд народного хозяйства – 2366 млн.м³ или 32,8%. Из используемого объема (7170 млн.м³) идут на хозяйственно-питьевые нужды – 439 млн.м³ или 18,6%, на орошение 1767 млн.м³ или 74,7% от объема используемого запаса. Наибольший объем пресных подземных водных ресурсов сконцентрирован в Гянджа-Казахском 1540 млн.м³ или 21,0%, наименьший - 565 млн.м³ или 8% в Талышско-Муганском массиве.

В республике прогнозные подземные водные ресурсы оцениваются в объеме 9150 млн.м³, из них 80% расчетные. Из расчетных запасов в настоящее время используются более 32%. На территории республики с помощью речных артерий в среднем в год поступает 323 млрд. м³ воды, из них для различных целей используется -23млрд.м³, а остальные 9 млрд.м³ сбрасываются в Каспийское море [1]. В год по республике, как отмечалось выше расходуется – 23 млрд.м³, из них 2,4 млрд.м³ составляет подземные воды.

Таблица 1

Объем пресных водных ресурсов Азербайджанской республики и состояние их использования [1, 2, 3]

№	Наименование бассейнов пресных подземных вод	Площадь Е, тыс.га	Коэффициент фильтрации водоносной толщи	Минерализация подземных вод с, г/л	Запас подземных вод, в, м ³	Используемые для нужд, в, млн.м ³ /год	В том числе, из используемых млн.м ³ /год			Прогнозные, млн.м ³
							Хозяйственно - питьевой	Прозв. технический	Орошение	
1	Кусарский Дивичинский	290	37,7	0,37	1270	145	98	9	38	1280
2	Алазано-Агричайский	305	17,6	0,39	760	42	7	3	32	1395
3	Гянджа-Казахский	405	9,8	0,98	1540	757	98	21	638	1563
4	Ширванский	379	6,5	1,01	190	31	6	10	15	659
5	Карабахский	335	9,5	0,72	1136	810	129	64	617	1279
6	Мильский	374	9,7	0,89	610	405	55	32	318	834
7	Джабраильский	204	8,2	0,61	620	52	11	3	38	726
8	Приталышско-Муганский	184	9,9	0,86	565	66	14	10	42	684
9	Нахичеванский	148	7,8	0,92	625	58	21	8	29	730
10	Всего:	2620	11,2	0,75	7316	2366	439	160	1767	9150

ПРЕСНЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ И СОСТОЯНИЕ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Выявленный запас подземных вод в республике оценивается в объеме 7316 млн.м³, а прогнозные 9110 млн.м³, те должен увеличился на 1794 млн.м³ или на 24,5%. Приведенные

цифровые значения показывают, что водных ресурсов в республике достаточно, но их необходимо использовать рационально.

ВЫВОДЫ

– Запасов подземных вод, качество которых позволяет использовать их для орошения без предварительной подготовки для сельскохозяйственных культур, достаточно;

– Подземные воды многих источников могут быть использованы для орошения после разбавления, опреснения или обработки специальными мелиорантами;

– Используемые для орошения запасы под-

земных вод должны быть восполнены за счет поверхностного стока в периоды паводков. Это позволит направленно улучшить качество подземных вод и восстановить нарушенное природное равновесие;

– Из выявленных расчетных запасов в настоящее время в народном хозяйстве используются только 32%. Таким образом, водных ресурсов в республике достаточно.

Л и т е р а т у р а

1. **Алимов А.К.** Природные факторы, влияющие на формирование гидрогеологических условий. //Труды АзНИИГиМ, Баку, 2008, Т-28, с. 9-25.
2. **Аскербейли Э.К., Попов А.П., Булатов Р.В., Кязимов С.М.** Подземные воды Северо-Восточной части Азербайджана и перспективы их использования для водоснабжения. М. Стройиздат, 1974, 225 с.
3. **Листенгарген В.А.** Формирование ресурсов подземных вод аллювиально-пролювиальных равнин. Баку, Элм, 1987, 163 с.
4. **Мирзоев С.Ш., Валиев Х.И.** Разведка и оценка запасов подземных вод для орошения. Ташкент. ФАН. 1977, 185 с.
5. **Островский В.Н.** Формирование подземных вод в аридных районах Казахстана. Л. Гидрометеоиздат. 1976, 284 с.
6. **Ходжибаев Н.Н.** Естественные потоки грунтовых вод Узбекистана. /В кн.: Гидрогеология и инженерная геология аридной зоны СССР. Ташкент, 1970, В – 7, с. 48-59.

ОЦЕНКА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ В ЦЕЛЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ ПРИ ЗАСУХЕ

Алимов А.К., Зейналов Т.С.

НПО "Аз Г и М"
г. Баку, Азербайджан

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Постановка вопроса: установить и оценить объем воды альтернативных источников, географию их распространения, качество и объем этих вод, применяемых в условиях засухи.

Объект исследования: исследования проведены преимущественно на территории Карабахской региональной водно-балансовой станции и частично в различных регионах Кура-Араксинской низменности.

Результаты исследований: объем поверхностных водных ресурсов с 50% обеспеченностью составляет 30-32 км³, 75% при обеспеченностью 22-24 км³ и 95% обеспеченностью – 10-14 км³. Они распространены по всей территории республики неравномерно.

В 2014 году 60-70% поверхностных водных ресурсов используются на нужды сельского хозяйства, 20-25% промышленности, остальная часть на водоснабжение. В республике объем коллекторно-дренажных вод – 5,2 км³, фекальных – 4,2 км³, озерно-болотных – 2,2 км³, всего – 11,6 км³ с минерализацией 0,7-4,5 г/л.

Объем пресных подземных водных ресурсов с минерализацией до 3 г/л оценивается в объеме 7316 млн.м³, используемых для нужд народного хозяйства – 2633 млн.м³ или 32,8%. Из используемого объема воды на хозяйственно-питьевые нужды идут 439 млн. м³ или 18,6%, на орошение 1767 млн. м³ или 74,7%. Наибольший объем пресных водных ресурсов сконцентрирован в Гянджа-Казахском массиве – 1540 млн. м³ или 21,0%, наименьший – 565 млн. м³

или 8% в Тальшско-Муганском массиве.

В республике на 2014 г., площади пригодные к орошению составляют 3,2 млн. га. Из них, в настоящее время используется только 1427 тыс. га. Орошаемые территории, расположенные в зонах пустынь и полупустынь, где через каждые 3-7 лет выявляется год засухи. В этот период альтернативные источники водных ресурсов без какого-либо ущерба, можно использовать для промывки засоленных земель и на орошение.

Альтернативные водные ресурсы были использованы, преимущественно, на территории Карабахской на регионально водно-балансовой станции. Данная территория расположена в средней части конуса выноса реки Тертерчая, площадь станции – 550 га и она оборудована необходимыми приборами. Установлено, что на сельскохозяйственную продукцию активно воздействуют климатические факторы, они наиболее изменчивы и активны [1, 2].

Климатом называется закономерное изменение атмосферных процессов, которые создаются под воздействием солнечной радиации.

Причины изменения климата различны, к ним относятся изменения земной орбиты и наклона оси вращения Земли, колебание солнечной радиации. Из солнечной радиации для биологических процессов растений наибольшее значение имеют: ультрафиолетовая, фотосинтетически активная и ближняя инфракрасная радиация [3].

В формировании биологических процессов активно участвуют: прямая радиация (S^d), рассеянная радиация (D), отраженная радиация (R_r),

ОЦЕНКА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ В ЦЕЛЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ ПРИ ЗАСУХЕ

длинноволновое излучение Земли (E_z), длинноволновое встречное излучение атмосферы (E_a).

Интенсивность прямой радиации (S) зависит от высоты расположения солнца и прозрачности атмосферы и возрастает с увеличением высоты местности над уровнем моря на высоте 1 км – это составляет 79,2 – 132,9 BT/m^2 , а на высоте 4-5 км – 1186,6 BT/m^2 ; $S^l = Q - D$ [3].

Рассеянная радиация (D) – чем меньше высота солнца и больше загрязненность атмосферы, тем больше доля рассеянной радиации в потоке суммарной радиации. Изменяется в пределах 65-250 BT/m^2 . В годовом ходе рассеянная радиация зафиксирована летом.

Отраженная радиация (R_k) – часть суммарной радиации, приходящей к деятельному слою Земли, отражается от него: $R_k = A \cdot Q$; где: Q – суммарная радиация, $Q = S^l \cdot D \cdot A$ – альbedo-отражательная способность Земли и выражается в процентах (хлопковые поля 20-25%, пшеница – 10-25%, люцерна – 25-30%, сухие глинистые почвы 20-35%, сухие песчаные почвы 25-45%). Альbedo водных поверхностей меньше, чем суши, что связано с поглотительной способностью воды. Длинноволновое излучение земли и атмосферы (E_z): $E_z = \delta \cdot \sigma T^4$, где: δ – коэффициент поглощения, т.е. относительная излучательная способность, показывающая какую долю излучения абсолютно черного тела (σT^4) составляет излучение данной поверхности; σ – постоянный коэффициент Стефана Больцмана $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ BT}/m^2 \cdot K^4$, δ – для чернозема – 0,87, песка – 0,89, лугов – 0,94, воды – 0,96.

Эффективное излучение – $E_\phi = E_z - \delta E_a$, где: E_a – встречное излучение, которое зависит от температуры, влажности и прозрачности воздуха и от облачности.

С повышением температуры дневной поверхности E_ϕ – увеличивается, а с повышением относительной влажности воздуха – уменьшается.

Если радиационный баланс положителен, тогда деятельный слой Земли нагревается – происходит испарение водных ресурсов. При отрицательном радиационном балансе дневная поверхность охлаждается и происходит конденсация водяных паров.

Расход энергетических ресурсов, в основном, происходит в светлой части суток и изменяется в зависимости от времени года и географической широты. Увеличение продолжительности дня способствует удлинению периода фотосинтеза растений. С увеличением площади зеленой массы, корреляционно возрастает фотосинтез и поглощение солнечной радиации. Максимальное поглощение солнечной радиации посевом хлопка – сырца создается при площади листьев 35-50 тыс. $m^2/га$ (в зависимости от структуры посева и особенностей растения). Максимальная площадь листьев у зерновых культур обычно наблюдается в фазе цветения.

С повышением температуры атмосферного воздуха скорость развития растений увеличивается пропорционально возрастанию температуры, но только до определенных ее значений. При дальнейшем ее повышении скорость развития растений замедляется, а затем наступает их угнетение и гибель. Суточные и годовые колебания температуры дневной поверхности вследствие ее теплопроводности передаются в более глубокие слои. Слой почвы, температура которого имеет суточный и годовой ход, называется активным слоем. Слой почвы, температура которого в течение суток не изменяется, называется слоем постоянной суточной температуры, этот слой расположен на глубине 3-4 м.

Деятельная поверхность Земли характеризует температурный режим почвогрунтов, а именно оголенная почва нагревается сильнее, чем покрытая растительностью. Последняя затеняет поверхность почвы, поглощая значительную часть приходящей солнечной радиации, в результате увеличивается значение эффективного излучения, особенно в поле хлопчатника, в зависимости от значений относительной влажности воздуха.

Ход относительной влажности воздуха противоположен ходу температуры воздуха. Это объясняется тем, что давление насыщения увеличивается с повышением температуры быстрее, чем возрастает поступление водяного пара в атмосферу. При высоком дефиците насыщения пара резко возрастает испарение с поверхности почвы и усиливается транспирация

растений. Скорость испарения в первую очередь зависит от ее температуры, а также от влажности воздуха, скорости ветра, содержания воды в почве, ее физических свойств, состояния поверхности и наличия растительности.

Содержание влаги в почве является одним из незаменимых факторов жизни растений. Для растения необходимы: влага превышающая – влажность устойчивого завядания, её принято называть продуктивной влагой, определяется по данным объемного веса почвы δ – (г/см³); мощность расчетной толщи h (см); W – влажность почвы (% от массы абсолютно сухой почвы); W_k – влажность устойчивого завядания (% от массы абсолютно сухой почвы); 0,1 – коэффициент для перевода высоты слоя воды, в мм:

$$W_{np} = 0,1 \delta \cdot h (W - W_k),$$

В засушливых районах наиболее эффективным способом улучшения водного режима почвы является орошение – дождеванием.

Во всех случаях поливные нормы и число поливов регулируется в соответствии с метеорологическими условиями, чтобы наиболее эффективно расходовать поливную воду, ресурсы которой весьма ограничены.

На территории республики более 70% пахотных земель расположены в районах недостаточного и неустойчивого увлажнения, где засуха и суховеи всё еще активно наносят ущерб сельскому хозяйству.

Засуха – сложное явление, которое возникает при длительном отсутствии осадков в сочетании с высокой испаряемостью, что обуславливает иссушение корнеобитаемого слоя почвы и нарушает водоснабжение растений. В результате растение резко снижает свою продуктивность. В зоне пустынь и полупустынь такие условия наблюдаются постоянно.

Суховеи – метеорологическое явление, которое характеризуется низкой относительной влажностью, высокой температурой приземного слоя воздуха и ветром со скоростью более 5 м/сек. Это обуславливает высокую испаряемость, вызывает нарушение водного баланса растений в результате превышения расхода влаги путем транспирации над ее приходом через корневую систему, повреждение отдельных органов и

гибель посевов.

Засушливость климата оценивается показателем (K), в состав которого входят: запас продуктивной влаги (W_{np}) в слое почвы 100 см; A – атмосферные осадки, выпавшие от начала весны до момента расчета и сумма средних суточных температур воздуха (Σt) от даты перехода температур воздуха через $^{\circ}C$ ($K = 10 (W_{np} + A) : \Sigma t$). При $K < 1,5$ и $W_{np} < 10$ мм наблюдаются сильные засухи. Засушливость климата непосредственно связана с режимом ветра.

Ветер является усиливающим фактором в суховеином комплексе, даже умеренный ветер со скоростью 3-7 м/с увеличивает расход влаги посевом. Высокая испаряемость при сильных суховеях обуславливает испарение больше 8 мм/сутки, что равноценно расходу воды свыше 8 тонн с 1 га.

Влияние суховея на сельскохозяйственные культуры различно в зависимости от влажности почвы. При запасе продуктивной влаги в пахотном слое менее 10 мм, растения завядают в первые же часы, не восстанавливая полностью тургор и ночью. В этом случае продуктивность фотосинтеза снижается до нуля и резко снижается потенциальный урожай.

При поддержании запасов влаги в корнеобитаемом слое почвы, на уровне, обеспечивающем суммарное испарение посева (ниже 80% от наименьшей влагоемкости), растения обычно не повреждаются суховеями.

В зависимости от времени года, температуры воздуха и скорости ветра зафиксированы три типа засухи: весенняя, летняя и осенняя.

Весенняя засуха характеризуется обычно очень низкой относительной влажностью (в полдень до 8-12%) на фоне сравнительно еще высокой температуры воздуха. Эта засуха нередко сопровождается сильными ветрами.

Летняя засуха проходит на фоне высокой температуры и низкой относительной влажности воздуха. Летняя засуха обычно протекает на фоне небольших почвенных запасов влаги, поэтому оказывает большое отрицательное воздействие на растения, чем весенняя.

Осенняя засуха – развивается уже на фоне менее высокой температуры воздуха, но в

ОЦЕНКА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ В ЦЕЛЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ ПРИ ЗАСУХЕ

условиях пониженных запасов влаги почвы – после лета. Она опасна для озимых культур.

Для ослабления влияния засухи на тепловой и водный режим растений регулярно проводят

орошение – особенно дождеванием. Этот способ орошения создаёт микроклимат и одновременно экономит водные ресурсы.

АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕЛИОРАТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

1. Одной из важнейших задач агротехники является сокращение непроизводительного испарения почвы. Для этого применяют такие агротехнические приемы, как рыхление междурядий пропашных культур, что связано с разрушением почвенных капилляров, по которым вода поступает к поверхности почвы. Чем больше степень рыхления и меньше температура почвы, тем больше условия конденсации водяных паров.

2. Процессы орошения и рыхления почвы на глубину 5-10 см, снижают температуру слоя на 1-3°C, что приводит к ускорению процесса конденсации. Температуру почвы можно регулировать также путем орошения, особенно

дождеванием.

3. В целях ликвидации испарения водных ресурсов – орошаемые поля желательно целый год поддерживать под растением и регулярно проводить орошение.

4. В зоне недостаточного увлажнения – влагонакоплению способствует чистый пар. Здесь ко времени сева озимых культур продуктивной влаги накапливается на 50-100 мм больше, чем на непаровых полях.

Все мероприятия направлены на уменьшение непродуктивной части водного режима почвы и возможности использования нетрадиционных вод.

Л и т е р а т у р а

1. **Алимов А.К.** Оценка и прогноз качества коллекторно-дренажных вод и возможности использования их в народном хозяйстве. Баку – Элм. 191 с.
2. **Бехбудов А.К.** Некоторые вопросы использования минерализованных вод для орошения и промывки. //Сб.трудов АзНИИГиМ: "Использование пресных и минерализованных вод при орошении и промывки". М., ВНИИГиМ, 1973, с. 24-31.
3. **Чирков Ю.И.** Основы агрометеорологии. Л.: Гидрометеоиздат, 1983, 247 с.

**К ВОПРОСУ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ
СПОСОБА ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ
И ЕГО ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ**

Амбарцумян П.В.

Email: *HambardzumyanYSUAC@gmail.com*

Национальный Университет Архитектуры и Строительства Армении
ул. Теряна №105, г. Ереван, 375009, Армения

ВВЕДЕНИЕ

Гидростатическое нивелирование, как один из способов геодезических измерений положения наблюдаемых точек по высоте является с одной стороны самым древним способом, с другой – самым новым, так как многие века он был незаслуженно забыт и по настоящему начал развиваться в XX веке. Благодаря изобретению новых методов фиксации уровня жидкости стало возможным отнести рассматриваемый способ к разряду высокоточных.

Гидростатическое нивелирование позволяет при определенных условиях производить измерения со средней квадратичной ошибкой 0,01...0,1 мм. Особое распространение способы гидронивелирования получили в инженерной геодезии. Они применяются при установке и монтаже технологического оборудования, для наблюдения за осадками плотин и стен тоннелей внутри них, мостов, турбин, различных фундаментов, агрегатов (в процессе эксплуатации), для определения эластичных деформаций различных сооружений под влиянием напора ветра, тяжести снега и т.д., в том числе высотных сооружений.

Современное развитие ряда областей науки и промышленности привело к созданию объектов, нормальная работа которых возможна лишь при соблюдении высокой точности сопряжения отдельных строительных и технологических элементов и стабильности их положения в процессе эксплуатации. К таким сооружениям относятся Ереванский кольцевой ускоритель заряженных частиц, Армянская атомная элект-

ростанция, бетонная плотина Ахурянского водохранилища, земляные плотины Джозгазского, Мармарикского и др. водохранилищ, Разданская ТЭС (5-ый энергоблок) и др. В Грузии есть опыт использования гидронивелирования на Ингурской ГЭС. Ко времени появления этих сооружений, имеющих исследования и разработок в области гидронивелирования оказалось недостаточно. Потребовались принципиально новые глубокие решения в области теории и практики способа применительно к новым условиям строительства, монтажа и эксплуатации инженерных сооружений, где другие методы высотных измерений, в частности, способ геометрического нивелирования, не в состоянии были решить проблемы, стоящие перед геодезистами в этой области.

Другая группа задач возникает в связи с необходимостью частичной или полной автоматизации измерений. Для ряда объектов, после окончательного строительства требуется выполнять в процессе эксплуатации высокоточные измерения автоматически, с дистанционной передачей информации на регистрирующие приборы, компьютеры, входящие в геоинформационные системы (ГИС) для определения параметров фактического положения оборудования с целью введения коррекции. Кроме того, автоматизация геодезических измерений необходима с целью повышения производительности труда и в процессе монтажа агрегатов специальных сооружений [1].

Все указанные группы задач тесно связаны

друг с другом. Их решение невозможно без развития теоретического обоснования гидростатического нивелирования, конструирования новых приборов, создания новой методики, способов измерений, усовершенствования математической обработки результатов измерений и т.д.

Среди существующих геодезических методов высотных измерений (при строительстве и

эксплуатации уникальных сооружений) в последние годы все чаще отдают предпочтение гидростатическому методу нивелирования, как одному из высокоточных методов высотного контроля, который позволяет создать стационарные системы с дистанционным съемом информации при сравнительно небольших затратах.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

При гидростатическом нивелировании используются сосуды с покоящейся жидкостью, которая имеет свободную поверхность [2]. При $z = 0$ (см. рис.1) $C = P_0$, где P_0 – внешнее давление. Таким образом, общий гидростатический закон описывается уравнением

$$P = P_0 + \gamma z,$$

т.е. для практически несжимаемой жидкости давление на глубине "z" равно внешнему давлению P_0 , сложенному с массой столба жидкости, который имеет высоту "z" и площадь основания, равную единице.

В геодезии знак "z" обычно заменяют знаком "H", т.е.

$$P = P_0 + \gamma H.$$

В сообщающихся сосудах жидкость перераспределяется из одного в другой до тех пор, пока не наступит гидростатическое равновесие столбов жидкости [3], т.е.

$$P_0 + \gamma_1 H_1 = P'_0 + \gamma_2 H_2.$$

Если $P_0 = P'_0$, то выражение запишем в виде

$$\gamma_1 H_1 = \gamma_2 H_2.$$

При применении гидростатического нивелирования на небольших территориях можно принять широту (географическую) места и высоту над уровнем моря постоянными и следовательно $g_1 = g_2 = g = const$. Тогда будем иметь

$$g_1 H_1 = g_2 H_2.$$

Эти формулы справедливы для систем из сообщающихся сосудов, заполненных жидкостями с различными характеристиками (например, с разными температурами) или с разной природой (например, водой и ртутью).

Если в сообщающихся сосудах жидкость однородна и имеет одинаковые параметры, то

свободная поверхность жидкости находится в них на одинаковом уровне, независимо от поперечного сечения сосудов (кроме сосудов – капилляров) и массы жидкости, т.е. $H_1 = H_2$ или $h'_A + h_A = h'_B + h_B$, $h_A - h_B = h'_B - h'_A = \Delta h$.

Практическая формула гидростатического нивелирования примет вид:

$$\rho_1 (h'_A + h_A) = \rho_2 (h'_B + h_B).$$

Сущность метода гидростатического нивелирования поясняется рис.1, на котором изображены сообщающиеся друг с другом сосуды "а" и "в", установленные на контролируемых поверхностях (реперах) "А" и "В".

Искомое превышение Δh , как и в геометрическом нивелировании, можно рассчитать с помощью формулы

$$\Delta h = h_A - h_B = h'_B - h'_A.$$

В общем случае

$$\Delta h = h_A - \frac{\rho_2 g_2}{\rho_1 g_1} h_B + \frac{P_0 + P'_0}{\rho_1 g_1} + \left(1 - \frac{\rho_2 g_2}{\rho_1 g_1}\right) h'_B,$$

или учитывая $H_2 = h'_B + h_B$, $h'_B = H_2 - h_B$,

$$\Delta h = h_A - \frac{\rho_2 g_2}{\rho_1 g_1} h_B + \frac{P_0 + P'_0}{\rho_1 g_1} + h'_B - \frac{\rho_2 g_2}{\rho_1 g_1} h'_B,$$

$$\Delta h = h_A - h_B + \frac{P_0 + P'_0}{\rho_1 g_1} + \left(1 - \frac{\rho_2 g_2}{\rho_1 g_1}\right) H_2,$$

в частном случае, при $g_1 = g_2 = g = const$

$$\Delta h = h_A - h_B + \frac{\Delta P}{\rho_1 g_1} + \frac{\Delta P}{\rho_1} H_2,$$

при $P_0 = P'_0$, получаем практическую формулу гидростатического нивелирования:

$$\Delta h = h_A - h_B + \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1} H_2,$$

при однородной жидкости

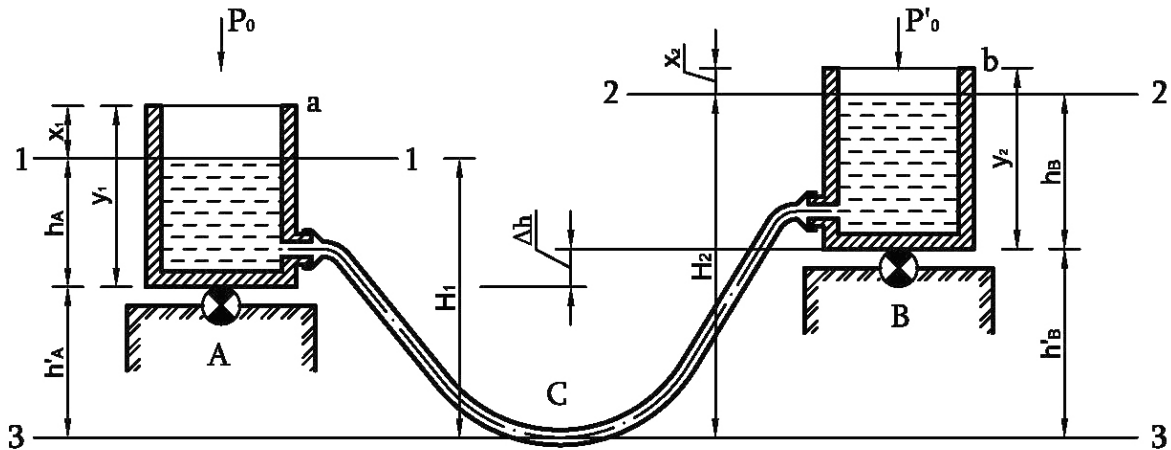


Рис.1 Схема определения превышения в гидростатическом нивелировании

1 – 1 уровневая поверхность жидкости в сосуде "а".

2 – 2 уровневая поверхность жидкости в сосуде "в".

3 – 3 уровневая поверхность наиболее низкой точки "с" оси соединительного трубопровода.

$$\Delta h = h_A - h_B,$$

или

$$\Delta h = (y_1 - y_2)(x_1 - x_2),$$

где "y₁" и "y₂" – высоты сосудов, или положение исходных точек отсчитывания, например, острия штока при отсчете ноль по барабану микрометрического винта, относительно рабочего основания; "x₁", "x₂" значения положения уровней жидкости в сосудах, т.е. расстояния от исходной точки отсчитывания до поверхности жидкости. Аналогичное равенство можно написать, если переставить сосуды местами:

$$\Delta h = (y_1 - y_2)(x'_2 - x'_1),$$

где x'₁ и x'₂ – новые значения положения уровней жидкости в сосудах.

Решая совместно два последних уравнения получаем

$$\Delta h = \frac{1}{2}[(x'_2 - x'_1) - (x_2 - x_1)]$$

и
$$C = y_2 - y_1 - \frac{1}{2}[(x'_2 - x'_1) - (x_2 - x_1)],$$

где C – постоянная прибора, т.е. разность в положении точек отсчитывания (мест нулей) в каждом гидростатическом сосуде, зависящая от погрешностей изготовления. Место нуля головки, а следовательно постоянную прибора можно определять не только путем перестановки, но и путем эталонирования гидростатической головки относительно головки – эталона на горизонтальной поверочной плите. В результате эталонирования можно устранить неравенство в

положении нулей, хотя, иногда, это и не обязательно; можно вполне ограничиться введением поправок.

При стационарно установленной гидростатической системе, предназначенной для определения стабильности положения оборудования и других наблюдаемых точек, данные о местах нулей в головках вообще не требуются, так как все наблюдения могут производиться относительно цикла измерений, принятого за исходный.

Простейший вариант гидростатического нивелира основан на измерении расстояния от исходной точки отсчитывания до поверхности жидкости. Исходной точкой отсчитывания, как правило, считается верхний край гидростатического сосуда (головки) [4]. Вся система заполняется жидкостью, например дистиллированной водой.

Соединительный шланг является одним из основных узлов гидростатического нивелира, поэтому необходимо, чтобы он удовлетворял ряду условий. Опыт многолетней эксплуатации приборов позволил выработать следующие технические требования к соединительному шлангу:

- внутренний диаметр 10...20мм;
- толщина стенок не менее 2мм;
- температурный перепад -40°...+40°С;
- предел прочности при разрыве до 150 кгс/см²;
- предел внутреннего или внешнего давления до 6 атм.;

К ВОПРОСУ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ СПОСОБА ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ И ЕГО ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ

– материал шланга должен быть полупрозрачный.

Наиболее подходит по изложенным требованиям и параметрам белый полиэтиленовый шланг марки СТУ–104.644-75.

Длина соединительного шланга определяется исходя из шага нивелирования, диапазона прибора, углов наклона местности. Во всяком случае, она всегда больше максимально допустимой (для данного прибора) величины превышения и обычно при работе в пересеченной местности не превышает 50 м, хотя в отдельных случаях может быть значительно больше.

Физические характеристики жидкостей, применяемых в гидростатических нивелирах, оказывают значительное влияние на точность, рабочий и температурный диапазон прибора. Для работы при положительных температурах наиболее подходящей жидкостью по физическим характеристикам является дистиллированная вода. Для предотвращения "цветения" воды в нее добавляют до 1% формалина. При отрицательных температурах оптимально использование водного 30% раствора хлористого кальция.

Свойство жидкости в сообщающихся сосудах устанавливаться на одном уровне с давних времен широко использовалось для определения высот точек местности. Было создано большое количество разнообразных нивелиров, начиная от рек Штрауса и кончая высокоточными современными приборами, позволяющими определять высоты с точностью до нескольких десятков микрометров. Главный недостаток этих приборов – их громоздкость, хрупкость, малый диапазон измерений и т.д.

Интенсивные работы в Национальном университете архитектуры и строительства Армении (НУАСА) по разработке систем гидронивелирования и основных теоретических положений в области гидростатического нивелирования были начаты в 1970 году [5, 6].

Первая система для гидростатического нивелирования, разработанная в НУАСА, была основана на оптоэлектронной (фотоэлектрической) регистрации положения уровня жидкости в датчике с передачей информации в дискретной форме кодово-импульсным, или, как еще называют, числоимпульсным методом.

Датчик уровня содержит электродвигатель,

на вал которого насажен кулачок, а также индикатор часового типа, стрелка которого заменена кодирующим диском с радиальными щелями. По разные стороны кодирующего диска расположены осветительные лампочка и фотоприемник, в частности, фотодиод. Фиксатором уровня жидкости служит световод, заточенный внизу конусообразно под углом полного внутреннего отражения света на границе раздела двух сред: материала световода и воздуха. Над верхним торцом световода установлен осветитель, а на дне сосуда расположен фотоприемник под защитным стеклом. Регистрирующая схема состоит из формирователей, триггера, электронного клапана и счетчика импульсов.

Принцип работы такого устройства заключается в следующем. При нажатии пусковой кнопки нижней группой контактов осуществляется переброс триггера в такое состояние, при котором клапан открывается, а через верхнюю группу контактов подается напряжение на обмотку электродвигателя. При вращении вала электродвигателя кулачок своим выступом выходит из соприкосновения с концевым контактом, который замыкается, самоблокируя цепь питания электродвигателя на время полного оборота кулачка. Кулачок при своем вращении приводит в поступательное движение шток индикатора, который сообщает вращательное движение кодирующему диску. При этом модулируется свет лампочки на фотоприемнике и формирователем вырабатываются счетные импульсы, которые проходят через открытый клапан на счетчик импульсов, где они и фиксируются.

В момент касания концом световода поверхности жидкости образуется мениск и, так как при этом нарушаются условия полного внутреннего отражения света, засвечивается фотоприемник и формирователем вырабатывается электрический импульс, который поступает на второй вход триггера и перебрасывает его в другое состояние, при котором клапан закрывается – дальнейшее прохождение счетных импульсов на счетчики прекращается.

Таким образом, счетчиком будет зафиксировано число импульсов "N", пропорциональное расстоянию "a", на которое перемещается

конец световода от своего исходного (верхнего) положения до уровня жидкости в сосуде и при этом $a = N\tau$, где τ – "цена" счетного импульса, выраженная в единицах длины.

Совершив полный оборот, кулачок своим боковым выступом размыкает контакт, отключая при этом напряжение с обмотки электродвигателя, а шток под действием возвратной пружины приводится в исходное положение.

В дальнейших разработках был использован электроконтактный способ фиксации уровня жидкости в датчиках.

Величина перемещения "а" острия игольчатого электрода от его исходного положения до поверхности жидкости определяется точно так же, как в предыдущем варианте датчика уровня. При помощи схемы, расположенной в блоке управления, оператор выбирается требуемый номер датчика, с которого затем снимаются показания после нажатия пусковой кнопки. Релейная схема открывает клапан и подает напряжение питания на формирователь. С приходом стопового импульса (в момент касания игольчатым электродом поверхности жидкости в датчи-

ке) формирователем вырабатывается напряжение, вызывающее срабатывание релейной схемы. При этом запирается клапан и одновременно размыкается цепь питания формирователя, чем обеспечивается снятие напряжения с провода, подключенного к игольчатому электроду датчика. Дальнейшее пребывание игольчатого электрода в жидкости протекает без процесса электролиза.

При использовании любой из систем гидростатического нивелирования, разработанных и изготовленных в НУАСА, величину вертикального смещения контрольной точки "i" относительно опорной точки "о" (опорная точка выбирается предварительно, или во время обработки результатов измерений) за период между двумя циклами наблюдений определяется по формуле:

$$\Delta H_{i-o} = \tau[(N'_i - N''_o) - (N'_o - N''_i)],$$

где: N'_i и N'_o – отсчеты (числа импульсов) по контрольному и опорному датчикам, соответственно, в первом цикле наблюдений; N''_i и N''_o – то же самое во втором цикле наблюдений.

ВЫВОДЫ

Т.о. стоимость всей системы гидростатического нивелирования определяется, в основном, стоимостью датчиков уровня, а не блока управления. Дальнейшие разработки были направле-

ны, главным образом, на упрощение конструкции и, соответственно, на удешевление датчиков уровня.

Л и т е р а т у р а

1. **Васютинский И.Ю.** Гидростатическое нивелирование. М.: Недра, 1976, 167 с.
2. **Прихода А.Г., Мозгов А.К.** Гидростатическое нивелирование при детальном гравиметрических съемках. Метод. руководство; Сибирский НИИ геол., геофизики и минер. сырья. Новосибирск, 1973, 105 с.
3. **Бархударян А.М., Бегларян А.Г., Амбарцумян П.В.** Характер движения жидкости в системе гидродинамического нивелирования. // "Проблемы инженерной геодезии", межвуз. тематический сб. науч. трудов по строит-ву и архитектуре. Ер. политехн. ин-т (ЕрПИ), Вып. 1(1983), Ереван, 1983, с. 11-20.
4. **Амбарцумян П.В., Мирзабекян К.Д., Таплавшили И.А.** А.с. 1170272 СССР, МКИ⁴ G 01 C 5/04. Гидростатический нивелир. Бюл. № 28 //Изобретения, 1985.
5. **Мовсесян Р.А., Бегларян А.Г., Амбарцумян П.В., Товмасян А.К.** А.с. 1318787 СССР, МКИ⁴ G 01 C 9/06. Устройство для измерения углов наклона. Бюл. №23, Изобретения, 1987.
6. **Таплавшили И.А., Амбарцумян П.В., Зейтагян А.С., Грозян К.Р.** Варианты измерения превышений способом гидродинамического нивелирования. //Геодезия и картография, 1984, №1, с. 30-34.

СТРОИТЕЛЬСТВО И РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗАБРОШЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В СОВРЕМЕННЫХ РАЗВИВАЮЩИХСЯ ГОРОДАХ

Аракелян Меружан Эдуардович

Email: meruj2010@yandex.ru

Национальный Университет Архитектуры и Строительства Армении
ул. Теряна №105, г. Ереван, 375009, Армения

ВВЕДЕНИЕ

Начиная с 70-ых годов двадцатого века в обществе наблюдается "информационный" прогресс, который породил новую эпоху в истории человечества, когда произошел переход от "индустриального" общества к "постиндустриальному" или "информационному". Вследствие разорения фабрик или их переноса на окраины городов целые города и кварталы оказались заброшенными, там начался упадок, который повлек за собой социальную и культурную деградацию. Причем промышленные зоны в городах занимают обширные территории и благодаря их удобному расположению имеют большой градостроительный потенциал.

Промышленные предприятия в среде городских центров представляют собой особые анклавов, как, например, крепости, монастыри или зоопарки. Они являются особыми городами в городах, имеют собственную планировочную структуру, которая почти или совсем не связана

с близлежащими территориями. Также они отличаются масштабами и имеют относительную независимость. Имея альтернативные реконструктивные функции, они привлекают инвестиции, которые целесообразны по социальным, экономическим, психологическим, историческим и эстетическим причинам. Многие промышленные предприятия перемещаются из центра города в пригородные зоны. Отказ от промышленных зон способствует улучшению экологического состояния и снижению негативного воздействия на окружающую среду. Все старые предприятия в основном являются источниками различного рода загрязнений, начиная с шума и кончая токсичными газами. Однако, нужно отметить, что промышленное прошлое оставило нам объекты, которые являются частью архитектурного наследия. В последнее время предпринимаются активные меры по охране и реконструкции подобных памятников.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Объектом исследования являются заброшенные промышленные территории. Реконструкция промышленных объектов и их территорий предполагает ревитализацию зданий и территорий с серьезным функциональным потенциалом. Это явление называют также Loft (*англ.* – чердак), которое служит основой для целого стиля, однако под этим понятием чаще всего понимается изменение функций: их перестройка под жилые дома или объекты общественного обслуживания. Изменение внутренних интерьеров, архитектур-

но-пространственное и функциональное состояние которых не соответствует их градостроительному назначению, обычно не предполагает реконструкции или реновации предприятия. Поэтому одной из вариантов использования территории является снос существующего здания и построение нового [1].

Функция реновации требует серьезных инвестиций, она, как правило, обходится дороже, чем построение нового здания, поскольку включает санацию загрязненной территории,

однако снос старого здания может также оказаться затратным. Как правило, решение проблемы заключается в частно-государственном сотрудничестве. Поэтому подобные комплексы включают в себя коммерческие элементы (элитные жилые дома, офисы или объекты торговли), и только в исключительных случаях, исходя из муниципального бюджета, может быть одобрен какой-либо неприбыльный проект.

В случае сохранения устойчивого спроса на административные и торговые территории, а также на территории для среднего и малого бизнеса, можно говорить о таком перспективном направлении, как реконструкция промышленных зон в целях дальнейшего их использования в коммерческих целях.

Промышленные территории имея различные функции, занимают большую площадь. Они позволяют создать просторные автостоянки, что является непозволительной роскошью в центре города. В пределах больших территорий арендатор может приобрести различные функциональные возможности: склады, офисы, производственные помещения. Есть здания, например, call-центры или data-центры, архивы, которые имеют особые требования к помещениям (более мощная электросеть, особый температурный режим и т.д.). С этой точки зрения промышленные зоны вновь вне конкуренции: высокие потолки, широкие своды, прочность потолка – все эти особенности позволяют организовать территорию для эффективной работы подобных объектов [2].

Заброшенное крупное производство всегда предполагает хорошие коммуникации: мощные линии электропередач, инженерную инфраструктуру, удобные подъезды (в том числе для габаритных транспортных средств), они оснащены системами безопасности и контроля, современными сетями связи.

Концепция реконструкции промышленных зон различна в разные периоды времени и для разных территорий. Причем в основе принципа реконструкции должно лежать не отдельное здание, а комплекс: группа зданий, квартал и т.д. Это позволяет осуществлять комплексную оценку градостроительских задач и принимать

рациональные решения, которые отвечают современным требованиям и обеспечивают связь между различными архитектурными эпохами.

В градостроительской практике реконструкция рассматривается как снос существующей постройки и построение новой. Во Франции в тот же период исключительно сносили жилые дома, промышленные здания же подрывали и на их месте строили новые. Десять лет спустя немцы начали брать пример с французов, однако после простых экономических расчетов они пришли к выводу, что снос промышленных зданий и построение новых требует больше средств, чем их реновация. Немцы нашли решение в понятии "реновация", и назвали его "бережное обновление" [2].

Главная задача заключается не в прибыли (как результат реновации), а в интеграции "утраченных" промышленных зон в городскую среду. А какие новые функции могут выполнять промышленные здания и их территории? Неужели они обречены на отчуждение от городов? Сохраняют ли они свой статус структурированных территорий (green community), даже если они перестраиваются под жилые или общественные здания? Возможно ли за короткий период времени воссоздать городскую структуру или это потребует длительных усилий? [2]

Если мы имеем дело с подобными территориями, неизбежен вопрос о том, что на данной территории подлежит сохранению, что является памятником, что считается ценным в памятнике. Как меняется смысл памятника, если изменяется его контекст. Многие из старых промышленных зданий, несмотря на то, что не являются памятниками, несомненно, имеют определенную архитектурную ценность, находятся в хорошем состоянии и пригодны для новых функций. Сегодня во многих странах значительно изменилось отношение к промышленной архитектуре: от непризнания и массового сноса в 70-ых до создания музеев в 90-ых.

Имеющийся незначительный отечественный опыт по реконструкции промышленных зданий под новые более пригодные функции не имеет теоретических основ и мало изучен. Нет научно-исследовательских работ по этому вопросу.

СТРОИТЕЛЬСТВО И РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗАБРОШЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В СОВРЕМЕННЫХ РАЗВИВАЮЩИХСЯ ГОРОДАХ

Несмотря на то, что в городе Ереван имеется значительная "заброшенная", неиспользуемая территория, об этой проблеме ничего не сказано и не внесены изменения в планировочную структуру города, которая подразумевала бы рациональное использование этих территорий. Эта проблема существует не только в нашем городе, но и во всех тех городах, которые находятся на постсоветской территории. Территориальная организация города традиционно базируется на ее новых функциях: работа, жилье и отдых. Одной из важнейших проблем городской среды является интеграция этих функций в единый городской организм, каждый элемент которого крайне важен [3].

В первые годы советского градостроительства, в эпоху интенсивной индустриализации предпочтение отдавалось созданию рабочих мест, и город представлялся в виде огромного производственно-экономического комбината, который обеспечивал связь между жилыми районами и промышленными зонами. Наблюдалась тенденция сосредоточения промышленных предприятий на одной территории, и рядом с ними строились жилые кварталы и санитарные зоны (как, например, юго-западная промышленная часть нашего города со своими жилыми домами, спроектированными еще в 1924 г. Александром Таманяном). Кроме того, в крупных городах промышленные зоны рассеяны по всему городу, никак не гармонируя с окружающей средой. В дальнейшем начали уделять внимание социальным факторам, что способствовало проектированию города в соответствии с культурно-бытовыми принципами зонирования. Жилые территории, микрорайоны строились исходя из принципа доступности различных объектов обслуживания. Промышленность изолировали от жилых районов защитными санитарными зонами.

Со временем планировочные противоречия подверглись изменениям, территориальная структура города начала с каждым днем усложняться, появился целый комплекс новых функций, который имел изменчивую тенденцию развития, подобно живому организму. В составе городского населения сократилось число людей,

работающих в области промышленности, сократилась доля физического труда, стало больше работников умственного труда и сферы социально-культурного сервиса. Сегодня в мире наблюдается интеллектуализация общества, что приводит к существенно новой ситуации и называется "информационная цивилизация". В результате изменяется градостроительная основа. Центр тяжести материального производства постепенно сдвигается. Умственный потенциал населения используется в науке, образовании и подготовке кадров. В вопросах территориальной организации крупных городов важную роль играют научные и научно-исследовательские комплексы, которые экологически безопасны и могут строиться неподалеку от жилых кварталов или непосредственно в их пределах. В случае реконструкции исторически ценных центров городов, крупномасштабных изменений в планировочной структуре города быть не должно. Особенно, если учитывать, что в современных крупных городах возможна интеграция функций в таких зонах, как комплексные территориальные области. В них жилая застройка совмещается с объектами обслуживания. Теоретически им должна предшествовать реновация существующих на данной территории зданий промышленных предприятий, их превращение в научно-производственные комплексы, которые не загрязняют окружающую среду. Одно подобное направление становится все более предпочтительным. Это реорганизация промышленных территорий, которой в последнее время уделяется много внимания. Реорганизация предполагает превратить в жилые кварталы или полифункциональные общественные центры в те производственные территории на окраинах городов, где фабрики и заводы уже не действуют.

Поскольку город представляет собой живой организм, и в случае парализованности одной его зоны система может выйти из строя. Эта ситуация присуща не только нашему городу, но и тем городам, которые находятся на постсоветском пространстве, в крупных индустриальных центрах, производство которых реализовывалось в других странах бывшего СССР или подвергалось дальнейшей доработке или обработке на

фабрике другого города. После распада Советского Союза республики утратили все связи друг с другом, что привело к нарушению этой огромной системы фабричного хозяйства. Поэтому

большинство заводов и фабрик сейчас не действуют, и их территории стали "заброшенной" частью городов.

ВЫВОДЫ

Проблема реконструкции и реновации зданий промышленных предприятий, создания новой городской среды в последние годы стала более чем актуальной, она обусловлена социальными, экономическими и психологическими

факторами. Для выявления методов реновационного процесса необходимо провести анализ ситуации данной городской среды, воссоздания новой городской структуры, что потребует много усилий и времени.

Л и т е р а т у р а

1. www.arch-grafika.ru
2. www.archclass.ru

3. www.Dronov.blogspot.com

ახალი ტიპის საყალიბე ფარის ნატურული ექსპერიმენტის აღწერა

შახი ბაქანიძე, ნინო მსხილაძე

Email: bakanidze45@mail.ru

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
მ. კოსტავას 77, 0175, ქ. თბილისი, საქართველო

შესავალი

ცნობილია, რომ შენობა-ნაგებობათა შემომფარგლავი მზიდი კედლები უნდა აკმაყოფილებდნენ როგორც კონსტრუქციულ, ასევე თბოტექნიკურ მოთხოვნებს. ამიტომ მათ კონსტრუქციულ გაანგარიშებასთან ერთად აწარმოებენ თბოტექნიკურ გაანგარიშებას, მშენებლობის რაიონის კლიმატური პირობების და სათავსოთა დანიშნულების შესაბამისი მოთხოვნების გათვალისწინებით [1, 2, 3]. ცხადია, გაანგარიშების მიზანს წარმოადგენს კედლის მინიმალური დასაშვები სისქის დადგენა.

ერთშრიანი კედლის შემთხვევაში მის სისქეს დებულობენ მაქსიმალურს, ზემოაღნიშნული ორი სახის გაანგარიშების შედეგად მიღებული მნიშვნელობებიდან. ამის გამო არასრულად გამოიყენება კედლის მასალის ან კონსტრუქციული ან თბოტექნიკური შესაძლებლობები, რაც იწვევს მასალის გადახარჯვას.

ასე, მაგალითად, მცირესართულიანი შენობებისათვის მძიმე ბეტონის გამოყენებისას, თუ მისი სისქე კონსტრუქციული გაანგარიშების შედეგად იქნება უმნიშვნელო (15-20 სმ), თბოტექნიკური გაანგარიშების შედეგად გამოვა გაცილებით მეტი: 78 სმ (ქ. თბილისის პირობებისათვის).

ანალოგიურად, თუ იგივე კედელი შევასრულეთ მსუბუქი ბეტონით (მაგ. პემზაბეტონით), მდგომარეობა იქნება შებრუნებული.

ერთშრიანი შემომფარგლავი კედლების ზემოაღნიშნული ხარვეზის გამოსასწორებლად მიმართავენ მრავალშრიანი (უმეტესწილად – ორშრიანი) კედლების დაპროექტებას, სადაც თითოეული შრის სისქე გაანგარიშებულია მხოლოდ ერთი ტიპის ზემოქმედებაზე (ან – მხოლოდ კონსტრუქციული ან – მხოლოდ თბოტექნიკური).

მონოლითური მშენებლობისას (რომელიც საქართველოში ამჟამად წარმოადგენს მშენებლობის ძირითად ხერხს), კონსტრუქციულ (მზიდ) შრედ შეიძლება მიღებულ იქნეს მძიმე ბეტონი, ხოლო თბოსაიზოლაციო შრედ – რომელიმე ადგილობრივი მსუბუქშემავსებლიანი (პემზა, წიდა, ტუფი და სხვ.) ბეტონი.

მრავალშრიან კედლებში, შრეების ერთობლივი მუშაობის უზრუნველსაყოფად, მიზანშეწონილია მათი ურთიერთმიერთება არა ბრტყელი, არამედ რაიმე რთულპროფილური ზედაპირით, რაც გაზრდის მათ ურთიერთმიერთების ფართობს და, ამდენად, გააუმჯობესებს ადგეზიას მათ შორის.

ამ მიზნით ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია ახალი ტიპის საყალიბე ფარი [4], რომლის საშუალებით შესაძლებელია როგორც ერთშრიანი, ასევე მრავალშრიანი შემომფარგლავი კედლების დაბეტონება შრეების ურთიერთმიერთებით, როგორც ბრტყელი, ასევე რთულპროფილური ზედაპირებით.

პირითადი ნაწილი

1. შემოთავაზებული საყალიბე ფარის ნატურული ექსპერიმენტის ჩატარების მეთოდოლოგია

კედლების დასაბეტონებლად დღეს საქართველოში ძირითადად გამოიყენება უცხოური რიგითი ყალიბები ზომით 2,4×3,3 (h) მ.

საექსპერიმენტოდ ასეთი ზომების საყალიბე ფარების დამზადება გამოიწვევდა სირთულეებს, როგორც მათი დამზადების, ასევე ტრანსპორტირებისა და გამოყენების თვალსაზრისით. ამიტომ ჩვენს მიერ დამზადებულ იქნა ორივე ტიპის საყალიბე ფარი მათ ნატურულ ზომებთან მიმართებაში შემცირებული ზომებით (მასშტაბში 1:2, ანუ 1,2×1,65 მ). დამამზადებელი – შ.პ.ს. „ბეთა“.

ამჟამად, მსოფლიოში არსებული და საქართველოშიც გამოყენებული ყალიბები უზრუნველყოფენ შრეების ურთიერთმიერთებას მხოლოდ ბრტყელი ზედაპირებით და ასეთ შემთხვევაში კონსტრუქციის განყალიბება არ წარმოადგენს პრობლემას.

რაც შეეხება შრეების ურთიერთმიერთებას რთულპროფილური ზედაპირებით. რადგან ჩვენს მიერ საყალიბე ფარები დამზადდა ნატურულ ზომებთან მიმართებაში შემცირებული ზომებით, კონსტრუქციის განყალიბების გაადვილების მიზნით საჭირო იყო შესაბამისი ღონისძიებების გატარება, კერძოდ: დაბეტონებამდე საყალიბე ფარების შეხეთვა უფრო ქმედითი სახეთი მასალებით, ასევე, გამოყენებულ ბეტონის ნარევიში მსხვილი შემავსებლის ზომის შეზღუდვა 20 მმ-ით.

ნატურული ექსპერიმენტის მიზანს არ წარმოადგენდა იმის დასაბუთება, რომ მრავალშრიან შემომფარგლავ კედლებში შრეების ურთიერთმიერთება რთულპროფილური ზედაპირებით იძლევა შრეების უფრო უკეთეს ურთიერთშეჭიდულობას მათი ბრტყელი ზედაპირებით მიერთებასთან მიმართებაში, ანუ ძალოვანი ფაქტორების გათვალისწინება (რაც ისედაც ნათელია შეჭიდულობის ზედაპირის ფართობის გაზრდის

გამო). ამ ექსპერიმენტის მიზანს წარმოადგენდა რთულპროფილურ ზედაპირიანი შრეების ურთიერთმიერთების მოწყობის ტექნოლოგიის შესწავლა-დასაბუთება.

საჭირო გახდა შემოთავაზებული საყალიბე ფარების ხელახალი გაანგარიშება შემცირებული ზომებით. ნატურული ექსპერიმენტი ჩატარდა მახათას მთაზე ივერიის ღვთისმშობლის ხატის სახელობის ტაძრის შ.პ.ს. „ბუკაპიტალი“-ს მიერ მშენებარე ობიექტზე.

2. შემოთავაზებული საყალიბე ფარის კონსტრუქციული გადაწყვეტები ნატურული ექსპერიმენტისთვის

საყალიბე ფარის მოდელის კონსტრუქციული გაანგარიშების საფუძველზე ნატურული ექსპერიმენტისთვის შევარჩიეთ:

საყალიბე ფარის რთულპროფილური ელემენტი – ტალღოვანი პროფილის ფოლადის ფურცლისაგან, ტალღის სიმაღლით – 2 სმ და ფურცლის სისქით – 0,6 მმ.

საყალიბე ფარის ბრტყელი ელემენტი – ფოლადის ფურცლისაგან სისქით 1,2 მ.

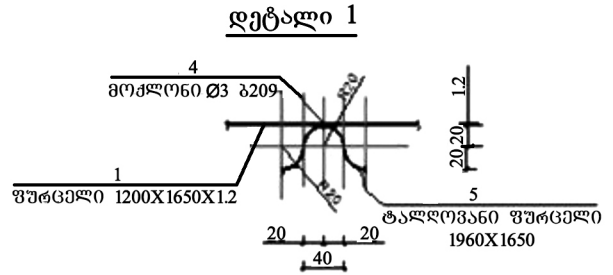
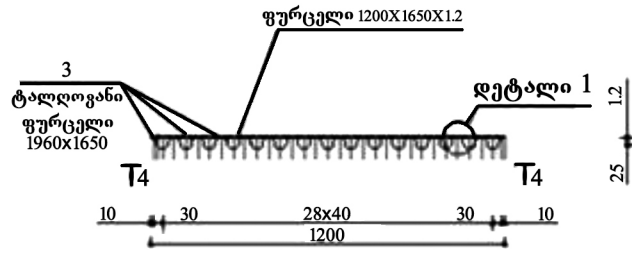
სამაგრი რიგელები (განთავსებული ორ იარუსად) – კვადრატული განივკვეთის ფოლადის მილებისაგან 50×50×2,0 მმ.

3. ნატურული ექსპერიმენტის აღწერა

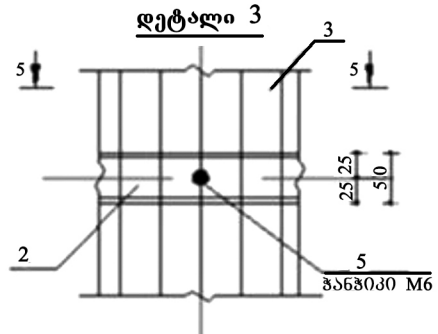
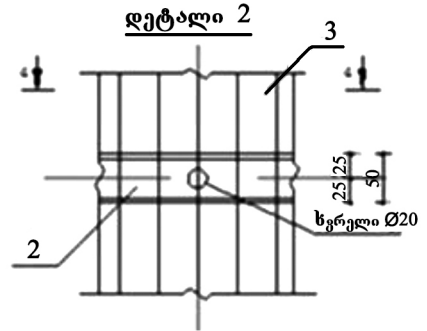
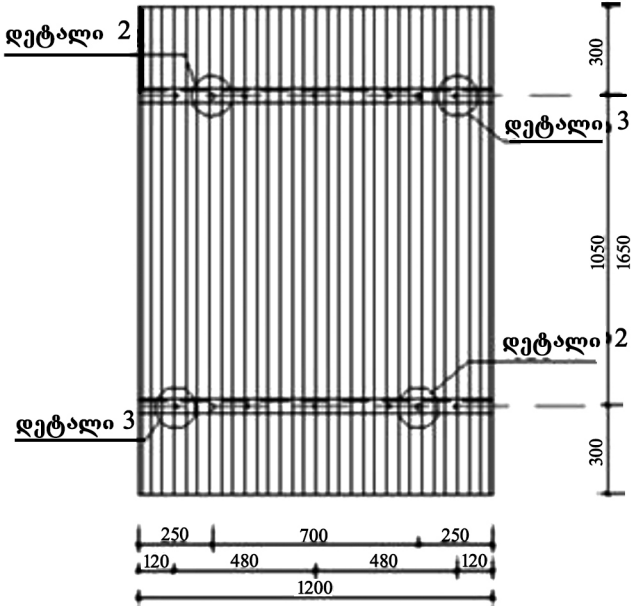
როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ნატურული ექსპერიმენტისთვის საყალიბე ფარები დამზადდა შ.პ.ს. „ბეთა“-ს მიერ და გადმოგვეცა სატრანსპორტო მდგომარეობაში. ფოტოზე 1 ნაჩვენებია საყალიბე ფარების დამზადების ბოლო სტადია, კერძოდ: მათი აღჭურვა მზიდი (შემკრავი) რიგელებით.

როგორც, აგრეთვე აღვნიშნეთ, ექსპერიმენტი ჩატარდა მახათას მთაზე შ.პ.ს. „ბუკაპიტალი“-ის მიერ ივერიის ღვთისმშობლის ხატის სახელობის მშენებარე ტაძრის ტერიტორიაზე (ფოტო 2). საყალიბე ფარები განთავსდა ნატურული ექსპერიმენტის ჩატარების ადგილზე (ფოტო 3).

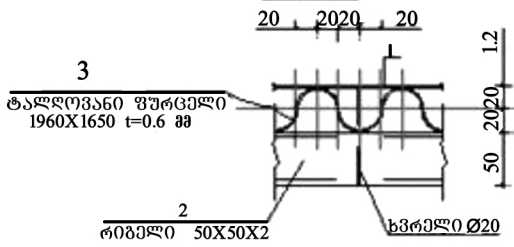
ფარის ჰორიზონტალური ჭრილი



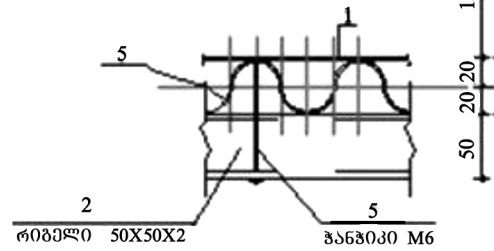
ხედი 4-4



ხედი 4-4



ხედი 5-5



ნახ. 1. II ტიპის საყალიბე ფარის კონსტრუქციული გადაწყვეტა

ცხრილი 1

ფოლადის სპეციფიკაცია 1 კონსტრუქციულ ელემენტზე

კონსტრუქციული ელემენტის დასახელება	პოზ. №	პროფილი	პოზიციის სიგრძე, მმ	პოზიციის რაოდ.	მასა, კგ		შენიშვნა	
					1 პოზ.	სულ		
საყალიბე ფარი	1	ფურც. 1200x1,2	1650	1	9,0	9,0	გათვალისწინებულ იქნეს	
	2	რიგელი 50x50x2,0	1200	2	4,0	8,0		
	3	ტალღ. ფურც. 1960x0,6	1650	1	16,0	16,0	4 ხერველი Ø20	
	4	მოქლონი Ø3	2	-	-	0,8	ან შედუღებით	
	5	ჭანჭიკი 6	140	6	-	0,5		
		ჯამი					34,3	
		შედუღება - 2 %					0,7	შედუღების შემთხვევაში
	სულ					35,0		



ფოტო 1



ფოტო 4



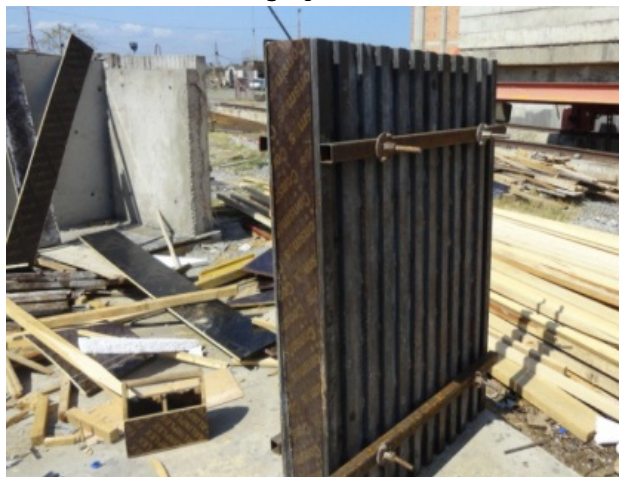
ფოტო 2



ფოტო 5



ფოტო 3



ფოტო 6

ექსპერიმენტის ჩატარების ადგილზე მოხდა ექსპერიმენტული საყალიბე ფარებისაგან სივრცითი ყალიბების კონსტრუქციის აწყობა როგორც ბრტყელზედაპირიანი, ასევე რთულპროფილურ ზედაპირიანი შრეების დასაბეტონებლად, საყალიბე ფარების ავერსისა და რევერსის მხარეების მონაცვლეობით (ფოტოები 4, 5, 6).

მომდევნო ფოტოებზე ასახულია:



ფოტო 7. დაბეტონებული რთულპროფილურ ზედაპირიანი შრე ვერტიკალური ტალღოვანი ღარობებით



ფოტო 10. შენობის კუთხის კედლების ამოყვანა (ხედი შიგნიდან)



ფოტო 8. დაბეტონებული 2-შრიანი კედელი შრეების ჰორიზონტალურ ღარობებიანი მიმხრობით. მიმდინარეობს შიდა საყალიბე ფარის დემონტაჟი



ფოტო 11. შენობის კუთხის კედლების ამოყვანა (ხედი გარედან)



ფოტო 9. ვერტიკალურ ღარობებიანი 2-შრიანი კედელი - შიდა ყალიბის დემონტაჟის შემდეგ



ფოტო 12. შრეების ურთიერთმიმხრობის კვანძი მსხვილი პლანით

დასკვნა

ნატურული ექსპერიმენტის მსვლელობისას შესრულდა შემდეგი სამუშაოები:

- შემოთავაზებული საყალიბე ფარებისაგან ყალიბების სივრცითი კონსტრუქციების აწყობა როგორც ბრტყელზედაპირიანი, ასევე რთულპროფილურ ზედაპირიანი შრეების დასაბეტონებლად, საყალიბე ფარების ავერსის და რევერსის მხარეების მონაცვლეობით;
- შესაბამისად, დაბეტონებულ იქნა როგორც ერთშრიანი, ასევე მრავალ-

შრიანი (ორშრიანი) შემომფარგლავი კედლები, შრეების როგორც ბრტყელი, ასევე რთულპროფილურ ზედაპირიანი ურთიერთმიერთებით. ამასთან, რთულპროფილური ზედაპირები მოეწყო როგორც ჰორიზონტალურად, ასევე ვერტიკალურად განთავსებული დარობებით;

- ნატურულმა ექსპერიმენტმა დაადასტურა შემოთავაზებული საყალიბე ფარის შესაძლებლობები და მათი გამოყენების ტექნოლოგია.

ლიტერატურა

1. СНиП II-3-79. Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Строительная теплофизика. М., Стройиздат, 1982.
2. **Щекин Р.В. и др.** Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Киев, «Будивельник», 1976.
3. **ბაქანიძე შ., სამხარაძე ლ.** რეკომენდაციები ადგილობრივი მსუბუქშემავსებლიანი

- ბეტონებით მოწყობილი თბოსაიზოლაციო შრის მინიმალური სისქის დადგენის თაობაზე საქართველოს პირობებისათვის. სტუ, თბილისი, 2012 წ.
4. **ბაქანიძე შ., ლოლაძე ვ., სამხარაძე ლ., პირმისაშვილი ვ.** მრავალშრიანი კედლების დაბეტონების ხერხი. პატენტი NP 6074 14.02.2012 წ., 16 გვ.

ახალი ტიპის საყალიბე ფარის აღწერა და საწყისი მონაცემები
მისი კონსტრუქციული ბაზანბარიშებისათვის

შახი ბაქანიძე, ნინო მსხილაძე

Email: bakanidze45@mail.ru

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
მ. კოსტავას 77, 0175, ქ. თბილისი, საქართველო

შეშავალი

თანამედროვე პირობებში შენობა-ნაგებობების მრავალშრიან ენერგოდამზოგ შემომფარგლავ კონსტრუქციებში თბოსაიზოლაციო შრე სრულდება ისეთი ეფექტური თბოსაიზოლაციო მასალებისაგან, როგორიცაა: ქაფპოლისტიროლის ფილები, მინერალური ბამბა, უჯრედოვანი ან გაზბეტონის ბლოკები და სხვ. [1].

საქართველოს პირობებში, ზემოაღნიშნული თბოსაიზოლაციო მასალების სიძვირის გამო, არის შესაძლებლობა მრავალშრიან შემომფარგლავ კონსტრუქციებში თბოსაიზოლაციო შრე შესრულდეს ადგილობრივ მსუბუქშემავსებლებიანი (ტუფი, პემზა, წიდა და სხვ.) ბეტონებით, ხოლო მზიდი (კონსტრუქციული) შრე, ცხადია, მძიმე ბეტონით.

განსხვავებით ზემოაღნიშნული ეფექტური თბოსაიზოლაციო მასალებისაგან (რომლებიც ასრულებენ მხოლოდ თბოიზოლირების ფუნქციას), ადგილობრივ მსუბუქშემავსებლიან ბეტონებს, კუმშვაზე მათი საკმაოდ მაღალი საანგარიშო წინაღობის გამო, შეუძლიათ მუშაობა კედელზე მოსულ კონსტრუქციულ დატვირთვებზეც, რაც მოგვცემს მზიდი (კონსტრუქციული) შრის სისქის შემცირების და, აქედან გამომდინარე, მძიმე ბეტონის ეკონომიის საშუალებას.

ამ მიზნით საჭიროა კედლის შემადგენელი შრეების ერთობლივი მუშაობის უზრუნველყოფა (რის საშუალებასაც იძლევა მძიმე და მსუბუქი ბეტონების ერთმანეთისაგან არცთუ დიდად განსხვავებული ფიზი-

კურ-მექანიკური თვისებები).

აღნიშნული ამოცანის შესასრულებლად საჭიროა მზიდ და თბოსაიზოლაციო შრეებს შორის სათანადო ადგეზიის უზრუნველყოფა, ანუ, გარდა ამ შრეების განივი არმატურებით ურთიერთდაკავშირებისა, საჭიროა მათი ურთიერთშეხების ზედაპირის ფართობის გაზრდა (ანუ მათი ურთიერთმიერთება არა ბრტყელი, არამედ რაიმე სახის რთულპროფილური ზედაპირით).

თანამედროვე პირობებში მონოლითურ მშენებლობაში გამოყენებული ყალიბები იძლევიან შრეების ურთიერთმიერთების საშუალებას მხოლოდ ბრტყელი ზედაპირებით.

არსებობს რამდენიმე მცდელობა შრეების არაბრტყელი ზედაპირებით ურთიერთმიერთებისა, მაგრამ ასეთი ყალიბების გამოყენების ტექნოლოგია არის მრავალპერაციული და აქედან გამომდინარე, შრომატევადი და ძვირი.

დასმული ამოცანის გადასატრედად ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია ახალი ტიპის საყალიბე ფარი [2], რომელიც იძლევა არა მხოლოდ შრეების რთულპროფილური ზედაპირებით ურთიერთმიერთების, არამედ მათ შორის გარდამავალი ფენის წარმოქმნის საშუალებას (მძიმე და მსუბუქი ბეტონების გასაშუალებელი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებით), რაც უზრუნველყოფს მრავალშრიანი კედლის, როგორც მთლიანი ტანის, მუშაობას. დამუშავებულია შემოთავაზებული საყალიბე ფარის გამოყენების ტექნოლოგიაც.

პირითაღი ნაწილი

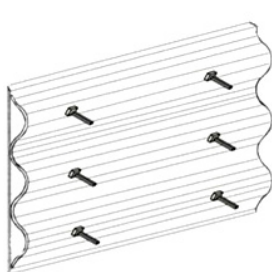
გამოგონების ტექნიკური შედეგია საყალიბე ფარის გამოყენებით მრავალშრიანი კედლის შრეებს შორის ადგეზიის გაუმჯობესება [3].

ტექნიკური შედეგი მიიღწევა იმით, რომ საყალიბე ფარი ბეტონის სამუშაოებისათვის შეიცავს დაფას, რომელშიც შესრულებულია ნახვრეტები მათში სამაგრი ელემენტების და არმატურის ღეროების გასატარებლად. დაფის ერთ-ერთ მხარეზე მიმაგრებულია ფორმაწარმოქმნელი რთულპროფილურ ზედაპირიანი ფურცელი, რომელშიც

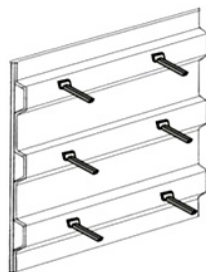
შესრულებულია ნახვრეტები დაფაზე შესრულებული ნახვრეტების შესაბამისად. საყალიბე ფარს ორივე ზედაპირი აქვს მუშა. მისი გამოყენებით შეიძლება როგორც ბრტყელი, ისე რთულპროფილიანი ზედაპირის მქონე ნაკეთობის მიღება.

მრავალშრიანი კედლის დამზადების შემთხვევაში შრეებს შორის ადგეზიის ამაღლება მიიღწევა შრეებს შორის შეხების ფართობის გაზრდით.

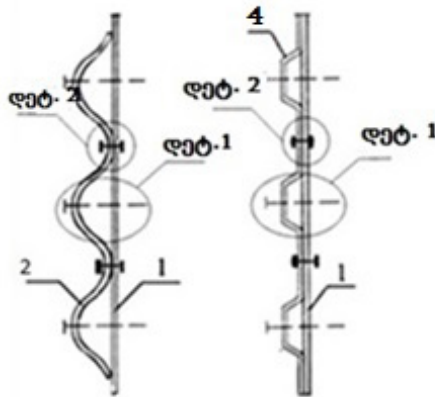
საყალიბე ფარი წარმოდგენილია 9 ნახაზით.



ნახ. 1

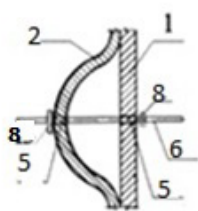


ნახ. 2

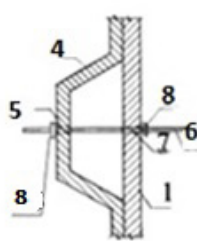


ნახ. 3

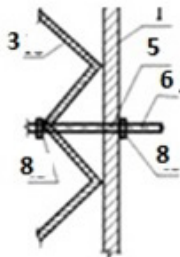
ნახ. 4



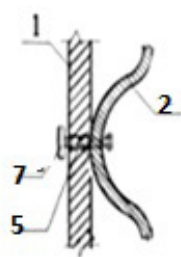
ნახ. 5



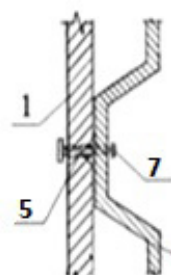
ნახ. 6



ნახ. 7



ნახ. 8



ნახ. 9

ნახ. 1. საყალიბე ფარი ტალღოვანი პროფილური ელემენტით, საერთო ხედი;

ნახ. 2. იგივე, გოფირებული პროფილური ელემენტით;

ნახ. 3. ტალღოვანი პროფილურელემენტის საყალიბე ფარის ვერტიკალური ჭრილი;

ნახ. 4. გოფირებული პროფილურელემენტის საყალიბე ფარის ვერტიკალური ჭრილი;

ნახ. 5. დეტალი 1: განივი არმატურის ღეროს გატარება საყალიბე ფარის ბრტყელი და ტალღოვანი პროფილის ელემენტში მოწყობილ ნახვრეტებში და მისი დაფიქსირება;

ნახ. 6. იგივე, გოფირებული პროფილის ელემენტის შემთხვევაში;

ნახ. 7. იგივე, ტეხილი პროფილის ელემენტის შემთხვევაში;

ნახ. 8. დეტალი 2: საყალიბე ფარის ბრტყელი და ტალღოვანი პროფილის ელემენტების ურთიერთმიმაგრება;

ნახ. 9. იგივე, გოფირებული პროფილის შემთხვევაში

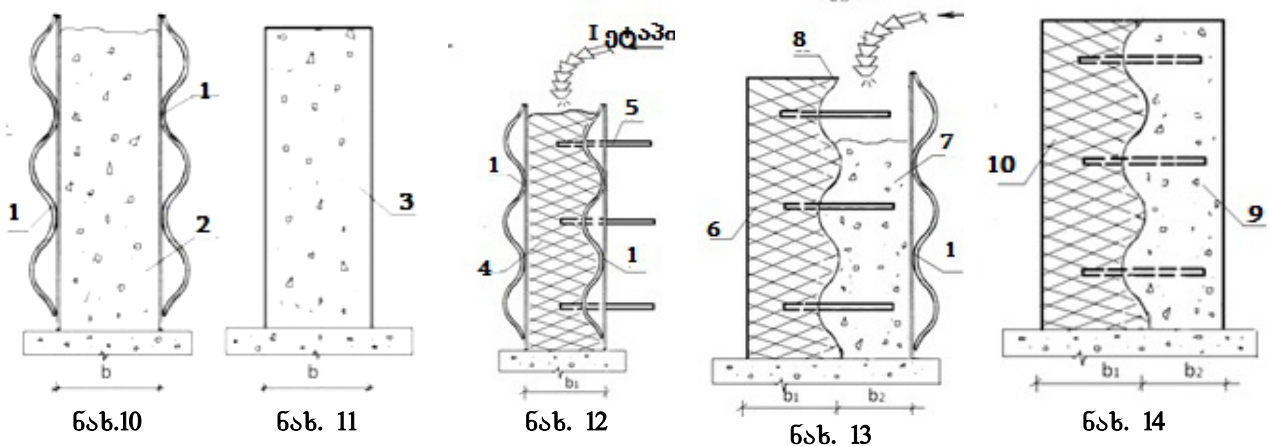
იგი შედგება ბრტყელი დაფისა – 1 და რთულპროფილური ღარობებიანი (ტალღოვანი, ტეხილი, გოფირებული და სხვ.) ელემენტისაგან – 2, 3, 4. ბრტყელი დაფა – 1 შეიძლება დამზადებული იყოს ხის, ფოლადის, დიქტის ან სხვა მასალისაგან, ხოლო რთულპროფილური ელემენტი – ფოლადის, პლასტიკატის ან სხვა მასალისაგან. ბრტყელი დაფა წარმოადგენს საყალიბე ფარის ავერსის მხარეს, ხოლო რთულპროფილური ელემენტი – რევერსის მხარეს. საყალიბე ფარის ორივე ელემენტს: ბრტყელსაც და რთულპროფილურსაც, გააჩნიათ გამჭოლი ნახვრეტები – 5 მათში დასაბეტონებული მრავალშრიანი კედლის შრეების ურთიერთდამაკავშირებელი ჰორიზონტალური განივი არმატურის ღეროების – 6 გასატარებლად. რთულპროფილური ელემენტის მიმაგრება ბრტყელ ელემენტზე ხდება სამაგრი ელემენტით – 7 წინასწარ ან უშუალოდ კედლის დაბეტონების წინ, საჭირო მოხაზულობის რთულპროფილური ელემენტის შერჩევის შემდეგ. განივი არმატურის ღეროები – 6, საყალიბე ფარში მათი დაფიქსირების მიზნით აღჭურვილია

მომჭერებით – 8.

ნახაზებზე 10-14 მოცემულია შემოთავაზებული საყალიბე ფარებით ერთშრიანი და მრავალშრიანი (ორშრიანი) შემომფარგლავი კედლების დაბეტონების მაგალითები:

საწყისი მონაცემები შემოთავაზებული საყალიბე ფარის კონსტრუქციული განვარაღებისათვის

საქართველოში დღეს ძირითადად გამოიყენება უცხოური ფირმების (“PASHAL”, “PERJ”, “OZJEP”, “Mekoc”, “Pilosiso”, “REDFORM”, “Alfateh” და სხვ.) ყალიბები, რომლებიც შედგება ყალიბის ბრტყელი ელემენტისა და მისი სიხისტის უზრუნველყოფი კარკასისაგან. ბრტყელი ელემენტი ძირითადად წარმოადგენს სხვადასხვა სისქის მრავალშრიან ფირფიცარს შრეების სხვადასხვა რაოდენობით. ხოლო კარკასი ძირითადად შესრულებულია ხის ან ფოლადის რიგელებისა და პროფილებისაგან. აღნიშნული კონსტრუქციული გადაწყვეტითაა დამზადებული როგორც რიგითი საკედლე, ასევე კუთხის, სვეტის, გადახურვის და სხვა ყალიბები.



ნახ. 10. ერთშრიანი კედლის დაბეტონება;

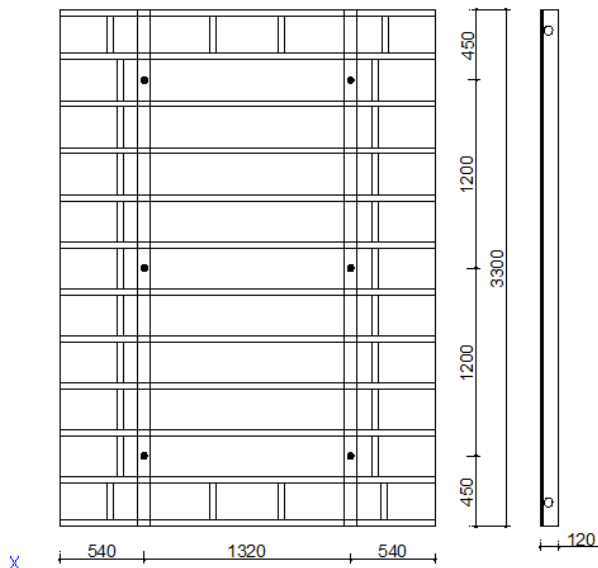
ნახ. 11. დაბეტონებული ერთშრიანი კედელი;

ნახ. 12. ორშრიანი კედლის I შრის დაბეტონება (I ეტაპი);

ნახ. 13. II შრის დაბეტონება (II ეტაპი);

ნახ. 14. დაბეტონებული 2-შრიანი კედელი: 1 – საყალიბე ფარი; 2 – ჩალაგებული ბეტონის ნარევი; 3 – ერთშრიანი კედელი განყალიბების შემდეგ; 4 – ახალჩალაგებული მსუბუქი ბეტონის ნარევი; 5 – შრეების ურთიერთდამაკავშირებელი განივი არმატურა; 6 – დაბეტონებული I შრე; 7 – მეორე (მზიდი) შრის დაბეტონება; 8 – I შრეში წარმოქმნილი კილოები; 9 – განყალიბებული 2-შრიანი კედლის მზიდი შრე; 10 – იგივე, თბოსაიზოლაციო შრე

საკედლე რიგითი ყალიბების ტიპური ზომაა 2,4×3,3 მ (ნახ. 15), ამიტომ ჩვენს მიერ შემოთავაზებული საყალიბე ფარის ზომებიც მივიღეთ ანალოგიური (მათთან ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარების მიზნით).



ნახ. 15

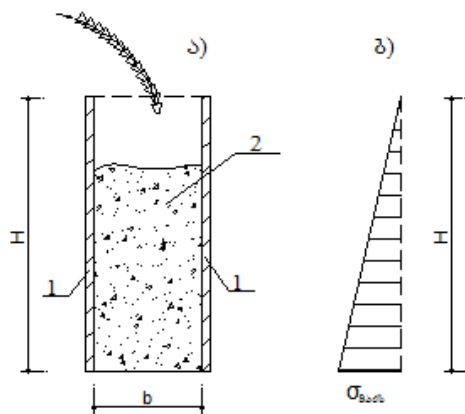
ზემოაღნიშნული უცხოური ყალიბების ბრტყელი ელემენტის ბრუნვადობა არ აღემატება 20-30-ს. ყალიბების ბრუნვადობის ამაღლების მიზნით ჩვენს მიერ შემოთავაზებული საყალიბე ფარის დამზადება გათვალისწინებულია ფოლადის ან პლასტიკატის ფურცლისა და პროფილებისაგან, რომელთა ბრუნვადობა შეადგენს 200-300-ს.

გაანგარიშებული გვაქვს შემოთავაზებული ყალიბის შემდეგი კონსტრუქციული გადაწყვეტები.

საყალიბე ფარის მისი ბრტყელი ელემენტი გათვალისწინებულია ფოლადის ფურცლისგან. რაც შეეხება ფორმალარმომქმნელ რთულპროფილურ ზედაპირიან ელემენტს, გათვალისწინებულია ღარობების განთავსება როგორც ჰორიზონტალური, ასევე ვერტიკალური მიმართულებით. მისი განხორციელება გათვალისწინებულია 2 სახის პროფილით: ტალღოვანი და გოფირირებული. ვერტიკალურად განთავსებული ელემენტებისათვის გათვალისწინებულია ჰორიზონტალური სამაგრი რიგელები 2 და 3 იარუსად, ხოლო ჰორიზონტალურად განთავსებული ელემენტებისათვის – 2 ვერტი-

კალური სამაგრი დგარი. კედლის დასაბეტონებლად საყალიბე ფარების ურთიერთმიმაგრება მოხდება ცნობილი ხერხით.

საყალიბე ფარებზე ახალჩალაგებული ბეტონის ნარევისაგან აღძრული წნევის გაანგარიშებისას გათვალისწინებულია კედლის ან შრის დაბეტონება უწყვეტად, სართულის მთელ სიმაღლეზე (ნახ. 16).



ნახ. 16. საყალიბე ფარის გაანგარიშებისათვის: ა) ყალიბის ვერტიკალური ჭრილი; ბ) საყალიბე ფარზე მოქმედი წნევის ეპიურა.

1. საყალიბე ფარები; 2. ახალჩალაგებული ბეტონის ნარევი

ყალიბის კედლებზე აღძრული წნევა, როგორც ცნობილია, განისაზღვრება ფორმულით:

$$\sigma = \gamma_0 H$$

სადაც γ_0 არის ბეტონის ნარევის მოცულობითი მასა (2,4 ტ/მ);

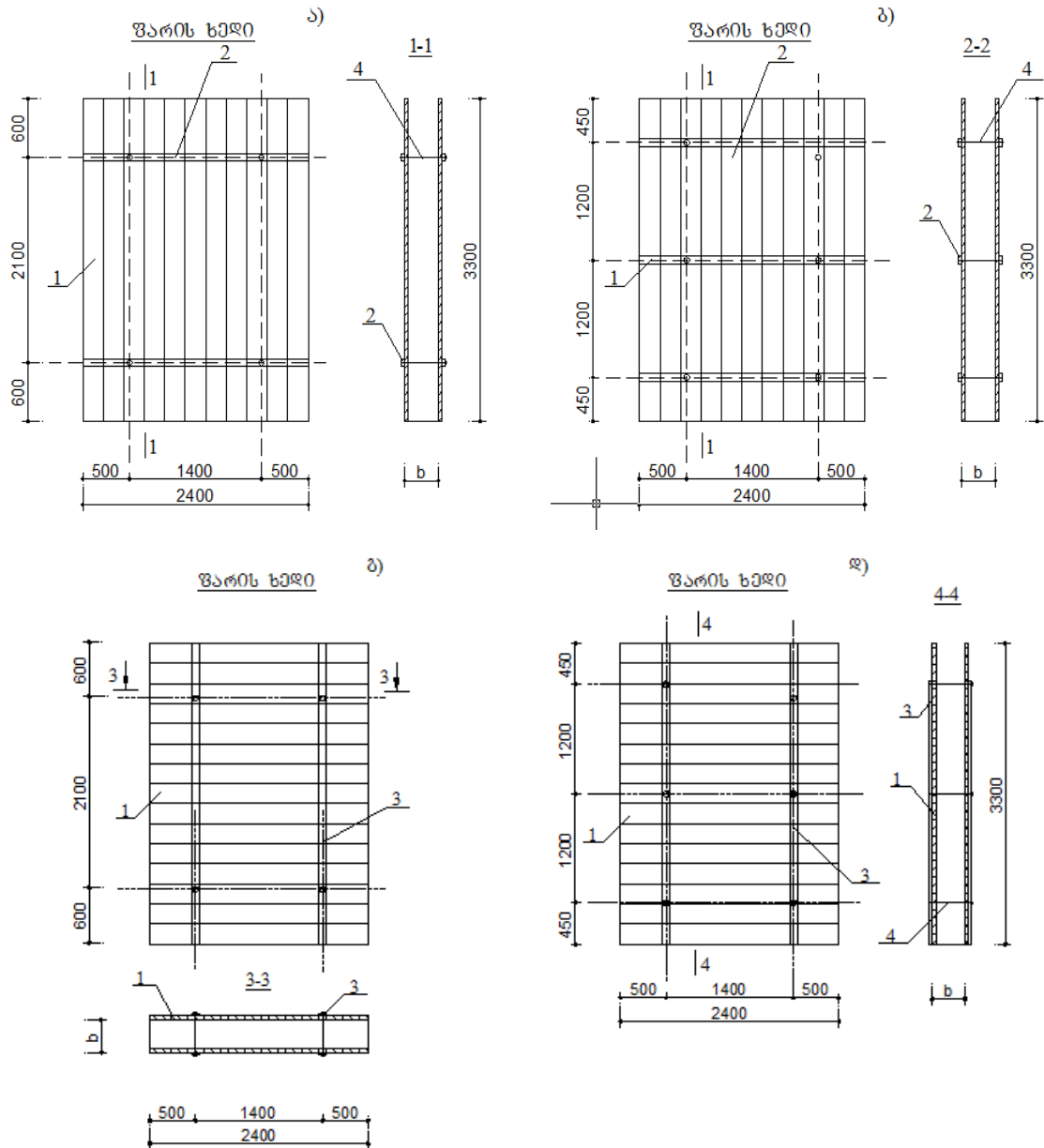
H – ჩალაგებული ბეტონის ნარევის სიმაღლე ($H=3,3$ მ).

ახალჩალაგებული ბეტონის ნარევისაგან აღძრული წნევის მაქსიმალური მნიშვნელობა (ყალიბის ქვედა დონეზე) ტოლი იქნება:

$$\sigma_{\max} = 2.4 \times 3.3 = 7,92 \text{ ტ/მ}^2.$$

გაანგარიშებებში გათვალისწინებული გვაქვს რთულპროფილურ ზედაპირიან ელემენტის ღარობების განთავსება როგორც ვერტიკალურად, ასევე ჰორიზონტალურად, რამაც გამოიწვია ყალიბში ფარების ურთიერთმიმაგრების განსხვავებული კონსტრუქციული გადაწყვეტები (ნახ. 17).

**ახალი ტიპის საყალიბე ფარის აღწერა და საწყისი მონაცემები
მისი კონსტრუქციული განაგარიშებისათვის**

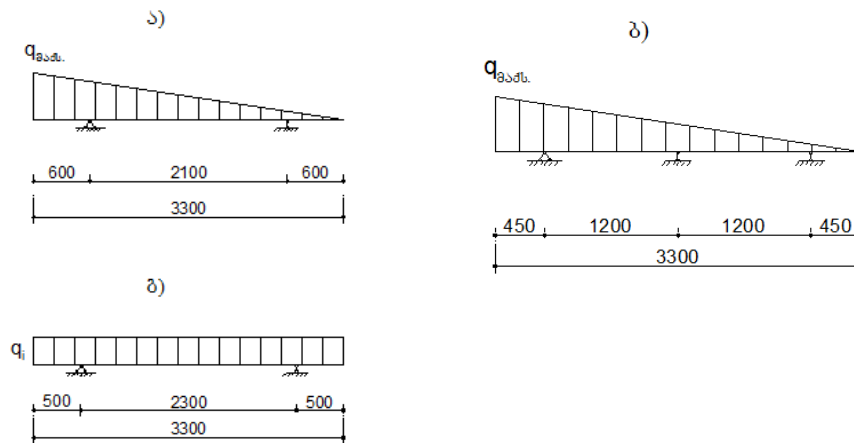


ნახ. 17. საყალიბე ფარების განთავსებისა და ურთიერთმიმაგრების ვარიანტები:

- ა) განთავსება – ვერტიკალური, ურთიერთმიმაგრება 2-იარუსიანი; ბ) განთავსება – ვერტიკალური, ურთიერთმიმაგრება 3-იარუსიანი; გ) განთავსება – ჰორიზონტალური, ურთიერთმიმაგრება 2-მჭიმიანი; დ) განთავსება – ჰორიზონტალური, ურთიერთმიმაგრება 3-მჭიმიანი. 1 – საყალიბე ფარი; 2 – ფარის სამაგრი ჰორიზონტალური რიგელი; 3 – ფარის ვერტიკალური სამაგრი რიგელი; 4 – ფარების ურთიერთმისამაგრებელი დერო

განაგარიშებისას საყალიბე ფარები განხილულია როგორც ერთ ან ორმალიანი 2-კონსოლიანი უჭრი კოჭები. ზემოაღნიშნული კონსტრუქციული გადაწყვეტიებიდან გამომდინარე, გვექნება 3 ტიპის საანგარიშო სქემა: ვერტიკალურად და ჰორიზონტალურად განთავსებული საყალიბე ფარების სამაგრი ვერტიკალური რიგელებისათვის –

– ერთი ან 2-მალიანი 2 კონსოლიანი უჭრი კოჭი სამკუთხა დატვირთვით, ხოლო ვერტიკალურად განთავსებული საყალიბე ფარის ჰორიზონტალური სამაგრი რიგელებისა და ჰორიზონტალურად განთავსებული საყალიბე ფარებისთვის – ერთმალიანი 2-კონსოლიანი უჭრი კოჭი მართკუთხა დატვირთვით (ნახ. 18).



ნახ. 18. საყალიბე ფარებისა და მათი სამაგრი რიგელების საანგარიშო სქემები
 ა) ერთმალიანი 2-კონსოლიანი უჭრი კოჭი სამკუთხა დატვირთვით;
 ბ) 2-მალიანი 2-კონსოლიანი უჭრი კოჭი სამკუთხა დატვირთვით;
 გ) ერთმალიანი 2-კონსოლიანი უჭრი კოჭი მართკუთხა დატვირთვით

დასკვნა

შემოთავაზებულია ახალი ტიპის საყალიბე ფარი ერთშრიანი და მრავალშრიანი შემომფარგლავი ენერგოდამზოვი კონსტრუქციების ასაგებად. მოცემულია აღნიშნული ფარის აღწერა და მისი გამოყენებით როგორც ერთშრიანი, ასევე მრავალშრიანი, როგორც ბრტყელზედაპირიანი, ასევე რთულპროფილურ ზედაპირებიანი კედლების აგების ტექნოლოგიები.

შემოთავაზებული საყალიბე ფარის გეომეტრიული ზომები მიღებულია ამჟამად საქართველოში გამოყენებული უცხოური ყალიბების მიხედვით, მათთან ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარების მიზნით.

დამუშავებულია საყალიბე ფარის საანგარიშო სქემები მისი კონსტრუქციული გაანგარიშებისათვის.

ლიტერატურა

- ინტერნეტ-საიტების მონაცემები.
- ბაქანიძე შ., ლოლაძე ვ., სამხარაძე ლ., პირმისაშვილი ვ. მრავალშრიანი კედლების დაბეტონების ხერხი. პატენტი NP 6074, 14.02.2012 წ., 16 გვ.
- ბაქანიძე შ., ლოლაძე ვ., სამხარაძე ლ., პირმისაშვილი ვ. საყალიბე ფარი მრავალშრიანი შემომფარგლავი კედლების დასაბეტონებლად, “მშენებლობა”, № 2(25), 2012, გვ. 6.

მიწისქვეშა ნაგებობების ცილინდრული გადახურვების ბაზანბარიშება
ლოკალურ დატვირთვებზე

ზ. გედენიძე, ვ. მჭედლიშვილი
Email: z.gedenidze@gtu.ge

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
მ. კოსტავას 77, 0175, ქ. თბილისი, საქართველო

შესავალი

მიწისქვეშა ნაგებობების გარსული ტიპის გადახურვებზე ლოკალური დატვირთვების მოქმედება, რომელიც ძირითადად ვრცელდება მცირე ან ძალიან მცირე, ერთ ან რამდენიმე უბანზე, შეიძლება გამოწვეული იყოს ვერტიკალური სამთო წნევით, ამწე მექანიზმებით, ექსპერიმენტული საგამოცდო კვლევებით. ლოკალურ დატვირთვებზე გადახურვების სიმტკიცეზე კვლევები უფრო ნაკლებადაა შესწავლილი, ვიდრე

სხვა ძირითად დატვირთვებზე. ლოკალურმა დატვირთვებმა შეიძლება მნიშვნელოვნად განსაზღვროს ცილინდრული გადახურვის სიმტკიცის რღვევის პირობა და შესაბამისად კვლევები ამ მიმართულებით დღეს აქტუალურია. ანალოგიური საინჟინრო ამოცანების ამოხსნისათვის დღემდე პრაქტიკაში ფართოდ გამოიყენება რიცხვითი მეთოდები, რომლებიც ნაკლებად ეფექტურია და ხშირად იძლევა საეჭვო შედეგებს.

ძირითადი ნაწილი

დავუშვათ, გადახურვაზე მოქმედებს მხოლოდ ერთი ზოგადი მდებარეობის ლოკალური დატვირთვა, რომლის ცენტრის მდებარეობა განსაზღვრულია x^* და φ^* ცილინდრული კოორდინატებით, ხოლო მოქმედების უბანი $2x_0^*$, $2\varphi_0^*$ -ით (ნახ. 1). განმარტების თანახმად ლოკალური დატვირთვის მოქმედების არე ჩაიწერება შემდეგნაირად:

$$P(x, \varphi) = \begin{cases} P_0 \text{ როცა } x^* - x_0^* \leq x \leq x^* + x_0^* \\ \varphi^* - \varphi_0^* \leq \varphi \leq \varphi^* + \varphi_0^* \\ 0 \text{ როცა } x^* + x_0^* \leq x \leq x^* - x_0^* \\ \varphi^* + \varphi_0^* \leq \varphi \leq \varphi^* - \varphi_0^* \end{cases} \quad (1)$$

$$P(x, \varphi) = P_0 \cdot \theta(x)\theta(\varphi). \quad (2)$$

აქ $P_0 = P/4x_0^*\varphi_0^*R$; $\theta(x)$ და $\theta(\varphi)$ დატვირთვის განაწილების ფუნქციაა გრძივი და წრიული მიმართულებებით. წარმოვადგინოთ გადახურვაზე დატვირთვის განაწილება ორმაგი ტრიგონომეტრიული მწკრივით.

ვით.

$$\theta(\chi) = \sum_{m=1}^{\infty} \theta_m \sin \lambda_m \chi, \quad (3)$$

$$\text{სადაც } \lambda_m = \frac{m\pi}{l}; \quad \theta_m = \frac{2}{l} \int_0^l \theta(\chi) \sin \lambda_m \chi d\chi.$$

დავუშვათ $\theta(x) = 1$, როცა $x^* - x_0^* \leq x \leq x^* + x_0^*$;

$$\theta(x) = 0, \text{ როცა } x^* + x_0^* \leq x \leq x^* - x_0^*,$$

შესაბამისად, θ_m გამოსახულებისთვის მივიღებთ:

$$\theta_m = \frac{2}{l} \int_{x^*-x_0^*}^{x^*+x_0^*} 1 \cdot \sin \lambda_m x dx = \frac{4}{\pi m} \sin \lambda_m x^* \sin \lambda_m x_0^*,$$

ან (3) გამოსახულების გათვალისწინებით

$$\theta(\chi) = \frac{4}{\pi} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{m} \sin \lambda_m \chi^* \sin \lambda_m \chi_0^* \sin \lambda_m \chi. \quad (4)$$

$$0 \leq x \leq l.$$

ანალოგიურად

$$\theta(\varphi) = \frac{4}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \sin \lambda_n \varphi^* \sin \lambda_n \varphi_0^* \sin \lambda_n \varphi, \quad (5)$$

$$0 \leq \varphi \leq \varphi_0,$$

სადაც $\lambda_n = \frac{n\pi}{\varphi_0}$.

საბოლოოდ, ზოგადი მდებარეობის ერთი ლოკალური დატვირთვისათვის

$$P(\chi, \varphi) = P_0 \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \theta_m \theta_n \sin \lambda_m x \sin \lambda_n \varphi, \quad (6)$$

სადაც $\theta_m = \frac{4}{\pi m} \sin \lambda_m x^* \sin \lambda_m x_0^*$;

$$\theta_n = \frac{4}{\pi n} \sin \lambda_n \varphi^* \sin \lambda_n \varphi_0^*.$$

ეს ფუნქციები აკმაყოფილებენ ღირის-ლეს პირობებს, ამიტომ ფურიეს მწკრივები (4), (5) და (6) კრებალია.

ნახევრად უმომენტო გარსთა თეორიის გადამწვევტ განტოლებას, რადიალურ W ხალუნვებში და x, φ ცილინდრულ კოორდინატთა სისტემაში, შემდეგი სახე აქვს [1,2]:

$$\frac{\partial^8 W}{\partial \varphi^8} + \left[\frac{\partial^6 W}{\partial \varphi^6} \right] + \frac{12R^6}{h^2} \frac{\partial^4 W}{\partial \chi^4} = \frac{12R^4}{Eh^3} \left(\frac{\partial^3 q_2}{\partial \varphi^3} + \frac{\partial^4 q_3}{\partial \varphi^4} - R \frac{\partial^3 q_1}{\partial \chi \partial \varphi^2} \right) \quad (7)$$

აქ q_1, q_2 და q_3 გარსის შუა ზედაპირის

ფართობის ერთეულზე მოსული ვერტიკალური ძალების გეგმილება კოორდინატთა დერძების მხებ მიმართულებებზე. განსახილველ შემთხვევაში (ნახ. 1) $q_1 = 0$;

$$q_2 = p \sin(\varphi - \frac{\varphi_0}{2}); \quad q_3 = -p \cos(\varphi - \frac{\varphi_0}{2}).$$

ამ გამოსახულებების ჩასმით ძალების გეგმილების წარმოებულეებში მივიღებთ:

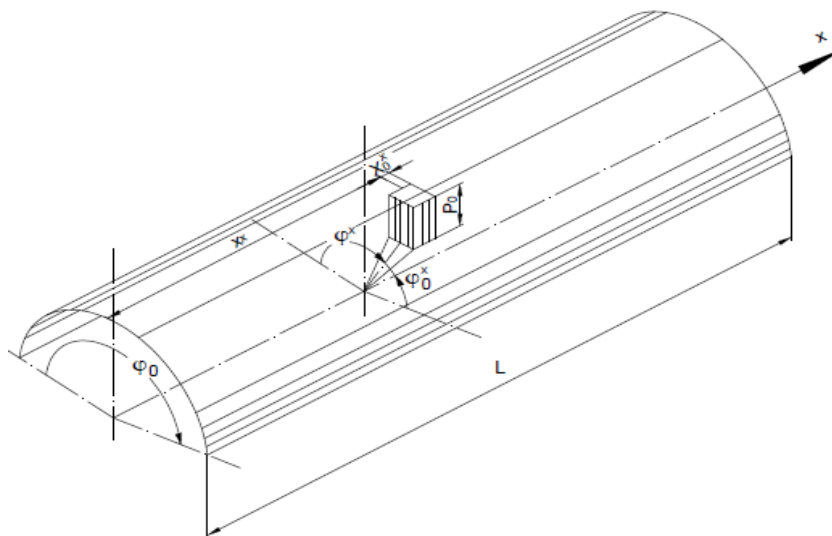
$$\frac{\partial^4 q_3}{\partial \varphi^4} = A_{mn} \left\{ (\lambda_n + 1)^4 \sin \left[(\lambda_n + 1) \varphi - \frac{\varphi_0}{2} \right] + (\lambda_n - 1)^4 \sin \left[(\lambda_n - 1) \varphi + \frac{\varphi_0}{2} \right] \right\} \quad (8)$$

სადაც

$$A_{mn} = \frac{1}{2} P_0 \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \theta_m \theta_n \sin \lambda_m x. \quad (9)$$

გადამწვევტ (7) განტოლებაში, ოთხკუთხედ ფრხილებში მოთავსებულ წვევრს ხშირად უგულებელყოფენ, რაც ტოლფასია განივი N_2 ძალის უგულებელყოფის. თუ გადამწვევტ განტოლებაში ჩავსვამთ (8) და (9) გამოსახულებებს და მოვახდენთ მარტივ გარდაქმნებს, მივიღებთ:

$$\nabla^8 = \frac{12R^4}{Eh^3} A_{mn} \left\{ -(\lambda_n + 1)^4 - (\lambda_n + 1)^3 \right\} \times \sin \left[(\lambda_n + 1) \varphi - \frac{\varphi_0}{2} \right] + \left\{ -(\lambda_n - 1)^4 + (\lambda_n - 1)^3 \right\} \times \sin \left[(\lambda_n - 1) \varphi + \frac{\varphi_0}{2} \right] \quad (10)$$



ნახ. 1

აქ

$$\nabla^8 = \frac{\partial^8 W}{\partial \varphi^8} + \left[\frac{\partial^6 W}{\partial \varphi^6} \right] + \frac{12R^6}{h^2} \frac{\partial^4 W}{\partial x^4}. \quad (11)$$

ვქებოთ ამ განტოლების ამონახსნი და შესაბამისად ლოკალური დატვირთვის ინტენსივობა შემდეგი სახით:

$$\begin{aligned} W &= \omega \sin \frac{\pi x}{l} \sin \frac{\pi \varphi}{\varphi_0}; \\ P_0 &= p \sin \frac{\pi x}{l} \sin \frac{\pi \varphi}{\varphi_0}. \end{aligned} \quad (12)$$

ამონახსნი სრულად აკმაყოფილებს ამოცანის სასაზღვრო პირობებს [1, 2]. სათანადო ჩასმებისა და მარტივი გარდაქმნების შემდეგ მივიღებთ:

$$\begin{aligned} \omega &= - \frac{6R^4 p}{Eh^3 \left(\frac{\pi^8}{\varphi_0^8} - \frac{\pi^6}{\varphi_0^6} + \frac{12R^6}{h^2} \frac{\pi^4}{l^4} \right)} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \lambda_n \theta_m \theta_n \times \\ &\times \sin \lambda_m x \left\{ [-(\lambda_n + 1)^4 - (\lambda_n + 1)^3] \sin \left[(\lambda_n + 1) \varphi - \frac{\varphi_0}{2} \right] + \right. \\ &\left. + [-(\lambda_n - 1)^4 - (\lambda_n - 1)^3] \sin \left[(\lambda_n - 1) \varphi + \frac{\varphi_0}{2} \right] \right\} \end{aligned} \quad (13)$$

გადახურვაზე ერთი ნიშნის k რაოდენობის ლოკალური დატვირთვის მოქმედების შემთხვევაში k -ჯერ უნდა შემცირდეს ლოკალური დატვირთვის სათანადო ტრიგონომეტრიული ფუნქციების პერიოდები ან გამოყენებულ იქნეს ძალთა დამოუკიდებელი პრინციპის კანონი.

განვიხილოთ ლოკალური დატვირთვის განაწილების მეორე ვარიანტი. გადავიტანოთ ცილინდრულ კოორდინატთა სისტემის სათავე გადახურვის სიმეტრიის ცენტრში, ისე როგორც თანაბრად განაწილებულ დატვირთვებზე განხარჩების დროს [1]. გამოსახულება (2)-ში დავუშვათ

$$\theta(\chi) = \sum_{m=1}^{\infty} \theta_m \cos \lambda_m x, \quad -\frac{\ell}{2} \leq x \leq \frac{\ell}{2},$$

სადაც $\lambda_m = \frac{2m-1}{l} \pi$;

$$\theta_m = \frac{2}{l} \int_{x^*-x_0^*}^{x^*+x_0^*} 1 \cdot \cos \lambda_m x dx = \frac{4}{\lambda_m l} \cos \lambda_m x^* \cdot \sin \lambda_m x_0^*.$$

ანალოგიურად: $\theta(\varphi) = \sum_{n=1}^{\infty} \theta_n \cos \lambda_n \varphi$,

როცა $-\varphi_0 \leq \varphi \leq \varphi_0$.

მაშინ $\theta_n = \frac{4}{\lambda_n \varphi_0} \cos \lambda_n \varphi^* \cdot \sin \lambda_n \varphi_0^*$

სადაც $\lambda_n = \frac{2n-1}{2\varphi_0} \pi$.

აქ, განხარჩების პირველი ვარიანტის გან განხევავებით, φ_0 – გადახურვის ცენტრალური კუთხის ნახევარია. შესაბამისად, გარეგანი ლოკალური დატვირთვებისათვის მივიღებთ:

$$P(x, \varphi) = P_0 \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \theta_m \theta_n \cos \lambda_m x \cdot \cos \lambda_n \varphi. \quad (14)$$

გადაამწვევებ დიფერენციალურ განტოლებაში (7) სვედრითი ვერტიკალური დატვირთვის გეგმილები იქნება $q_1 = 0$;

$q_2 = P(x, \varphi) \sin \varphi$; $q_3 = -P(x, \varphi) \cos \varphi$. თუ ამ გამოსახულებებში ჩავსვათ (14) გამოსახულებას, მივიღებთ:

$$\begin{aligned} q_2 &= A_{mn} [\sin(\lambda_n + 1) \varphi - \sin(\lambda_n - 1) \varphi]; \\ q_3 &= -A_{mn} [\cos(\lambda_n + 1) \varphi + \cos(\lambda_n - 1) \varphi]. \end{aligned} \quad (15)$$

აქ $A_{mn} = \frac{1}{2} P_0 \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \theta_m \theta_n \cos \lambda_m x$. (16)

(15) და (16) გამოსახულებების (7) განტოლებაში ჩასმით და სათანადო გარდაქმნებით მივიღებთ:

$$\begin{aligned} \nabla^8 &= \frac{6R^4}{Eh^3} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} A_{mn} \left\{ [-(\lambda_n + 1)^4 - (\lambda_n + 1)^3] \times \right. \\ &\times \cos(\lambda_n + 1) \varphi + [-(\lambda_n - 1)^4 + (\lambda_n - 1)^3] \times \\ &\left. \times \cos(\lambda_n - 1) \varphi \right\} \end{aligned} \quad (17)$$

გადაამწვევები (7) განტოლების ამონახსნი და დატვირთვის ინტენსივობა, სასაზღვრო პირობების დაკმაყოფილების გათვალისწინებით, წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით:

$$W = \omega \cos \frac{\pi}{\ell} x \cdot \cos \frac{\pi}{2\varphi_0} \varphi;$$

$$P_0 = p \cos \frac{\pi}{l} x \cdot \cos \frac{\pi}{2\varphi_0} \varphi. \quad (18)$$

მარტივი გარდაქმნებით ვღებულობთ:

$$\omega = \frac{3R^4}{Eh^3 \left[\left(\frac{\pi}{2\phi_0} \right)^8 - \left(\frac{\pi}{2\phi_0} \right)^6 + \frac{12R^6 \pi^4}{h^2 l^4} \right]} \times$$

$$\times \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \theta_m \theta_n \cos \lambda_m x \left[-(\lambda_n + 1)^4 - (\lambda_n + 1)^3 \right] \times$$

$$\times \cos(\lambda_n + 1)\phi + \left[-(\lambda_n - 1)^4 + (\lambda_n - 1)^3 \right] \times$$

$$\times \cos(\lambda_n - 1)\phi \} \quad (19)$$

ლოკალური დატვირთვების ლუწი ფუნქციებით წარმოდგენის შემთხვევაში (14) დატვირთვები განთავსდება გადახურვის სიმძიმის ცენტრზე გამავალი საკოორდინატო სიბრტყეების სიმეტრიულად (შეიძლება სხვა კომბინაციებით), რაც პრაქტიკაში

უფრო იშვიათად გვხვდება, ვიდრე გაანგარიშების პირველი ვარიანტი [3, 4].

პარამეტრიზებული მრუდების გასწვრივ ლოკალური დატვირთვების განაწილებისა და შესაბამის ტრიგონომეტრიულ მწკრივთა კრებადობის საკითხის შესასწავლად მივმართოთ რიცხვით მეთოდს, ხულონჰესის მიწისქვეშა ცილინდრული გადახურვის მაგალითზე. ძირითადი მონაცემები: გადახურვის სიგრძე $l = 95,0$ მ; შუა ზედაპირის სიმრუდის რადიუსი $R = 15,8$ მ; ცენტრალური კუთხე $\phi_0 = 120^\circ$ (ლოკალური დატვირთვების პირობითი ინტენსივობა $P_0 = 300$ კნ/მ². გაანგარიშების შედეგები მოცემულია ცხრილში 1.

ცხრილი 1

ლოკალური დატვირთვების განაწილება პარამეტრიზებული წირების გასწვრივ (გაანგარიშების პირველი ვარიანტი)

X, მ	P ₀ ნ/მ ²								მოცემული სიდიდეები
	φ = 0°	φ = 15°	φ = 30°	φ = 45°	φ = 87°	φ = 90°	φ = 93°	φ = 120°	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	X* = 30,1 მ
10	0	3,7×10 ⁻²⁸	0	-3,7×10 ⁻²⁸	-5,3×10 ⁻¹²	-5,3×10 ⁻¹²	-5,3×10 ⁻¹²	0	X ₀ * = 1,0 მ
15	0	-1,4×10 ⁻²⁷	0	1,4×10 ⁻²⁷	2,1×10 ⁻¹¹	2,1×10 ⁻¹¹	2,1×10 ⁻¹¹	0	φ ₀ = 120°
20	0	-1,1×10 ⁻²⁷	0	1,1×10 ⁻²⁷	1,6×10 ⁻¹¹	1,6×10 ⁻¹¹	1,6×10 ⁻¹¹	0	φ* = 90°
25	0	-2,6×10 ⁻²⁷	0	2,6×10 ⁻²⁷	3,7×10 ⁻¹¹	3,7×10 ⁻¹¹	3,7×10 ⁻¹¹	0	φ ₀ * = 7°
29,2	0	-2,1×10 ⁻¹¹	0	2,1×10 ⁻¹¹	300 000	300 000	300 000	0	l = 95 მ
30,1	0	-2,1×10 ⁻¹¹	0	2,1×10 ⁻¹¹	300 000	300 000	300 000	0	R = 15,8 მ
31,1	0	-2,1×10 ⁻¹¹	0	2,1×10 ⁻¹¹	300 000	300 000	300 000	0	m = n = ∞
35	0	-1,8×10 ⁻²⁸	0	1,8×10 ⁻²⁸	2,7×10 ⁻¹²	2,7×10 ⁻¹²	2,7×10 ⁻¹²	0	
40	0	-1,8×10 ⁻²⁸	0	1,8×10 ⁻²⁸	2,7×10 ⁻¹²	2,7×10 ⁻¹²	2,7×10 ⁻¹²	0	
45	0	-1,1×10 ⁻²⁷	0	1,1×10 ⁻²⁷	1,6×10 ⁻¹¹	1,5×10 ⁻¹¹	1,6×10 ⁻¹¹	0	
60	0	3,7×10 ⁻²⁸	0	-3,7×10 ⁻²⁸	-5,3×10 ⁻¹²	-5,3×10 ⁻¹²	-5,3×10 ⁻¹²	0	
75	0	-3,7×10 ⁻²⁸	0	-3,7×10 ⁻²⁸	5,3×10 ⁻¹²	-5,3×10 ⁻¹²	-5,3×10 ⁻¹²	0	
90	0	0	0	0	0	-4,6×10 ⁻²⁹	0	0	
95	0	0	0	0	0	0	0	0	

დასკვნა

ნაშრომში მიღებულია ერთი და გარკვეული კანონით განაწილებული მრავალი ლოკალური დატვირთვის მოქმედებისას მიწისქვეშა გადახურვების რადიალური ჩაღუნვების ანალიზური გამოსახულება,

ნახევრად უმომენტო გარსთა თეორიის გამოყენებით. ლოკალური დატვირთვები წარმოდგენილია ფურიეს ორმაგი ტრიგონომეტრიული მწკრივებით. შესწავლილია მწკრივთა კრებადობის საკითხი ლოკალური

დატვირთვების გადაცემის ფართობთან მაგალითში ასიმპტოტური ცდომილება დამოკიდებულია. ნაშრომში განხილულ შეადგენს 2-4%-ს, როცა $m = n = 40$.

ლიტერატურა

1. **გედენიძე ზ., მჭედლიშვილი ვ.** მიწისქვეშა ნაგებობების სიმტკიცეზე გაანგარიშება გარსთა ნახევრად უმომენტო თეორიის გამოყენებით. //სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“, №2(33), თბილისი, 2014, გვ. 121-126.
2. **Геденидзе З.Ш.** Напряженно-деформированное состояние оболочечных гидротехнических конструкций и сооружений. Изд-во "Технический университет", Тбилиси, 2001, 194 с.
3. **Лукаевич С.** Локальные нагрузки в пластинках и оболочках. Перевод с английского и польского канд. техн. наук Б. Н. Ушакова. Изд-во "Мир", Москва, 1982, 534 с.
4. **Нерубайло Б.В.** Локальные задачи. Изд-во "Машиностроение", Москва, 1983, 247 с.

**ABOUT THE METHOD FOR ASSESSMENT OF PARAMETERS
OF GENERATED PROGRESSIVE WATER WAVES**

T. Gvelesiani,¹ G. Jinjikhashvili,² Kh. Iremashvili²
Email: tgveles@yahoo.com

¹⁾ Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University
 0162, I. Chavchavadze ave. 60, Tbilisi, Georgia

²⁾ Georgian Technical University
 M. Kostava str. 77, 0175, Tbilisi, Georgia

MAIN PART

The dispersion equation connecting the oscillation frequency of the wavemaker $\sigma = \frac{2\pi}{T}$ (where T is the oscillation period) with the relative length of the generated wave $\left(kh = 2\pi \frac{h}{\lambda}\right)$ was derived when solving the boundary problem of the progressive wave's generation in the semi-bounded fluid layer [1]. Contrary to the dispersion equation derived when considering the standing waves [2], progressive wave dispersion equation includes a hyperbolic tangent and is expressed in the form of

$$\sigma^2 = gkthkh.$$

The trial-and-error (iteration) method, in particular, the graphical method is used for solving the given transcendental equation. To that end, that equation is written down in the form of

$$\frac{P}{kh} = \frac{\sigma^2 h}{gkh} = thkh, \left(\text{where } P = \frac{\sigma^2 h}{g} \right) \quad (1)$$

and two curves, corresponding to the functions $\sigma^2 h / gkh$, and $thkh$, are constructed. Here, on the abscissa axis, the desired root of that equation k (of kh) will correspond to the intersection of such curves. In the given case, in contrast to the equation for the standing waves, one derived value of the parameter k (or kh) corresponds to the determinate value of the oscillation frequency σ .

In order to facilitate the determination of the value k (or kh) we have worked out a simplified method, which we'll dwell on below.

At the beginning, we would like to remind that under the values $kh > 3,0$ the waves generated on the fluid surface relate to so-called dispersion waves at the "deep water". In such a case $thkh \approx 1$, and the parameter k (or kh) is easily derived from the dispersion equation. As a matter of fact, since in the given case $\sigma^2 = gk$, then $\frac{\sigma^2 h}{g} = kh$ and $k = \frac{\sigma^2}{g}$.

Similarly, when waves arise at the "shallow water" under the values $kh < 0,3$; $thkh \approx kh$. Therefore, from the dispersion equation directly follows that $\sigma^2 = gk^2 h$. From here we derive

$$\frac{\sigma^2 h}{g} = (kh)^2, \sqrt{\frac{h}{g}} = kh \text{ and } k = \frac{\sigma}{h} \sqrt{\frac{h}{g}}.$$

When generating waves at the "intermediate depth", under $0,3 < kh < 3,0$, aimed at the determination of the value kh (under the set value 0), the complete dispersion equation should be solved, as was mentioned above, by selection, and in particular, by the graphical method. Therefore, for the indicated case, based on the data analysis having been obtained by carrying out the calculation under different values of the parameters

**ABOUT THE METHOD FOR ASSESSMENT OF PARAMETERS
OF GENERATED PROGRESSIVE WATER WAVES**

$\sigma^2 h/g$ and kh , we had derived analytical dependences simple by form, and suitable for the direct determination of the asset value's kh (omitting the dispersion equation and corresponding procedures of graphic construction).

The aforesaid formulas, derived by us, are as follows:

1. Under $0,33 < kh < 0,65$

$$\frac{\sigma^2 h}{g} = 0.79kh - 0.16. \quad (2)$$

From that dependence under $0.10 < \frac{\sigma^2 h}{g} \leq 0.35$,

we derive

$$kh = 1.27 \frac{\sigma^2 h}{g} + 0.20, \quad (3)$$

2. Under $0,65 < kh < 3,0$

$$\frac{\sigma^2 h}{g} = 1.16kh - 0.39. \quad (4)$$

From the formula (4), under $0.35 < \frac{\sigma^2 h}{g} \leq 3.0$

$$kh = 0.86 \frac{\sigma^2 h}{g} + 0.34. \quad (5)$$

Calculations by the exact dispersion equation $\frac{\sigma^2 h}{g} = khthkh$, and by the formulas (2), and (4) were carried out for different values of the parameter kh for determining the exactness of the

aforesaid formulas. The computed data for the given example are illustrated in Table 1, that follows that the proposed computed dependences (2), and (4) give the results, which are practically well co-coordinated with the computed data of the dispersion dependence (1) (the relative error being in the mean less than 2%). The same result will refer to the formula (3), and (5), which determine the parameter kh subject to the value P since these formulas have been derived from the dependencies (2) and (4).

Note also that by analogy for the purpose of the direct determination of the parameter kh (omitting the direct solution of the wave dispersion equation), J.N. Hunt [3] proposed the following approximate dependence:

$$kh = \sqrt{y^2 + \frac{y}{1 + \sum_{n=1}^6 d_n y^n}}, \quad (6)$$

Where in compliance with the designation used in [3]

$$y = \frac{\sigma^2 h}{g} = k_0 h.$$

$$d_1 = 0,666\ 660\dots, \quad d_2 = 0,355\ 355\dots, \\ d_3 = 0,1608465608, \quad d_4 = 0,0632098765, \\ d_5 = 0,0217540484 \text{ and } d_6 = 0,0065407983.$$

As it is evident, the determination of the kh parameter by that formula requires computer calculations, unlike simple by form expressions (3), and (5), obtained by us.

Table 1

The dispersion equation roots under progressive waves determined by the exact and the proposed method

h (m)	0.2							
T c	0.60	0.75	1.0	1.25	1.50	1.75	2.0	2.25
P	2.236	1.431	0.805	0.515	0.358	0.263	0.201	0.159
(k,h)_{FX}	2.283	1.562	1.037	0.785	0.636	0.536	0.464	0.410
(k,h)_G	2.263	1.571	1.032	0.783	0.648	0.534	0.456	0.402
δ%	0.837	0.521	0.418	0.312	1.801	0.457	1.861	1.879

CONCLUSION

The simple analytical dependences are derived for practically accurate determination of the

relative length of the progressive water wave generated by the wavemaker with the given value

of the oscillation frequency. These formulas can be applied particularly for physical modeling of the

waves in hydraulic laboratory.

References

1. **Арамович И.Г., Левин В.И.** Уравнения математической физики. М.: Наука. 1984;
2. **Гвелесиани Т.Л.** Теория генерации волн в приложении к задачам гидроэкологии. (Редактор – академик АН Грузии Ц.Е. Мирцхулава) Изд. „Универсал“, Тбилиси 2009;
3. **Dean R.G. and Dalrymple R.A.** Water wave mechanics for engineers and scientists. World Scientific, 1992;
4. **Hunt J.N.** Direct solution of wave dispersion equation. //J. Waterways. Ports. Coastal Ocean Div. ASCE. Vol.105, n WW4, 1979.

ВЛИЯНИЕ БЕРЕГОЗАЩИТНОГО СООРУЖЕНИЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОТОКА В РУСЛЕ РЕКИ

Гвелесиани Т.,¹ Ирешавили Х.,² Бердзенашвили Г.²
Email: tgveles@yahoo.com

¹) Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
пр. И. Чавчавадзе, 60, 0175, г. Тбилиси, Грузия

²) Грузинский Технический Университет, г. Тбилиси, Грузия
ул. М. Костава, 77, 0175, г. Тбилиси, Грузия

ОСНОВНАЯ АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЗАВИСИМОСТЬ

Моделирование трехмерного (3D) неустановившегося речного потока на ограниченном по длине призматическом участке, в предположении, что жидкость идеальная, а ее движение – потенциальное сводится к определению потенциала скорости $\varphi(x, y, z, t)$ из уравнения:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0 \quad \text{или} \quad \Delta \varphi = 0 \quad (1)$$

при соответствующих начальных и граничных условиях.

Ниже рассматривается (3D) модель стационарного речного потока для ограниченного по длине участка русла прямоугольного поперечного сечения, имеющего длину l , ширину l_1 и глубину – h .

Предположим, что продольная (вдоль оси – x) и поперечная (вдоль оси – y) составляющие скорости стационарного речного потока являются постоянными величинами вдоль вертикальной координаты. При этом равномерные составляющие скорости потока (вдоль x и осей y) определяются в виде $U^{(x)}(z, x, t) = U^{(x)}$ и $U^{(y)}(z, x, t) = U^{(y)}$. Волны на поверхности не будем учитывать.

В этом случае будем решать уравнение (1) в предположении, что

$$\varphi(x, y, z) = U^{(x)}x + U^{(y)}y + \varphi_1(x, y, z) \quad (2)$$

На границах рассматриваемой ограниченной области (участка) при $x = 0$ и $x = l$ будем

учитывать соответствующие скорости возмущения V_1 и V_2 отличные, в общем случае, от скоростей $U^{(x)}$ и $U^{(y)}$ и формирующие в речном потоке неравномерное распределение скоростей.

В частности, если первоначальная скорость речного потока была $U^{(x)}$, в предположении, что $U^{(y)} = 0$, и в начальный створ рассматриваемого участка (при $x = 0$) начал поступать добавочный объем воды ΔW_{ad} за достаточно продолжительный интервал времени t_{ad} , то можно принять эту "добавочную" скорость постоянной, равной

$$V_{ad} = \frac{\Delta W_{ad}}{t_{ad} \omega},$$

где ω – площадь живого сечения русла, которую в ряде случаев, можно оценить в виде $\omega = hl_1$, (где h и l_1 – осредненная глубина и ширина участка русла.)

В соответствии с вышесказанным скорость потока в этом створе будет определяться в виде $V_1 = V_{ad} + U^{(x)}$.

В другом примере, если в конечном створе рассматриваемого участка имеет место сужение русла, то естественно, в этом створе задаваемая продольная скорость V_2 будет больше на ΔV , чем скорость потока $U^{(x)}$, т.е. $V_2 = U^{(x)} + \Delta V$.

Таким образом, в случае (3D) задачи, прогноз поля стационарных скоростей на участке

руслового потока, т.е. определение всех компонентов скоростей $u(x,y,z)$, $v(x,y,z)$ и $w(x,y,z)$ без учёта фактора волнообразования, сводится к решению уравнения (1) для потенциала скорости $\varphi_1(x,y,z)$ при следующих граничных условиях:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \varphi_1}{\partial x} \Big|_{x=0} &= V_1(z,y), & \frac{\partial \varphi_1}{\partial x} \Big|_{x=l} &= V_2(z,y) \\ \varphi_1 \Big|_{z=0} &= 0, & \frac{\partial \varphi_1}{\partial z} \Big|_{z=-h} &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

(в этом случае координатная ось x расположена вдоль свободной поверхности жидкости, ось z направлена вертикально вверх).

В результате решения Т.Л. Гвелесиани вышеуказанной задачи получено [1,2]

$$\begin{aligned} \varphi_1(x,y,z) &= \frac{1}{4} \varphi_{1,0}^0 + \frac{1}{2} \sum_{n=1,2,\dots} \varphi_{1,n}^0(x) \cos a_n z + \\ &+ \frac{1}{2} \sum_{m=1,2,\dots} \varphi_{1,0}^m \cos a_m y + \sum_{n=1,2,\dots} \sum_{m=1,2,\dots} \varphi_{1,n}^m \cos a_n z \cdot \cos a_m y \end{aligned} \quad (4)$$

где $a_n = \frac{n\pi}{h}$, $a_m = \frac{m\pi}{l_1}$,

РЕЗУЛЬТАТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

На основании аналитической зависимости (4) в качестве примера, определим поле распределения скоростей на участке русла О¹123 (см. рис.1) при наличии на этом участке берегозащитного сооружения в виде поперечной шпоры.

В начальном створе ($x=0$) этой области расположено берегозащитное сооружение – поперечная шпора длиной (b_s). Длина, ширина и глубина рассматриваемой области составляет $l=l_1=10$ м, и $h=2,0$ м, а ширина шпоры равна $b_s=2,0$ м. Скорость потока в створе $a-a$ (на расстоянии $l_a=10$ м от шпоры) (рис. 1) составляет $U_1^{(x)}=2,0$ м/с. Значение коэффициента Шези оценивается, как $C=32$ м^{0,5}/с.

Для расчета поля скоростей в рассматриваемой области, в качестве граничных условий (3) в первую очередь, следует определить скорости V_1 и V_2 соответственно в начальном ($x=0$) и конечном ($x=l$) створах рассматриваемой об-

$$\varphi_n^m(x) = \frac{V_{1,n}^m}{a_n^m} \left(e^{a_n^m x} - \frac{ch a_n^m x}{sh a_n^m l} e^{a_n^m x} \right) + V_{2,n}^m \frac{ch a_n^m x}{a_n^m sh a_n^m l},$$

$$a_n^m = \sqrt{a_n^2 + a_m^2}, \quad v_{i,n}^m = \frac{4V_i}{l_1 h} I_n E_m, \quad (i=1 \text{ или } 2)$$

$$I_0 = H_1 - H_2 = \Delta H, \quad (n=0)$$

$$I_n = \frac{1}{a_n} (\sin a_n H_2 - \sin a_n H_1), \quad (n \geq 1),$$

$$E_0 = y_2 - y_1 = \Delta l_1, \quad (m=0)$$

$$E_m = \frac{1}{a_m} (\sin a_m y_2 - \sin a_m y_1), \quad (m \geq 1),$$

$V_1(y,z)$ и $V_2(y,z)$ – скорости локальных возмущений в створах $x=0$ и $x=l$ соответственно; ΔH , Δl_1 – высота и ширина живого сечения потока в створах $x=0$ и $x=l_1$ (в частном случае при $H_1=0$ и $-H_2=-h$, $\Delta H=-h$, а при $y_1=0$ и $y_2=l_1$, $\Delta l_1=l_1$).

С учетом (2), компоненты скорости речного потока u , v , w определяются в новых обозначениях в виде [1]

$$V_x = U^{(x)} + \frac{\partial \varphi_1}{\partial x}, \quad V_y = U^{(y)} + \frac{\partial \varphi_1}{\partial y}, \quad V_z = \frac{\partial \varphi_1}{\partial z} \quad (5)$$

ласти (рис.1).

На основании использования уравнения Бернулли для рассматриваемого стационарного потока скорость движения жидкости в конечном створе 2-3 определяется как

$$V_2 = U_2^{(x)} = \sqrt{(U_1^{(x)})^2 - 2gh_w}, \quad (6)$$

где $h_w = (h_w)_{loc} + (h_w)_l$ – общие гидравлические потери; $(h_w)_{loc}$ – местные потери напора, обуславливаемые внезапным сужением русла в результате наличия поперечной шпоры; $(h_w)_l$ – потери напора по длине русла между створами $a-a$ и 2-3 (по длине $l_f = l_a + l = 20$ м).

Величины $(h_w)_{loc}$ и $(h_w)_l$ определяются (см. П.Г.Киселев. Справочник по гидравлическим расчетам, М., 1957) соответственно в виде:

$$(h_w)_{loc} = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{l_1 - b_s}{l_1} \right) \left(\frac{[U_1^{(x)}]^2}{2g} \right) = 0,02 \text{ м},$$

**ВЛИЯНИЕ БЕРЕГОЗАЩИТНОГО СООРУЖЕНИЯ
НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОТОКА В РУСЛЕ РЕКИ**

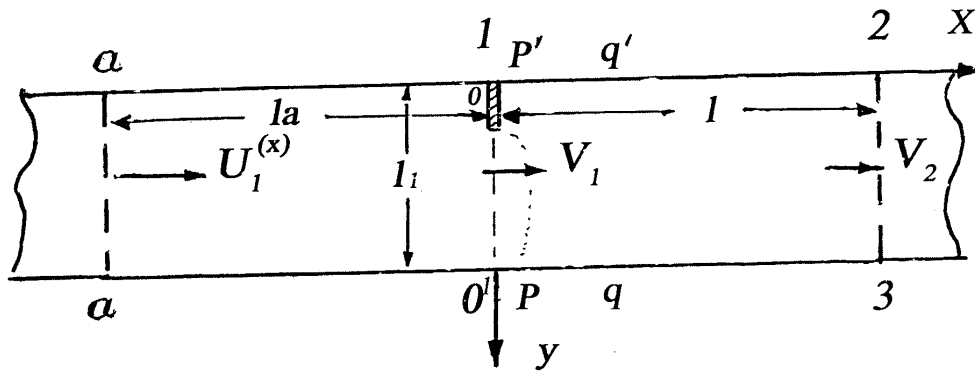


Рис. 1. Расчетная схема (план) для расчета поля скоростей в речном потоке в зоне берегозащитного сооружения (шпоры)

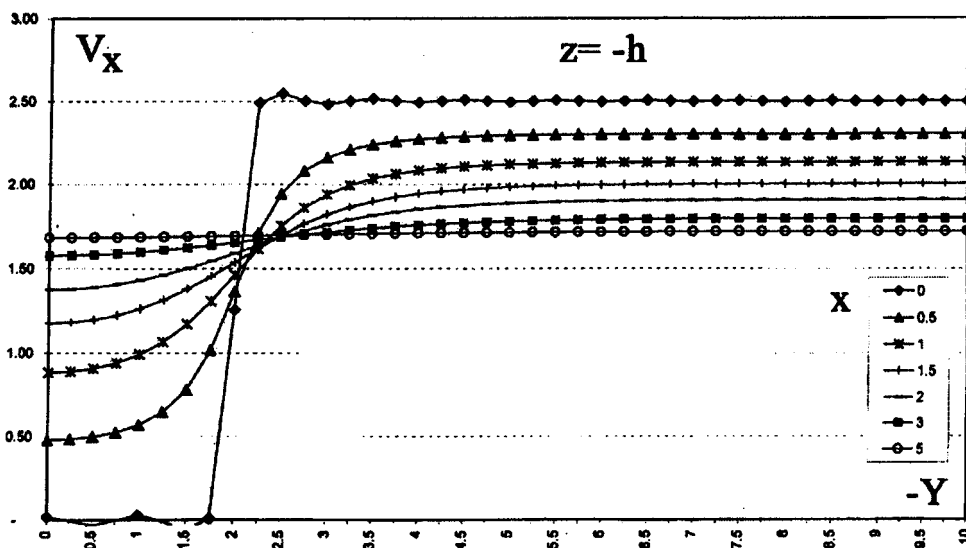


Рис.2. Влияние берегозащитных поперечных шпор на распределение скорости потока (V_x) при $z = -h$.

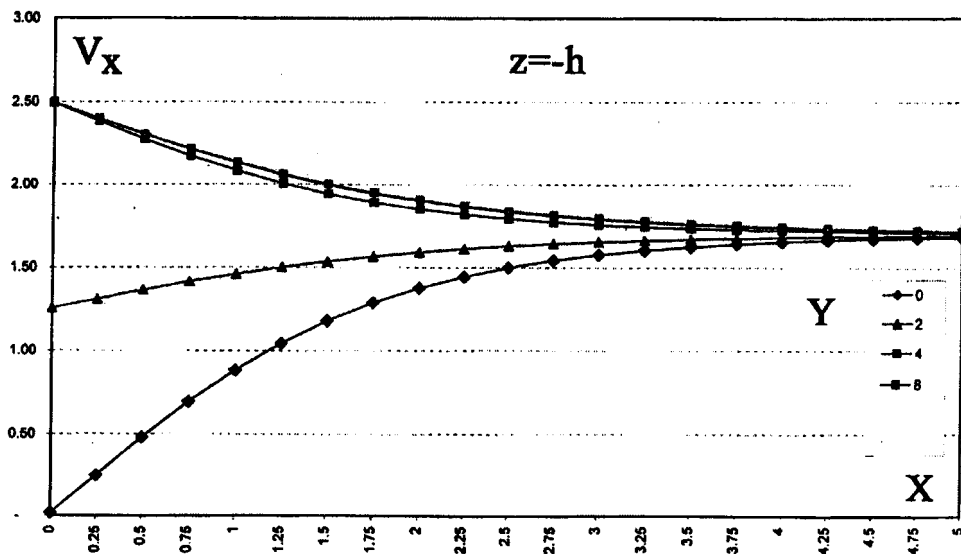


Рис.3. Изменение скорости (V_x) по x координате для разных значений координаты y .

$$(h_w)_l = \frac{[U_1^{(x)}]^2 I_f}{C^2 \cdot h} = \frac{4 \cdot 20}{1024 \cdot 2} = 0,04 \text{ м.}$$

Следовательно, $h_w = 0,06$ м и по формуле (6) получаем $V_2 = 1,7$ м/с.

Что касается скорости потока V_1 в начальном створе 0¹-1 рассматриваемого участка, то приближенно ее значение соответствует

$$V_1 \approx \frac{I_1 U_1^{(x)}}{I_1 - b_s} = 2,5 \text{ м/с.}$$

Результаты проведенных нами компьютерных расчетов по формуле (4) представлены в виде графиков на рис. 2 и рис. 3.

Как видно из рис. 2, за шпорой в непосредственной близости от нее (при $x = 0$) рассматриваемая скорость $V_x = 0$. В условно названной

"зоне шпоры" при $y < b_s$, с расстоянием от шпоры ($x > 0$) значение V_x увеличивается, например, при $x = 2$ м составляет $V_x \approx 1,3$ м/с. При $x \geq 5$ м, V_x достигает значения скорости $V_2 = 1,7$ м/с.

На „свободном“ участке потока (не перекрытом шпорой), т.е. при $y > b_s$ по сравнению с зоной шпоры, скорости резко увеличиваются (при $x = 0$, $V_x = 2,5$ м/с) (рис. 2). Однако, с увеличением расстояния от начального створа, скорости начинают уменьшаться и при $x \geq 5$ м достигают значения 1,7 м/с (рис. 3).

Таким образом, в зоне шпоры в береговой полосе $p'-q'$ (на участке длиной около 5 м) скорости изменяются в пределах $0 \leq V_x \leq 1,7$ м/с, а на противоположном берегу ($p-q$) соответственно, в пределах $1,7 \leq V_x \leq 2,5$ м/с.

ВЫВОДЫ

Характер распределения горизонтальной составляющей скорости, как видно из приведенного в работе примера, зависит, главным образом, от ширины шпоры (b_s), скорости течения (или расхода) в реке и шероховатости русла. Влияние каждого из этих факторов может быть

определено на основании проведения конкретных расчетов по аналитической зависимости (4), что представляет практический интерес при проектировании русловых гидротехнических сооружений и регулировании русловых процессов.

Л и т е р а т у р а

1. Гвелесиани Т.Л. Теория генерации волн в приложении к задачам гидроэкологии. (Редактор: академик АН Грузии Ц.Е. Мирцхулава) Изд. „Универсал“, Тбилиси, 2009.
2. Гвелесиани Т.Л. Математическое моделирование трехмерного речного потока в зонах, прилегающих к опорам мостовых переходов и акведуков. //Energy, №4, 2004. (ISSN 1512-0120).
3. Бегам Л.Г., Алтуниин В.С., Цириин В.Ш. Регулирование водных потоков при проектировании дорог. Изд. „Транспорт“, 1977.
4. Тевдорашвили Н.Е., Иремашвили Х.Г. Берегозащитные и регуляционные сооружения на горных участках дорог. //Научно-технический журнал „Транспорт и машиностроительство“, №2, 2008, Тбилиси, с. 123-131.

DEVELOPMENT OF THE NORMAL HEIGHTS SYSTEM IN AZERBAIJAN BY THE SATELLITE METHODS

Magsad Gojamanov, Alishir Ismailov
Email: *mgodja@yandex.ru, Alishir5701@mail.ru*

Baku State University
23, Z. Khalilov str., Baku, Azerbaijan, AZ1148

INTRODUCTION

When studying and assessing the effects of natural disasters, geodetic measurements are played most important role and based on them the geodetic systems of altitudinal and plane coordinates. State Geodetic Network (SGN), if it has not been systematically updated and improved, gradually aging, loses part points, loses accuracy in its separate parts, especially due to modern crustal movements of Earth.

Development of a system of normal heights is a constituent and integral part of the solution to the general problem of the reconstruction and develop-

ment of the system of geodesic provision on the territory of Azerbaijan Republic (AR) on the basis of satellite methods of the coordinate definitions [Mamedov, 2002].

At solving the problem of reconstruction and development of the State Geodetic Network should be consider that at the present stage has considerably expanded the arsenal of means and methods of construction of geodetic networks. This primarily refers to the latest satellite technologies based on the use of GPS/GLONASS systems.

1. A MODERN CONCEPT OF THE NATIONAL LEVELING FRAMEWORK OF AZERBAIJAN

As is known, the height of the USSR, including in Azerbaijan, was determined in the Baltic system of heights from Kroonstad sea-gauge. At present, the communications between the leveling networks of Azerbaijan Republic and neighboring countries and access to the Unified European Leveling Network (UELN), participation in the European network using GPS measurements (EUVN) and other international projects require the determination of the normal heights on the territory of Azerbaijan Republic in worldwide system of heights.

One of the main advantages of the new system of geodesic provision is that the same sets of geodetic points are implemented as planned and high-altitude coordinate systems. Leveling rappers, points of Satellite Geodetic Network (SGN-1) in the system of heights will serve as a tool for distribution of this system of normal heights throughout

the territory of Azerbaijan. This principle of establishing the system of normal heights and the way of its distribution throughout the territory of the Republic corresponds to the new system of geodesic provision based on modern satellite technologies, and strongly and unequivocally agree geodetic height, determined from GPS/GLONASS measurements with data of high-precision leveling. Satellite measurements at the level measured posts will serve as a tool to study the Caspian Sea level on a unified zero for the whole Earth.

The concept of restructuring the national level framework involves a combination of measurements made on land (determination of geodetic provisions, geometrical leveling, gravimetric) and the sea (satellite altimetry, hydrostatic leveling). This implies that in order to reduce all measurements, both on land and at sea, to a single world-

wide date of reference of normal heights for the whole territory of the AR is the solution of a boundary value geodetic tasks, in the result are determined the difference of the potential on the reference points of the State Geodetic network, level measured posts, in points altimetry measurements in the sea.

The concept of building a modern system of height provision includes realization of the full potential of the method of geometrical leveling, as the most accurate method of relevant traditional kinds of geodetic measurements. At the same time

to create effective modern system of geodesic provision is also needed for development of the method of satellite leveling as alternatives to the traditional method of geometrical leveling. In developing satellite technology of leveling in any way not intended to replace the full geometrical leveling method in the system of geodetic [Gojamanov, 2004; Zhdanov, 1998]. In areas not provided with necessary data about the height of quasigeoid to determine the normal heights is allowed even the use of trigonometric leveling [Demyanov, 2000].

2. A TRANSITION FROM THE GEODETIC HEIGHTS TO HEIGHTS IN THE GRAVITY FIELD

As is known, the satellite definitions receive spatial geodetic coordinates X, Y, Z in the observation points of Artificial Earth Satellites (AES). It is therefore appropriate ellipsoidal geodetic coordinates B, L, H calculate together, completely not defining geodetic height in a single task. After selecting the reference ellipsoid with parameters a, α , geodetic coordinates B, L, H find the well-known formulas [Boyko, 2003].

However geodesic height is unfit for the resolve of problems linked with the works in the field of the gravitational forces of Earth [Gojamanov, 2001; Ereemeev, 1971]. That is why the transition necessity appears from geodesic height to height in the field of gravitational forces.

We shall consider the capability of such transition with the help of fig. 1. Let point $P(X, Y, Z)$ is point of physical Earth's surface, in which are measured geocentric coordinates X, Y, Z . Through P_0 shall denote the projection of P on the reference ellipsoid to normal to him. Fragment P_0P of normal to ellipsoid is geodesic height.

We will consider accepted reference ellipsoid by the level ellipsoid of $U = U_0$ normal gravitational potential. For the occurrence of the external field of this ellipsoid apply to known characteristics a, α , (or J_2) to add geocentric gravitational continued GM and the angular velocity of ω – Earth rotation.

In the field of the level ellipsoid the height of point P will be the arc $P_0\check{P}$ of normal power line

$$P_0\check{P} = \frac{U_0 - U_P}{\gamma_m^{P_0P}}, \quad (1)$$

where U_P – the potential of ellipsoid in point P , $\gamma_m^{P_0P}$ – the mean integral value of the normal gravitational force of ellipsoid alongside arc $P_0\check{P}$.

For territory AR in mean latitude to 40° and maximal height 4500 m difference

$$P_0\check{P} - P_0P = \frac{\beta^2 \mu^3}{6R^2} \sin^2 2B,$$

where $\beta = \frac{\gamma_P - \gamma_t}{\gamma_t}$ – the relative excess of gravitational force on pole compared with equator; R – the mean radius of Earth; B – geodetic latitude of arc distance $P_0\check{P}$ of power line from P_0P fragment of the normal to ellipsoid compounds $1 \cdot 10^{-5}$ mm, that is why to distinguish them will not.

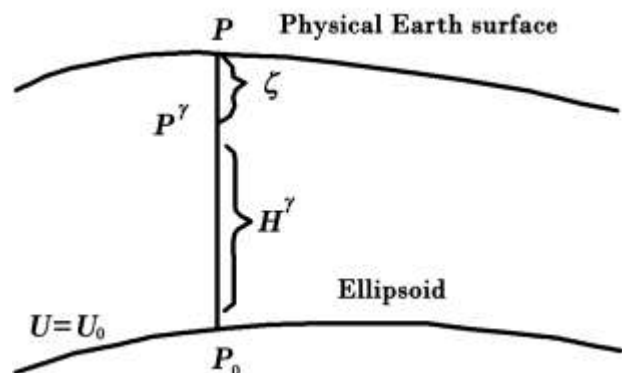


Fig.1. The satellite system of normal heights

**DEVELOPMENT OF THE NORMAL HEIGHTS SYSTEM
IN AZERBAIJAN BY THE SATELLITE METHODS**

We shall present normal potential U_P in the form:

$$U_P = W_P - T_P,$$

where W_P – real, T_P – anomalous potential in point P homologous.

We shall write down geodesic height:

$$H = \frac{U_0 - W_P + T_P}{\gamma_m^{P_0P}}.$$

Dimension $U_0 - W$ can be viewed as difference of normal potentials between ellipsoid and point P' , in which normal potential to $U_{P'}$ identically equal real potential in point P :

$$U_{P'} \equiv W_P. \quad (2)$$

In other words, on fragment P_0P is searched such point, in which potential of reference level ellipsoid to equal real potential in point P earth's surface. Using (2), for geodesic height find:

$$H = \frac{U_0 - U_{P'}}{\gamma_m^{P_0P'}} + \frac{T_P}{\gamma_m^{P'P}}, \quad (3)$$

where $\gamma_m^{P_0P'}$, $\gamma_m^{P'P}$ – the mean integral value of normal gravitational force on fragments P_0P' and $P'P$ homologous. The first term of right part (3) is normal height H^γ , second – the anomalous of height, i.e. (3) can be written in the form:

$$H = H^\gamma + \zeta. \quad (4)$$

Thus, in satellite determining normal height is height of point over accepted reference ellipsoid, in which normal potential is equal real (valid) potential of the surface point of Earth.

To find of normal height it follows from geodesic height take away the anomalous of height

$$H^\gamma = H - \zeta. \quad (5)$$

In formulas (3) and (4) normal field in both terms of right part should be strictly agreed.

**3. AN ASSIGNMENT OF THE NORMAL HEIGHTS SYSTEM
IN AZERBAIJAN BY THE SATELLITE METHODS**

For the assignment of the system of normal heights by satellite determining it is amply in some one point of State Geodetic Network to receive coordinates X, Y, Z by the absolute method of Satellite Geodesy and to calculate the geodesic height and the anomalous of height in the field of accepted-level ellipsoid. In the State Geodetic Networks of Azerbaijan Republic for such point follows to accept the incipient point No 001, linked with Fundamental Astronomical-geodetic network (FAGS) of Russian Federation (RF).

It is notable, what in such choice of the system of normal heights does not appear the necessity of the introduction of the notion of sea level or geoids and potential W_0 on these surfaces. This especially suitably for AR situated in the deep of continent and not have in its networks the points located on the ashore of Global Ocean.

In formulas (1)–(5) can be used any ellipsoid. If to choose the ellipsoid of system PZ-90 (The Characteristics of The Earth 1990 year) [Demyanov, 1999]:

$$\begin{aligned} GM &= 39860044 \text{ km}^3 \text{c}^{-2}; \\ J_2 &= 10826257 \cdot 10^{-6}; \\ \omega &= 7,292115 \cdot 10^{-5} \text{ c}^{-1}; \\ a &= 6378136 \text{ km}. \end{aligned}$$

Then the system of normal heights AR will be assented to altitude system of the State Geodetic Network of Russian Federation.

If to use international ellipsoid WGS-84 [Fukuda, 1996]:

$$\begin{aligned} GM &= 3986005 \text{ km}^3 \text{c}^{-2}; \\ J_2 / \sqrt{5} &= 484,16685 \cdot 10^{-6}; \\ \omega &= 7,292115 \cdot 10^{-5} \text{ c}^{-1}; \\ a &= 6378137 \text{ m}. \end{aligned}$$

The system of normal heights AR will coincide with the World System.

For all the rest of the points of the satellite network defined of relative starting foreground point No 001, it follows to compute the differences of normal heights

$$H_i^\gamma - H_{001}^\gamma = \Delta H + \zeta_i - \zeta_{001}, \quad (6)$$

i.e. to fulfill satellite leveling.

Here ΔH measured difference of geodesic heights. Because is planned measurement of the differences of coordinates in closed figures, appears

the capability of determining of the differences of normal heights as to the sides of these figures and their next adjustment.

References

1. **Boyko E.G.** Higher geodesy, part II: Geodesy on the ellipsoid, Moscow, Kartgeotsentr-geodezizdat, 2003, 144 p.
2. **Demyanov Q.V.** The scientific and technical collection for geodesy, aerospace photography and cartography. Physical geodesy, CNIIQAIK, Moscow, 1999, 120 p.
3. **Demyanov Q.V.** The satellite determines of heights: 1996-1999. Abstract bibliographic directory, CNIIQAIK, Moscow, 2000, 100 p.
4. **Gojamanov M.H.** The satellite leveling and the requirements to the accuracy of the model of quasigeoid. //Materials of international scientific-technical conference, dedicated to the 225th anniversary of MIIGAIK, Moscow, 2004, p.p. 71-74.
5. **Gojamanov M.H.** The determination of the normal heights in geodetic networks with the use of GPS, //Materials of the 1-st scientific-practical conference "Modern state, problems and prospects of development of geodesy and cartography in the Republic of Azerbaijan", Baku, BSU, 2001, p.p. 62-68;
6. **Eremeev V.F., Yurkina M.I.** The theory of heights in the Earth gravitational field, Moscow, Nedra, 1971, 144 p.
7. **Mamedov G.Sh., Gojamanov M.H.** About the concept of developments and the reconstructions of State Geodetic Network of Azerbaijan Republic. //Geodesy and Cartography, No12, Moscow, 2002, p.p. 38-42.
8. **Fukuda Y., Kuroda J., Takabatake J., Iton J. Murakami V.** Improvement of JGEOID 93 by the geoidal heights, derived from GPS/leveling survey. //International Symposium Gravity, Geoids and Marine Geoid (GraGeoMar 96), Njrej, Sept. 30 – okt. 5, 1996: Program and Abstract, Tokyo, 168 p.
9. **Zhdanov N.A., Makarenko D.H.** About the transition concept of the topographic-geodetic production to the autonomous satellite methods of coordinate definitions. //Geodesy and cartography, No 3, Moscow, 1998, p.p. 1-5.

მდინარე მტკვრის (ლიკანთან) წყალდიდობების
და წყალმოვარდნების სიხშირის შეფასება

გურამ გრიგოლია,¹ დავით კერესელიძე,² ვაჟა ტრაპაიძე,³ გიორგი ბრეგვაძე³

Email: davit.kereselidze@tsu.ge; vazha.trapaidze@tsu.ge

¹) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, 0162, თბილისი, საქართველო

²) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, 0162, თბილისი, საქართველო

³) ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 1, 0128, ქ. თბილისი, საქართველო

შესავალი

უკანასკნელ პერიოდში კლიმატის ცვლილებების ჩამოყალიბებული ტენდენციების ფონზე ბუნებრივ კატასტროფებს შორის, რომლებსაც გარკვეული ეკოლოგიური პრობლემები და სოციალურ-ეკონომიკური გართულებები მოაქვთ, მნიშვნელოვნად გახშირდა წყალდიდობები და წყალმოვარდნები. მათ გარემოზე ზემოქმედების ორი განსხვავებული სახე აქვთ

1. ისინი აზიანებენ და ხშირ შემთხვევა-

ში იწვევენ სხვადასხვა სახის საინჟინრო ნაგებობების (კაშხალი, ხიდი, ნაპირდამცავი ნაგებობა და სხვ.) დაზიანებას და ნგრევას;

2. გადმოდიან კალაპოტიდან და ტბორავენ ჭალებს, დასახლებულ პუნქტებსა და სასოფლო-სამეურნეო სავარგულელებს, ხოლო მდინარეთა შესართავებში სანაპირო ზოლს.

ძირითადი ნაწილი

წყლისმიერი სტიქიური მოვლენების შედეგად იღუპება და უსახლკაროდ რჩება უამრავი ადამიანი, ზიანდება მილიონობით პექტარი სასოფლო-სამეურნეო სავარგულეები. საერთაშორისო ორგანიზაციების მონაცემებით მსოფლიოში მომხდარ სტიქიურ მოვლენათა 40% წყალდიდობებზე მოდის.

ეს პრობლემა მეტად მნიშვნელოვანია საქართველოსთვისაც მდინარეთა სიმრავლისა და მათი მრავალფეროვანი ბუნების გამო. მდინარეთა უმრავლესობა მაღალ მთაში იღებს სათავეს და გარკვეულ უბანზე დიდი დამანგრეველი ძალით (ენერგიით) ხასიათდება. ბარში გადასვლისას ძირითადი პრობლემა დიდი ფართობების დატბორვაში გამოიხატება.

ამ მხრივ არც სამხრეთ კავკასიის უდიდესი მდინარე მტკვარია გამონაკლისი, მისი ჩამონადენი ყალიბდება თოვლის, წვიმის, გრუნტის და მყინვარული წყლებით. აზაფხული ყველაზე წყალუხვი პერიოდია და ამ დროს ჩამოედინება წლიური ჩამონადენის 47-58%, ზაფხულში – 22-27%, შემოდგომაზე – 11-14%, ზამთარში – 10-13%. მდინარის რეჟიმი ხასიათდება გაზაფხულის წყალდიდობით და ზაფხულის და ზამთრის მდგრადი წყალმცირობით.

გაზაფხულის წყალდიდობის მაქსიმალური დონეები ძირითადად აპრილ-მაისშია. მრავალწლიური უმაღლესი დონე დაფიქსირდა 1968 წლის 18 აპრილს სოფ. ჩითახევსა და ქ. ბორჯომის რაიონში. ამ დროს

წყალმცირე ღონესთან შედარებით ღონემ 5-6 მ-ით აიწია.

შემოდგომის პერიოდში ღონეები ხშირად იცვლება წვიმის პიკებით. წყალმოვარდნები ჩვეულებრივ მნიშვნელოვანია, მაგრამ სიმაღლით და მოცულობით ვერ აღწევნენ წყალდიდობის მაქსიმუმებს.

მდინარე მტკვარზე ყოველწლიური დაკვირვების შედეგებიდან გამომდინარე ნათელია, რომ წყალმოვარდნებისა და წყალდიდობების უმრავლესობა კატასტროფულ ხასიათს არ ატარებს. კატასტროფული ხასიათი ძირითადად განპირობებულია თოვლის დნობის მეტისმეტი ინტენსიურობით, რომელიც კიდევ უფრო მძლავრი ხდება, როდესაც თოვლის დნობის პერიოდში წვიმის ხასით მოდის მნიშვნელოვანი სიდიდის ატმოსფერული ნალექი.

მდ. მტკვარზე წყალმოვარდნის საწინააღმდეგო ღონისძიებები შემოიფარგლება მხოლოდ დამბებისა და ჯებირების მშენებლობით, მდინარეზე არ არის აშენებული მარეგულირებელი წყალსაცავი (აქ მხოლოდ ჩითახევის, ზემო ავჭალის და ორთაჭალის ჰიდროელექტროსადგურებია), შედარებით

დიდი მოცულობის ჟინვალის წყალსაცავი, აშენებულია მხოლოდ მის შენაკადზე – ალავსო. მართალია იგი კომპლექსური დანიშნულებისაა, მაგრამ წყალდიდობისა და წყალმოვარდნების დროს იღებს დიდი რაოდენობის მდინარე არაგვის წყალს, რაც განაპირობებს იმას, რომ მდინარე არაგვის წყლის საკმაოდ დიდი ნაწილი კატასტროფული ხარჯების დროს არ ემატება მდინარე მტკვრის წყალს.

წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების სარისკო პერიოდების (თვეების) დასადგენად გამოყენებულ იქნა მდ. მტკვრის ს. ლიკანთან არსებული ჰიდროლოგიური სადგურის 1938-1986 წლების უწყვეტი დაკვირვების მონაცემები. 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.

ცხრილი 1

მდ. მტკვრის ჰ/ს ლიკანთან, დაკვირვების შედეგად მიღებული წყლის ხარჯები

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Q _{საშ.}
თვის საშუალო	36,7	38,0	55,6	215	270	124	57,8	41,7	38,4	42,4	45,0	37,9	83,6
მყისური მაქსიმალურის საშუალო	44,0	47,9	126	466	447	215	103	67,9	53,6	65,0	68,4	49,4	146
დღიური მაქსიმალურის საშუალო	42,5	45,8	115	435	423	203	97,9	61,2	50,6	60,2	66,0	46,9	137
მყისური მაქსიმალური (დაკვ.)	94	130	430	1520	920	350	237	293	260	307	360	129	
დღიური მაქსიმალური (დაკვ.)	79	119	340	1170	866	340	232	268	252	271	345	106	

ცხრილი 2

მდ. მტკვრის ჰ/ს ლიკანთან დაკვირვების შედეგად მიღებული ცალკეული თვეების წყალმოვარდნული აქტივობის კოეფიციენტი $Q/Q_{საშ.}$

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
მყისური მაქსიმალური	1.12	1.55	5.14	18.2	11.0	4.2	2.83	3.5	3.11	3.67	4.3	1.54
დღიური მაქსიმალური	0.84	1.42	4.1	14.0	10.3	4.06	2.77	3.2	3.0	3.25	4.12	1.27

მდინარე მტკვრის სხვადასხვა კვეთში წყალმოვარდნული აქტივობის კოეფიციენტი

კვეთი	ფართობი, კმ ²	Q _{მაქს}	Q _{საშ}	წყალ. აქტივ. კოეფიციენტი
ხერთვისი	4 980	742	32.4	22.9
მინაძე	8 010	1110	57.2	18.4
ლიკანი	10 500	1520	83.6	18.2
ძეგვი	18 000	2170	158	13.7
თბილისი	21 000	4450	204	12.0

წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების შესაფასებლად მეტად მნიშვნელოვანია ე.წ. წყალმოვარდნული აქტივობის კოეფიციენტი, იგი მაქსიმალური წყლის ხარჯისა და საშუალო წლიური ხარჯის თანაფარდობაა [1].

წყალმოვარდნული აქტივობის კოეფიციენტი ყველაზე მაღალი აპრილის თვეშია, როცა იგი 18-ჯერ აღემატება საშუალო მრავალწლიურ სიდიდეს.

ზოგადად წყალმოვარდნული აქტივობის კოეფიციენტი მცირდება წყალშემკრები აუზის და საშუალო სიმაღლის, საშუალო წლიური ხარჯისა და ნალექების გაზრდისას. ასეთ შემთხვევასთან გვაქვს საქმე მდინარე მტკვრის აუზში, როცა კვეთების მიხედვით ფართობების ზრდის პარალელურად მცირდება წყალმოვარდნული აქტივობის კოეფიციენტი.

ასევე შეფასდა დაკვირვების პერიოდში ცალკეულ თვეში წლის მაქსიმალური ხარჯის მოხვედრის რაოდენობა, რომელიც

მოცემულია ცხრილში 4.

ამ მონაცემის ანალიზით, წყალდიდობისა და წყალმოვარდნების სარისკო თვეებად მდ. მტკვრისათვის შეირჩა IV-V თვეები. აღნიშნულ პერიოდში წყლის ხარჯების საანგარიშო ინტერვალებად შეირჩა 100 მ³/წმ-დან 1000 მ³/წმ-მდე მნიშვნელობები, ყოველი 100 მ³/წმ ბიჯით, შედეგები მოცემულია ცხრილში 5.

წყალდიდობის განსაკუთრებული სიდიდით და სიხშირით გამოირჩევა აპრილ-მაისი, როგორც ცხრ. 3-დან 900 მ³/წმ-ზე მეტი ხარჯებით ხასიათდება აპრილი (3 დღე), ხოლო 500-800 მ³/წმ-ით აპრილ-მაისი (39 დღე).

მაქსიმალური ხარჯების შიდაწლიური განაწილება გვაძლევს შემდეგ სურათს გაზაფხულის წყალდიდობის დროს (IV-VI) ჩამოედინება მთელი ჩამონადენის 62%, ზაფხულ-შემოდგომის პერიოდში 19%, ზამთარში 17%.

თვეების მიხედვით დაკვირვების შედეგად მიღებული წლის
მაქსიმალური ხარჯის მოხვედრის რაოდენობა

თვეები	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ჯამი
დღეთა რაოდენობა 1938-1986	0	0	1	20	23	0	0	0	0	0	1	0	45
% (1938-86)	0	0	2	44	51	0	0	0	0	0	2	0	100
დღეთა რაოდენობა 1970-1986	0	0	0	9	9	0	0	0	0	0	0	0	18
% (1970-86)	0	0	0	50	50	0	0	0	0	0	0	0	100

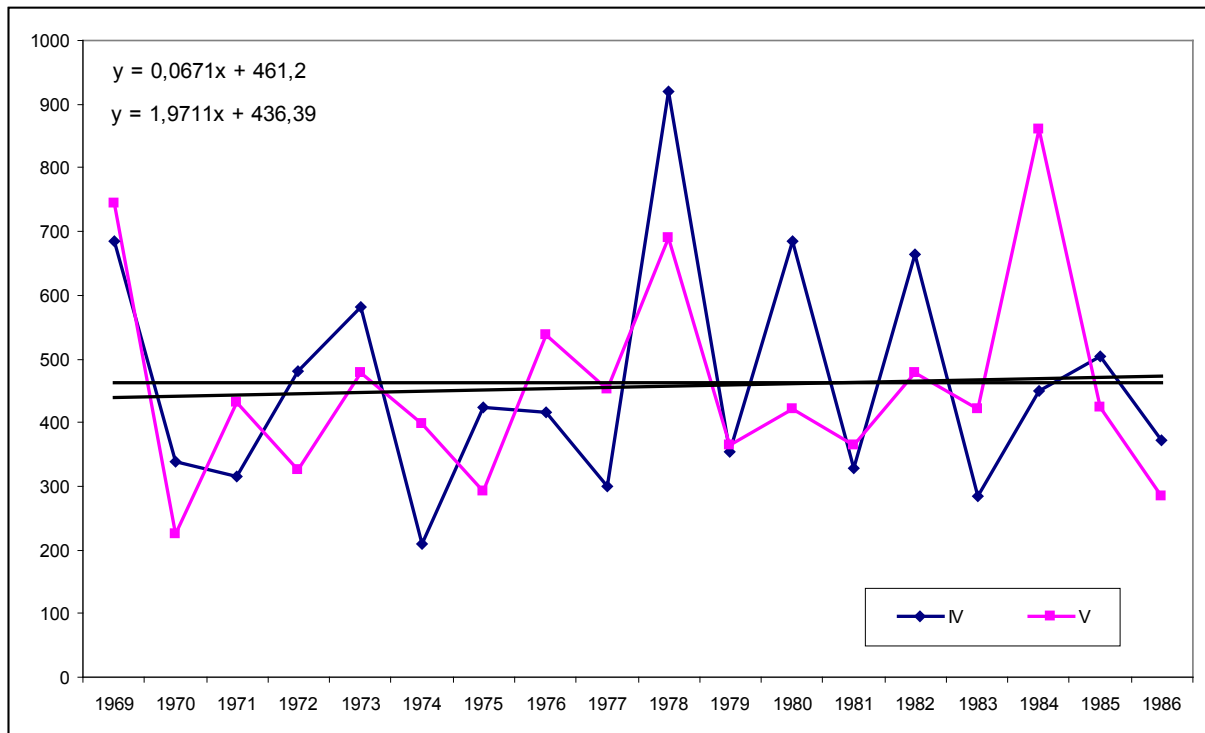
მაქსიმალური ხარჯების (მ³/წმ) სხვადასხვა ინტერვალებში მოხვედრის დღეთა რაოდენობა

	III		IV		V		VI		VII		XI	
	რ-ბა	Σ	რ-ბა	Σ	რ-ბა	Σ	რ-ბა	Σ	რ-ბა	Σ	რ-ბა	Σ
900-999	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
800-899	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
700-799	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0
600-699	0	0	7	8	8	11	0	0	0	0	0	0
500-599	0	0	6	14	8	19	0	0	0	0	0	0
400-499	0	0	38	52	49	68	0	0	0	0	0	0
300-399	1	1	77	129	120	188	4	4	0	0	0	0
200-299	9	10	151	280	201	389	57	61	2	2	0	0
100-199	95	105	188	468	154	543	257	318	21	23	4	4

ცხრილში 5 (Σ) აღნიშნავს ხარჯების დგომის ხანგრძლივობას, ანუ საანგარიშო პერიოდში დღეთა რიცხვს, როდესაც დაკვირვების შედეგად აღმოჩნდა მოცემულ ხარჯზე მეტი ან ტოლი მნიშვნელობა.

მდ. მტკვარზე ს. ლიკანთან მაქსიმალური ხარჯების ტრენდის კორელაციის კოეფიციენტები

	III	IV	V	VI	IX	X	XI	წლიური
1960-1986	-0,16	0,00	0,06	0,40	0,15	-0,17	-0,30	0,09



ნახ. 1. IV-V თვის მაქსიმალური ხარჯების ცვალებადობის გრაფიკი 1969-1986 წწ.

**მდინარე მტკვრის (ლიკანთან) წყალდიდობების
და წყალმოვარდნების სიხშირის შეფასება**

წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების დინამიკის დასადგენად შეფასდა ცალკეული თვეების ტრენდის კორელაციის კოეფიციენტები წყლის მაქსიმალურ ხარჯსა და მის რიგით ნომერს შორის 1969-1986 წლების უწყვეტი პერიოდისათვის, რომელიც მოცემულია ცხრილში 6, საიდანაც ნათლად ჩანს, რომ ტრენდის ტენდენცია არ ფიქსირდება.

მდ. მტკვარზე ს. ლიკანთან შეფასდა წლის მაქსიმალური ხარჯის ცვალებადო-

ბის ტრენდი კორელაციის კოეფიციენტით, რომელიც პრაქტიკულად ნულთან არის ახლოს $r=0,09$.

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

კლიმატის ცვლილების სცენარი II-ით მიღებული შედეგები გვიჩვენებს, რომ გაზაფხულზე, 2020-2050 წლების პერიოდისათვის, ნალექებს შემცირების ტენდენცია აქვს, რაც ამცირებს წყალმოვარდნის რისკებს [2].

დასკვნა

გაანგარიშებებმა გვიჩვენა, რომ მდ. მტკვარზე სოფ. ლიკანთან წყალდიდობები და წყალმოვარდნები მხოლოდ IV და V თვეებში ფიქსირდება. ამ პერიოდის მაქსიმალური ხარჯები ძირითადად ფორმირდება მდ. მტკვრის აუზში დაგროვილი თოვლის მარაგის რაოდენობით, დნობის ინტენსივობითა და მოსული ატმოსფერული ნალექების ზედდებით ჩამონადენზე. დღევანდელი

გახშირებული სტიქიების ფონზე ბორჯომის მუნიციპალიტეტმა უპირველესად უნდა შეაფასოს წყალდიდობებისა და სტიქიური მოვლენების დროს რა ზარალი დაფიქსირდა მათ ტერიტორიაზე, ეს იყო დატბორვა თუ სხვადასხვა სახის ნაგებობის დაზიანება. რათა თავიდან იქნეს აცილებული (შერბილებული) სტიქიური მოვლენების უარყოფითი შედეგები.

ლიტერატურა

1. **ხმაღაძე გ.** საქართველოს წყლის რესურსები. თბილისი, 2009.
2. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის. თბილისი, 2009.

სამიარუსიანი კომბინირებული ღრენაჟის კვლევისათვის
საველე პოლიგონის მოწყობა

მაკა გუგუჩია

Email: makaguguchia@yandex.com

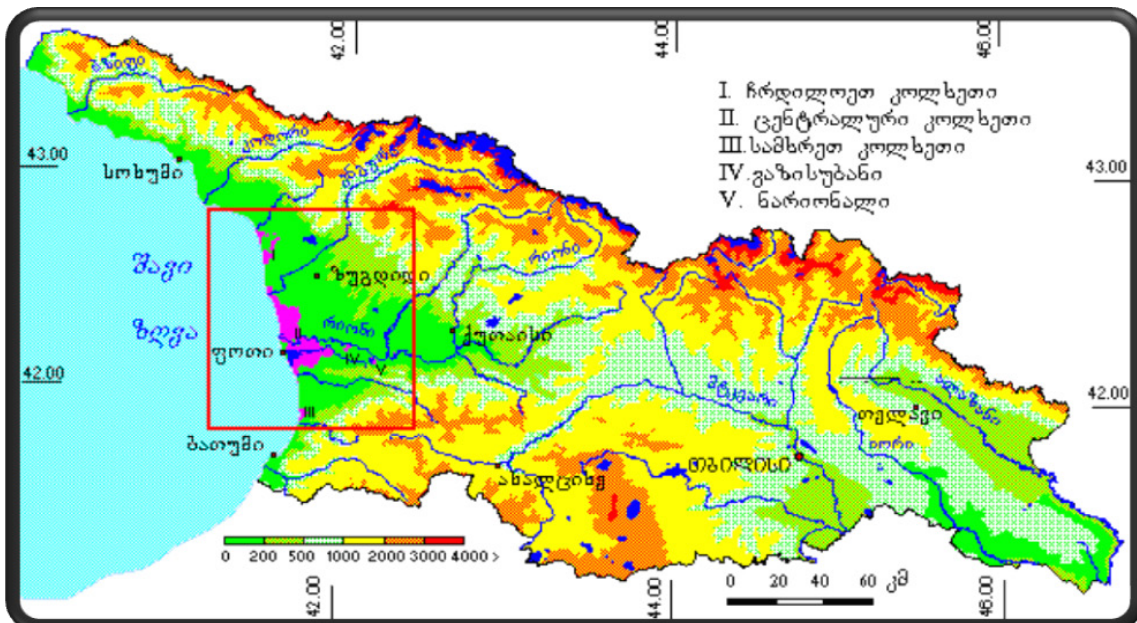
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
მ. კოსტავას 77, 0175, ქ. თბილისი, საქართველო

შეშავალი

აგრარული რეფორმის პირობებში, სამელიორაციო ღონისძიებათა სისტემაში მწვავე საკითხად იკვეთება კოლხეთის დაბლობის ჭარბტენიანი მიწების ათვისება და გამოყენება. კოლხეთის დაბლობი მარცვლულისა და მეცხოველეობის პროდუქციის წარმოების გაზრდისათვის ერთ-ერთი უდიდესი რეზერვია საქართველოში. ამასთან, იგი ითვლება სუბტროპიკული მეურნეობის შემდგომი განვითარების მძლავრ ბაზად და რეკრეაციული მეურნეობის გაფართოების უნიკალურ რეგიონად.

საქართველო ვერაზიის კონტინენტის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში, ზომიერი

და სუბტროპიკული ჰავის სარტყლების საზღვარზე მდებარეობს. იგი მთიანი ქვეყანაა და მისი ტერიტორიის (6 949,4 ათასი ჰექტარი) 53% (3 683,2 ათასი ჰექტარი) მთიან ზონას უჭირავს, 33% – მთისწინებს (2 293,3 ათასი ჰექტარი), ხოლო 14% – ვაკე ადგილებს (972,9 ათასი ჰექტარი) 14 გრადუსზე ნაკლები დახრილობით. ასეთი გეოფიზიკური მდებარეობა გარკვეულ გავლენას ახდენს ქვეყნის კლიმატურ-ნიადაგურ მდგომარეობაზე, რითაც განპირობებულია წყალ-ჰაეროვანი რეჟიმის რეგულირების აუცილებლობა მრავალდარგოვანი სოფლის მეურნეობის განვითარებისთვის.



სურ. 1. კოლხეთის დაბლობი საქართველოს რუკაზე

*სამეცნიერო ხელმძღვანელი – პროფ. გ. გაგარდაშვილი



სურ. 2. კოლხეთის დაცული ტერიტორიების საერთო ხედი

სამელიორაციო და წყალსამეურნეო სამუშაოების ჩატარების შედეგად მნიშვნელოვნად იზრდება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ბიოპროდუქტიულობა. თუ გაითვალისწინებთ იმასაც, რომ აღნიშნული რეგიონი გარდა ტრადიციული კულტურებისა (ერთწლიანი და მრავალწლიანი მარცვლეული, მეზღობა-მეხილეობა, მე-

ბოსტნეობა და სხვ.), აგრეთვე არის საექსპორტო პროდუქციის მწარმოებელი (ჩაი, ციტრუსები, თამბაქო, თხილი და სხვ.), კოლხეთის დაბლობზე განთავსებული ჭარბტენიანი სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების დაშრობა ქვეყნის ერთ-ერთ პრიორიტეტულ მიმართულებად ითვლება.

პირითაღი ნაწილი

კოლხეთის დაბლობის ზღვის ტენიანი სუბტროპიკული კლიმატი ხელს უწყობს დაჭაობებული მასივების განვითარებას, მდიდარ მცენარეულ საფარსა და ჰიდროგრაფიულ ქსელს, რომლებიც წარმოადგენენ ადგილობრივი კლიმატისა და მიკროკლიმატის არსებით ფაქტორებს. ნალექების წლიური და სეზონური რაოდენობა ფრიად თავისებურია. ტერიტორიის საგრძნობ ნაწილზე წლის განმავლობაში აღინიშნება ნალექების რაოდენობის ორი მაქსიმუმი და ორი მინიმუმი.

ზაფხულის განმავლობაში ზღვა ნელა თბება, ზამთარში კი თანდათან ცივდება, ამიტომ კოლხეთში ტემპერატურა მნიშვნელოვნად ზომიერია. ყველაზე ცივი თვე იანვარია, ყველაზე თბილი (ცხელი) – ივლისი ან აგვისტო. საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურა წლის განმავლობაში სანაპირო ზოლში 13,76°C-ის ქვემოთ არ ეცემა, ხოლო ზღვიდან მოცილებულ ადგილებში,

კერძოდ ზუგდიდში – 13,8°C, ხეთაში – 14,9°C, სამტრედიაში – 14,7°C-ია. ყინვები, ჩვეულებრივ, დეკემბრის ბოლოს იწყება და შეიძლება მარტის ბოლომდე გაგრძელდეს.

კოლხეთის ჭარბტენიან ფართობებზე აუცილებელია კომპლექსური კაპიტალური სამელიორაციო სამუშაოების ჩატარება, მათი სასოფლო-სამეურნეო ათვისების მიზნით.

საკვლევ პოლიგონად შერჩეულ იქნა სამტრედიის რ-ნის სოფ. დიდი ჯიხაიშის კოლფჯის ბაზაზე არსებული ჭარბტენიანი ნაკვეთი (ფოტო 3), სადაც 2014 წლის მაის-ივნისში განხორციელდა სამიარუსიანი საველე-სამეცნიერო კვლევითი სტენდის მოწყობა.

პროექტის მიზანია დასავლეთ საქართველოში, კოლხეთის დაბლობზე განთავსებულ ჭარბტენიან ნიადაგებში დაშრობის ნორმის გაზრდა ახალი სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის გამოყენებით.



სურ. 3. დაჭაობებული ზონა დიდი ჯიხაიშის კოლექჯის ტერიტორიაზე

სადრენაჟო კონსტრუქცია შედგება:

- პირველი იარუსი – ნაპრალოვანი დრენი, ზედაპირული ჩამონადენი წყლის დასარეგულირებლად;
- მეორე იარუსი – წრიული პოლიეთილენის პერფორირებული კონსტრუქცია გრუნტის წყლების გასაყვანად;
- მესამე იარუსი – წყალმიმღები მილი/მაგისტრალური კოლექტორი – ზედაპირული და გრუნტის წყლების ფართობიდან გასაყვანად.

სადრენაჟო კონსტრუქციის მოსაწყობად შექმნილ იქნა სხვადასხვა ზომის პოლიეთილენის მილები, მოხდა მათი პერფორაცია. პერფორირების წინ გაანგარიშებულ იქნა ხვრელების ფართობი და რაოდენობა შემდეგი ფორმულის გამოყენებით:

$$S = \pi \cdot D \cdot L, \text{ სმ}^2, \quad (1)$$

სადაც D – პოლიეთილენის მილის დიამეტრია;

L – პოლიეთილენის მილის სიგრძე;

$$S = \pi \cdot D \cdot L = 3,14 \cdot 30 \cdot 100 = 9420 \text{ სმ}^2 / \text{გრძ.მ.}$$

წყალმიმღები ხვრელის საერთო ფართობი, ნორმით 2%-მდე, მივიღეთ 188 სმ/გრძ.მ. ერთი ხვრელის ფართობი, ხვრელის $d=5$ მმ (0,5 სმ) დიამეტრის შემთხვევაში,

$$S = \pi \cdot R^2 = 3,14 \cdot 0,25^2 \approx 0,2 \text{ სმ}. \quad (2)$$

ხვრელების რაოდენობა დაავადგინეთ შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$N = K \cdot S = 188 \cdot 0,2 = 940 \text{ ც.} \quad (3)$$

ზემოთ ჩატარებული გაანგარიშების თანახმად მილსადენზე წრიულად – ავიღეთ 23 რიგი, ბიჯით 4 სმ ერთ გრძ. მეტრზე. რიგში – ავიღეთ 40 ცალი ხვრელი ბიჯით 2,5 სმ ერთ გრძ./მეტრზე (ფოტო 4).

კომბინირებული დრენაჟის მეორე იარუსისათვის შერჩეულ იქნა მილსადენი დიამეტრით 100 მმ, ხოლო მესამე იარუსისათვის გამოყენებულია პლასტმასის 300 მმ გოფირებული მილი.

ადგილზე, საცდელ პოლიგონზე შერჩეულ იქნა მაგისტრალი ორი რიგად, სიგრძით თითოეული 18 მ. მომზადდა ტრანშეა გეომეტრიული ზომებით – სიღრმე 1,2 მ, ხოლო სიგანე – 0,6 მ.

სამიარუსიანი სადრენაჟო სისტემის ტრანშეას შემავსებლად გამოყენებულ იქნა ინერტული მასალა, რომლის დიამეტრიც იცვლებოდა $D = 5-50$ მმ.

აღნიშნული სამუშაოების ჩატარების შემდეგ კონსტრუქცია ჩადებულ იქნა ტრანშეაში და ნაპრალოვანი დრენი მთლიანად შეივსო ინერტული მასით. ამჟამად მიმდინარეობს საველე დაკვირვებები სამიარუსიანი დრენაჟის ეფექტურობის დადგენის მიზნით.



სურ. 4. პერფორირებული პოლიეთილენის მილი



სურ. 5. სამიარუსიანი დრენაჟის კონსტრუქციის საბოლოო სახე

დასკვნა

კოლხეთის დაბლობზე ჭარბტენიანი ნიადაგის ეფექტურად დაშრობის მიზნით სამტრედიის რ-ნის სოფ. დიდი ჯიხაიშის კოლექჯის ბაზაზე არსებულ ჭარბტენიან ნაკვეთში მოეწყო საკვლევი პოლიგონი,

სადაც პირველად საქართველოში დამონტაჟდა ახალი, სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის კონსტრუქცია მასზე შემდგომი ექსპერიმენტების განხორციელების მიზნით.

ლიტერატურა

1. **გავრდაშვილი გ.ვ.** Комбинированный дренаж. /Грузинский патент – GEP 2005 3573 В, бюллетень №13, Тбилиси, 2005, с. 34.
2. **გავრდაშვილი გ.ვ., მოდებაძე ნ.ლ., გავრდაშვილი ნ.გ.** Комбинированный трехъярусный дренаж: расчет водопропускной способности и инженерное обеспечение работ.

- ///"Инженерная экология" №3, 2007 г. Москва, с. 55-61.
3. **Мирицхулава Ц.Е.** Надежность систем осушения. М. Агропромиздат, 1985, 312 с.
4. **შურღაია გ.** ჭარბტენიან ნიადაგებში კომბინირებული დრენაჟის კვლევა (დისერტაცია) თბილისი, 2001 წ.

**კატასტროფებით გამოწვეული მოსალოდნელი ეკოლოგიური პრობლემების
სენსიტიზაციისა და რისკების შეფასების კრიტერიუმების დამუშავება,
მათი გამოყენება აღნიშნული პრობლემების პრევენციისათვის**

**რობერტ დიაკონიძე, ოლღა ხარაიშვილი, ზემფირა ჭარბაძე, ქეთევან დადიანი,
ნინო ნიბლაძე, ნათია სუხიშვილი, ფერიდე ლორთქიფანიძე**
Email: robertdia@mail.ru

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, 0162, თბილისი, საქართველო

შესავალი

ბუნებრივი კატასტროფები დღევანდელ მსოფლიოში. პლანეტაზე გავრცელებულ კატასტროფებს შორის განსაკუთრებული ადგილი ბუნებრივ კატასტროფებს უჭირავს. მათ მიერ გამოწვეულმა ეკონომიკურმა ზარალმა ბოლო წლებში ათეულ მილიარდ აშშ დოლარს გადააჭარბა. კატასტროფების ეპიდემიოლოგიური კვლევის ცენტრის 2007 წლის ანგარიშის მიხედვით [3], ერთი წლის-თვის (2005 წ.) ბუნებრივი კატასტროფებით გამოწვეულმა ზარალმა 34 მილიარდი აშშ დოლარი შეადგინა. მნიშვნელოვანი იყო მათი სალიკვიდაციო ფინანსური ხარჯების რაოდენობაც. უკანასკნელი ორი ათწლეულის მანძილზე (1980-2003 წწ.), მხოლოდ მსოფლიო ბანკმა 14,4 მილიარდი აშშ დოლარის გადაუდებელი სესხი გასცა ბუნებრივი კატასტროფებით ყველაზე მეტად დაზარალებული 20 ქვეყნისათვის. 1999-2003 წლებში მსოფლიოში მომხდარი ბუნებრივი კატასტროფების შედეგად მიყენებულმა

ზარალმა 212,692 მილიარდი აშშ დოლარი შეადგინა. აქედან ყველაზე მეტი ევროპისა და აზიის ქვეყნებზე მოდის – 161,5 მილიარდი დოლარი [2].

ბუნებრივი კატასტროფები საქართველოში. მსოფლიოს მსგავსად, არც საქართველოა დაზღვეული კატასტროფებისაგან, განსაკუთრებით ბუნებრივი კატასტროფებისაგან, როგორცაა წყალდიდობები და წყალმოვარდნები, ეროზიულ-დვარცოფული მოვლენები, მეწყრები, ზღვისმიერი აბრაზია, ქარიშხლები, ზეავები, ხანძრები, სეტყვა და სხვ., რომელიც დიდ ზარალს აყენებს ამ ქვეყანას, ხშირია ადამიანების მსხვერპლიც.

ბოლო 10 წლის განმავლობაში ბუნებრივი კატასტროფების შედეგად საქართველოსათვის მიყენებული ზარალი 3-ჯერ და უფრო მეტად აღემატება უშუალოდ მოსაზღვრე ქვეყნების – სომხეთისა და აზერბაიჯანის შესაბამის მაჩვენებელს, ცხრ. 1.

ცხრილი 1

ქვეყანა	1999-2003 წლებში მიყენებული ეკონომიკური ზარალი (მლნ. აშშ დოლარი)	1999-2008 წლებში ბუნებრივი კატასტროფებით დაზარალებული ადამიანების რაოდენობა	1999-2008 წლებში ბუნებრივი კატასტროფებით მიყენებული ეკონომიკური ზარალი (მლნ. აშშ დოლარი)	შესაძლო ბუნებრივი კატასტროფებით გამოწვეული ეკონომიკური ზარალის წლიური რისკი (მლრდ აშშ დოლარი)
საქართველო	337	719.246	552	4
სომხეთი	107	297.000	100	20.8
აზერბაიჯანი	113	43.964	170	1.5

მიუხედავად საქართველოს ტერიტორიის ფართობის შედარებითი სიმცირისა, მისი ბუნებრივი პირობები (მდეზარეობა, გეოლოგიური აქტიურობა, რელიეფი, კლიმატი, ჰიდროგრაფიული ქსელი, ფაუნა და ა.შ.) გამოიჩენს მნიშვნელოვანი მრავალფეროვნებით. ბუნებრივი პირობების მრავალფე-

როვნება, ერთი მხრივ, წარმოადგენს უნიკალურ რესურსს, ხოლო, მეორე მხრივ, გამოდინარე ბუნებრივი პროცესების აქტიურობიდან, რომელიც დამახასიათებელია ამგვარი რეგიონისათვის, მნიშვნელოვან სიძნელეებს ქმნის ქვეყნის განვითარებისათვის.

ძირითადი ნაწილი

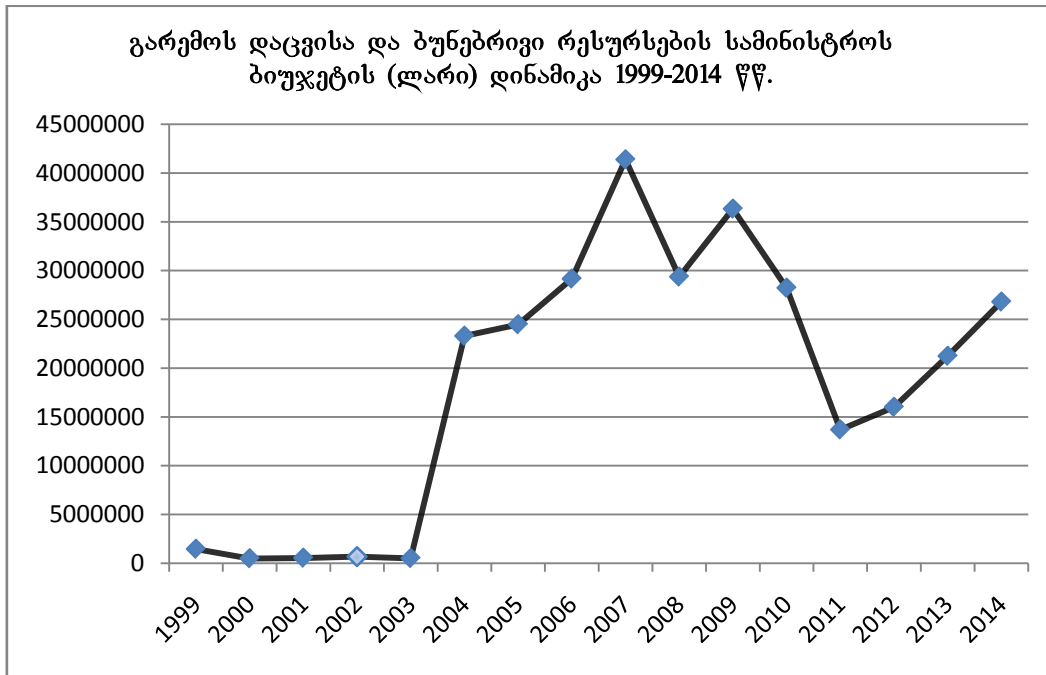
ბუნებრივი კატასტროფების საკითხზე მუშაობისას ჩვენი აზრით სახელმწიფოს მიდგომა, საუკეთესო შემთხვევაში, ორ ძირითად კომპონენტს უნდა ეყრდნობოდეს:

1. მოახდინოს არსებული რესურსების მობილიზება ბუნებრივი კატასტროფების პროგნოზირებასა და პრევენციაზე, რაც თავისთავად გულისხმობს იმ სტრუქტურების გაძლიერებას, რომლებიც პასუხისმგებელი არიან საშიში ბუნებრივი პროცესების პროგნოზირებასა და პრევენციული ზომების დაგეგმვა-განხორციელებაზე.
2. მაქსიმალურად სრულყოს უკვე მომხდარი უარყოფითი შედეგების ლიკვიდაციაზე პასუხისმგებელი სტრუქტურები. რაც, ერთი მხრივ, კატასტროფების შედეგად

მიღებული ეკონომიკური ზარალის შემცირებასა და, მეორე მხრივ, ოპერატიული რეაგირების შემთხვევაში, ადამიანთა მსხვერპლის მაქსიმალურად თავიდან აცილებას უზრუნველყოფს.

სიტუაცია რთულდება, როდესაც სახელმწიფოს მოქმედება უწყვეს შეზღუდული რესურსების პირობებში. ასეთ შემთხვევაში, როგორც წესი, ძირითადი აქცენტი გადადის ორი მიმართულებიდან ერთ-ერთზე, ასეთი მიმართულება კი მომხდარი კატასტროფის შემდეგ ეკოლოგიური პრობლემების ლიკვიდაციაა.

გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროს ბიუჯეტის დინამიკა 1999-2014 წლებისათვის ასეთნაირად გამოიყურება (ცხრ. 2; ნახ. 1).



ნახ. 1

ცხრილი 2

№	წლები	ბიუჯეტი (ლარი)	№	წლები	ბიუჯეტი (ლარი)
1	1999	1463600	9	2007	41381100
2	2000	491400	10	2008	29364100
3	2001	546000	11	2009	36330100
4	2002	688200	12	2010	28226900
5	2003	510000	13	2011	13697500
6	2004	23302500	14	2012	16011000
7	2005	24478300	15	2013	20653000
8	2006	29157600	16	2014	2619000

წარმოდგენილი მასალის შეფასებისას არ არის ძნელი წარმოსადგენი, რომ ასეთი ბიუჯეტით წინდაწინ ბუნებრივი კატასტროფების პრევენციული ღონისძიებების გატარება შეუძლებელი იქნება.

უკანასკნელ წლებში საქართველოში განვითარებული ბუნებრივი სტიქიური მოვლენების სტატისტიკის შეფასებისას დავეყრდნობით მონიტორინგისა და პროგნოზირების ცენტრის, შინაგან საქმეთა სამინისტროს საგანგებო სიტუაციების დეპარტამენტის და საკუთარი კვლევების მონაცემებს [1, 4, 5].

საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროს მონიტორინგისა და პროგნოზირების ცენტრის მონაცემებით, ბოლო წლებში მომხდარი ბუნებრივი კატასტროფების სიხშირე და მასშტაბი მკვეთრად გაიზარდა, განსაკუთრებით მთაგორიან და მთისპირა რაიონებში. 2004 წელს გააქტიურებულმა გეოლოგიურმა სტიქიურმა პროცესებმა 2005 წელს კულმინაციას მიაღწია. ქვეყნის მასშ-

ტაბით მაღალი საშიშროების რისკის ზონაში მოექცა 190-მდე დასახლებული პუნქტი (ცხრილი 3).

ამ სტიქიური პროცესების შედეგად განსაკუთრებით დაზიანდა მცხეთა-მთიანეთის, სამეგრელო-ზემო სვანეთის, აჭარის, რაჭა-ლეჩხუმის, ქვემო სვანეთისა და გურიის მხარეები. ამავე წელს, შინაგან საქმეთა სამინისტროს მონაცემებით, სტიქიური მოვლენების გამო 86-ჯერ გამოცხადდა საგანგებო მდგომარეობა (ცხრილი 4).

საშიში გეოლოგიური პროცესების თვალსაზრისით, საქართველოსათვის 2006 წელი 2005 წელთან შედარებით უფრო სტაბილური იყო. ამის ერთ-ერთ ძირითად მიზეზად სპეციალისტები საქართველოში ნალექების საშუალო მრავალწლიური რაოდენობის სიმცირეს ასახელებენ. მიუხედავად ამ ხელშემწყობი ფაქტორისა, საქართველოს ზოგიერთ რაიონში ბუნებრივი სტიქიური პროცესებისაგან, კერძოდ, მეწყერისა და ღვარცოფისგან გამოწვეული ზარალი საკმაოდ დიდი იყო. განსაკუთრებულად მაღალი საშიშროების რისკის ზონაში აღმოჩნდნენ ზუგდიდის, ცაგერის, ჩოხატაურისა და დუშეთის რაიონები, სადაც 1200-ზე მეტი საცხოვრებელი სახლი დაზიანდა.

2006 წელს მეწყერულ-ღვარცოფულმა პროცესებმა განსაკუთრებული ზიანი მიაყენეს ტრანსკავკასიურ 1200 და 700 მმ-იანი დიამეტრის მაგისტრალურ გაზსადენებს.

მნიშვნელოვნად დაზიანდა აგრეთვე კახეთის გაზომარაგების ახმეტა-თიანეთის 300 მმ-იანი დიამეტრის გაზსადენის მონაკვეთი.

ცხრილი 3

შეფასებული სახლების რაოდენობა	დაზიანებული სახლების რაოდენობა	საბრუნავიდან ამოვარდნილი მიწის ფონდი (ჰა)	დანგრეული და დაზიანებული საავტომობილო გზები (კმ)
5,221	2,880	9,610	111

ცხრილი 4

დაღუპული ადამიანების რაოდენობა	დაშავებული ადამიანების რაოდენობა	დაზიანებული ელექტრო-გადამცემი ანძების რაოდენობა	დანგრეული და დაზიანებული გზების სიგრძე (კმ)	დანგრეული და დაზიანებული ხიდების რაოდენობა
35	213	185	95	69

**კატასტროფებით გამოწვეული მოსალოდნელი ეკოლოგიური პრობლემების
სენსიტიურობისა და რისკების შეფასების კრიტერიუმების დამუშავება,
მათი გამოყენება აღნიშნული პრობლემების პრევენციისათვის**

საქართველოს შინაგან საქმეთა სამინისტროს მონაცემებით, 2007 წლის განმავლობაში საქართველოს ტერიტორიაზე ბუნებრივი კატასტროფების გამო 205-ჯერ გამოცხადდა საგანგებო მდგომარეობა (ცხრილი 5).

არსებული სტატისტიკური მასალის ანალიზი და დაზარალებული რაიონების ადგილზე კვლევის შედეგები მოწმობს, რომ სტიქიური მოვლენების რიცხვი საქართველოში საკმაოდ დიდია. არსებული სიტუაცია კი საფუძველს გვაძლევს ვიფიქროთ, რომ მათი რაოდენობა მომავალ წლებში კიდევ უფრო გაიზრდება, რაც სხვა ბევრ ფაქტებთან ერთად კლიმატის ცვლილებასაც უნდა მივაწეროთ.

ეკოლოგიური პრობლემების შეფასების სტრუქტურა, ჩვენი აზრით, უნდა ეყრდნობოდეს ძირითად პრინციპს, რომლის მიზანს

უნდა წარმოადგენდეს ბუნებრივი კატასტროფების სენსიტიურობის შეფასება მათი რისკების გათვალისწინებით. სწორედ ამას შეუწყობს ხელს ჩვენს მიერ წარმოდგენილი კრიტერიუმები.

შესაბამისი სამუშაოების განხორციელების საფუძველზე ჩვენს მიერ დამუშავებულ იქნა კატასტროფებით გამოწვეული მოსალოდნელი ეკოლოგიური პრობლემების სენსიტიურობისა და რისკების შეფასების კრიტერიუმები (ცხრილი 6), რომლის საფუძველზეც შესაძლებელი გახდება დავადგინოთ, თუ რომელი რისკის მქონე ეკოლოგიური პრობლემის მოგვარებაა პრიორიტეტული. ამის საშუალებას იძლევა შეფასების კრიტერიუმის 10 ბალიანი სისტემა. რა თქმა უნდა, პირველად მოსაგვარებელი იქნება მაღალი რისკის პრობლემები.

ცხრილი 5

დაღუპული ადამიანების რაოდენობა	დაშავებული ადამიანების რაოდენობა	დამწვარი ტყის ფართობი (ჰა)	დატბორილი სასოფლო-სამეურნეო საგარეულების ფართობი (ჰა)
3	416	286	260

ცხრილი 6

**კატასტროფებით გამოწვეული მოსალოდნელი ეკოლოგიური პრობლემების
სენსიტიურობისა და რისკების შეფასების კრიტერიუმები
(ქულა-კატეგორია, 10-ქულიანი სისტემა)**

№	კატასტროფებით გამოწვეული ეკოლოგიური პრობლემის სენსიტიურობის სახეობა	სენსიტიურობის შეფასების კრიტერიუმები	
		ქულა	კატეგორია
1	2	3	4
1.	ადამიანების მოსალოდნელი მსხვერპლი და მჭიდროდ დასახლებული პუნქტების განადგურება	10	I
2.	ადამიანების მოსალოდნელი მსხვერპლი და მცირე რიცხოვნობის დასახლებული პუნქტების განადგურება	9	II
3.	ეკოლოგიური პრობლემები, რომელსაც შეუძლია ზემოქმედება მოახდინოს ადამიანის ჯანმრთელობაზე	8	III
4.	სხვადასხვა სახის კომუნიკაციისა და ინფრასტრუქტურის ობიექტების განადგურება	7	IV
5.	გარემოს ეკოსისტემებზე ზეგავლენა (ეროზიულ-ღვარცოფული მოვლენები, აბრაზია, წყალდიდობები და სხვ.)	6	V

ცხრილი 6 (გაგრძელება)

1	2	3	4
6.	წყლის რესურსების, განსაკუთრებით მტკნარი წყლების, ხარისხის გაუარესება და მისი რესურსების შემცირება	5	VI
7.	სამკურნალო მინერალური წყლების მარაგის შემცირება და მისი დაბინძურება	4	VII
8.	ბალნეოლოგიური (თერმული და სამკურნალო წყლები, სამკურნალო ტალახი და სხვ.) რესურსების შემცირება და მოსპობა	3	VIII
9.	მცირე სიდიდის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებისა და საკარმიდამო მიწის ნაკვეთების დაზიანება	2	IX
10.	სხვა მცირე მნიშვნელობის ეკოლოგიური პრობლემები	1	X

დასკვნა

ნაშრომში განხილული პრობლემების გადასაწყვეტად ჩვენი აზრით საჭიროა:

- განხორციელდეს უკანასკნელ წლებში საქართველოში მომხდარი ბუნებრივი კატასტროფების, მათი სიხშირისა და მასშტაბების აღწერა და შეკრება. არსებულ მდგომარეობასა და კონკრეტული მაგალითების საფუძველზე უნდა შეფასდეს ის საშიშროებები, რომლებიც ემუქრება ამ რეგიონებსა და მათ მოსახლეობას.
- განხორციელდეს ბუნებრივი კატასტროფების გამომწვევი ანთროპოგენური მიზეზების შეფასება, როგორცაა: ხე-ტყის ჭრა, წიაღისეული რესურსების არასწორი ექსპლუატაცია, წყლის კალაპოტების ჩახერგვა და კლიმატის ცვლილება. დავადგინოთ, რამდენად საჭიროა ამ ტიპის საქმიანობაში წინასწარი პროგნოზირება და რამდენად ახდენენ ისინი გავლენას საშიში ბუნებრივი პროცესების გააქტიურებაზე.
- შეფასდეს ბუნებრივი კატასტროფების შედეგად გამოწვეული ზარალი, კერძოდ, ვაჩვენებთ, რა თანხას ხარჯავს საქართველოს მთავრობა ბუნებრივი კატასტროფების შედეგების ლიკვიდაციაზე და რამდენად სრულფასოვნად უზრუნველყოფს ეს თანხა ამ პროცესს. მათ შორის ყურადღებას გავამახვილებთ საქართვე-

ლოს მთავრობის მიერ ეკომიგრანტებისათვის გაწეული სხვადასხვა სახის დახმარებებზე. ვნახავთ, რომ მათი გადასახლება საქართველოს სხვა რეგიონებში ხშირ შემთხვევაში წარმოქმნის დამატებით სოციალურ, ეკონომიკურ და, ზოგიერთ შემთხვევაში, პოლიტიკურ პრობლემებსაც კი.

- უფრო აქტიურად განხორციელდეს მთავრობის მიერ დღემდე გაწეული საქმიანობის შეფასება ბუნებრივი კატასტროფების მონიტორინგისა და პროგნოზირების საქმეში, აგრეთვე დღეისათვის ამ მიმართულებით არსებულ ტენდენციებზე, საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროს უკანასკნელი წლების ბიუჯეტის ანალიზის საფუძველზე ბუნებრივი კატასტროფების მონიტორინგის, პროგნოზირებისა და პრევენციის კუთხით. აქვე უნდა შეფასდეს სახელმწიფო სტრუქტურების მიერ განხორციელებული მონიტორინგისა და პროგნოზირების შედეგად ბუნებრივი კატასტროფების თავიდან აცილების ან მათი ზარალის საგრძნობლად შემცირების კონკრეტული საქმიანობა. განისაზღვროს მონიტორინგისა და პროგნოზირების ცენტრის საქმიანობის ეფექტურობა.
- ყურადღება უნდა გამახვილდეს იმაზე, თუ რა შეიძლება გააკეთდეს ბუნებრივი

კატასტროფების შემცირების ან, საერთოდ, თავიდან აცილების მიზნით. მსოფლიოში თავმოყრილ და ადაპტირებულ მიდგომებზე დაყრდნობით ჩვენს მიერ შემოთავაზებული კრიტერიუმების გამოყენებით, პირველ რიგში პრიორიტეტულად უნდა ჩაითვალოს მაღალი რისკის კატეგორიის ეკოლოგიური პრობლემების მოგვარება, რისთვისაც აუცილებელი იქნება სახელმწიფომ გამონახოს სახსრები აღნიშნული პრობლემების დროული პრევენციისათვის.

ლადა უნდა ჩაითვალოს მაღალი რისკის კატეგორიის ეკოლოგიური პრობლემების მოგვარება, რისთვისაც აუცილებელი იქნება სახელმწიფომ გამონახოს სახსრები აღნიშნული პრობლემების დროული პრევენციისათვის.

ლიტერატურა

1. **დიაკონიძე რ., დიაკონიძე ბ.** სტიქიური მოვლენები, ეკოლოგიური კატასტროფები და ბუნებრივი გარემოს ცვლილება პლანეტის გლობალური დათბობის ფონზე. //საქართველოს გეოგრაფია, №5, ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი, 2006 წ. გვ. 62-85.
2. (ECLAC, World Bank) “Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis Risk Identification for Disaster Risk Management Maxx Dilley International Research Institute for Climate Prediction”.
3. **Hoyois P., Below R., Scheuren J-M, Guha-Sapir D.** Annual Disaster Statistical Review: Numbers and Trends 2006; Centre for Research on the Epidemiology of Disasters; Brussels, May 2007.
4. **Diakonidze R., Kiknadze Kh., Khubulava I.** Empirical Dependences For Calculation of the Maximum Discharges of Water. //International Symposium on Floods And Modern Methods Of control Measures 23-28 September 2009, Tbilisi, Georgia, pp. 99-105.
5. **Diakonidze R., Chakhaia G., Tsulukidze L., Kupreishvili Sh., Supatashvili T.** Planet Water Recourses, Global Ecology Problems and Role of Human Being in Solving These Problems. // Georgian International Journal of Science and Technology. New York, USA, volume 5, Number 1/2, 2013, p.p. 21-33.

**ОСОБЕННОСТИ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА СТРОИТЕЛЬСТВА
ДОСТУПНОГО ЖИЛЬЯ (НА ПРИМЕРЕ США, ЕВРОПЕЙСКИХ СТРАН
И БЫВШЕЙ ТЕРРИТОРИИ СССР)**

Егиян Лаура

Email: *Laura25.12@mail.ru*

Национальный Университет Архитектуры и Строительства Армении
ул. Теряна №105, г. Ереван, 375009, Армения

ВВЕДЕНИЕ

На территории Европы и Америки бурное развитие доступного жилищного строительства отмечалось в середине прошлого века, но в данное время сохранилась только малая доля от прежних масштабов. На территории СНГ во времена Советского Союза были большие масштабы муниципального строительства, но с разделением страны на отдельные государства, так называемое массовое жилищное строительство пришло в упадок, имеются только отдельные незначительные примеры такого строительства, масштабы которых не могут обеспечить потребности населения стран СНГ. Что касается Армянской Республики, то на ее территории после разрушения Советского Союза практически не наблюдается доступное жилищное строительство, которое финансировалось бы за счет государственных субсидий.

Начиная с 19-го века отдельные страны раз-

рабатывали ряд программ на государственном уровне в области строительства муниципального жилья. Каждая программа имела свои особенности и для отдельных стран учитывались их особенности населения, климатические, природные, экономические особенности, которые играют существенную роль в развитии данного вопроса. Надо отметить, что любая программа встречалась со стороны населения и специалистов этой области неоднозначно, так как для решения нужен комплексный подход, а в большинстве случаев, решая одну проблему, забывали про другие, тем самым приводя к массе других вопросов, которые требуют свои решения. Так, например, практически во всех программах забывали об архитектурном аспекте, строя невзрачные здания, которые портили облик городов, оправдываясь лишь необходимостью в минимальных затратах.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Объект исследования. Объектом исследования является социальное строительство в ряде стран, в которых эта область имела глобальное развитие в конце 19-го в начале 20-го веков, влияние программ развития стран друг на друга, особенностей законодательных, планировочных и финансовых решений.

Методика. Исследование исторического пути в этой области в разных странах, сравнительный анализ проблем, описание основных черт каждой программы.

Муниципальные здания в США строятся за счет федеральных, местных властей, а также за счет частных инвестиций. Эти районы в дальнейшем управляются государственными или местными властями. Жилье предоставляется для бедного населения, которое не может приобрести жилье за свой счет, так как большинство из них не имеет работы, или из-за высокой арендной платы.

Со второй половины 19 и в начале 20 веков государство было вынуждено начать масштабное

ОСОБЕННОСТИ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА СТРОИТЕЛЬСТВА ДОСТУПНОГО ЖИЛЬЯ (НА ПРИМЕРЕ США, ЕВРОПЕЙСКИХ СТРАН И БЫВШЕЙ ТЕРРИТОРИИ СССР)

строительство муниципального жилья, так как количество бедного населения без крыши над головой резко увеличилось.

США один из мировых пионеров в области массового строительства государственного жилья для бедных. Президент Рузвельт в своем "Новом курсе" уделил особое внимание строительству социального жилья, и уже в первой половине 30-х годов сотни тысяч квадратных метров были предоставлены беднякам за чисто номинальную арендную плату [1].

Многоквартирные здания в таких районах пользуются дурной славой по ряду причин: строительство зданий в свое время производилось с учетом всех конструктивных стандартов, но со временем эти нормы стали нарушаться, и жилье перешло в категорию низкосортного жилья; также надо отметить, что в этих районах стала концентрироваться преступность, учитывая тот факт, что жители, в основном, были безработными. Эта деградирующая среда казалось угрожает физическому и моральному благосостоянию ее жителей и общества в целом. Культурные различия еще больше провоцировали беспокойство, из-за массивной волны эмигрантов. Возникло осознание, что новички, если останутся не ассимилированными в своем жалком окружении, могут подорвать традиционные американские ценности и уничтожить существующие социальные порядки [2].

Вскоре была создана Национальная Жилищная Ассоциация (ННА) для того, чтобы улучшить жилищные условия в городских и сельских районах с помощью принятия закона по улучшению управления и повышению осведомленности.

В годы Второй мировой войны в рамках мобилизации целые общины возникли вокруг заводов по производству военной продукции. Конгресс санкционировал Жилищные Власти США строить 20 социальных жилищ вокруг этих частных комплексов по поддержанию военных усилий.

Одной из самых уникальных инициатив государственного жилья в США стала разработка субсидируемого жилья для среднего класса. Восемь проектов были приобретены жителями после Второй мировой войны и по состоянию на

2009 год семь из них продолжают работать как жилищные корпорации взаимного владения, принадлежащие жителям. Эти проекты являются одним из немногих окончательных успехов в истории государственного жилья в США [3].

Новая эра государственного жилья началась в 1992 году с запуском программы HOPE VI, ее средства были направлены на снос некачественного жилья и замену их проектами низкой плотности для людей с различными доходами. Средства включали в себя расходы по строительству и сносу, расходы на аренду и субсидии на вновь построенные единицы [4].

История доступного жилья в Европейских странах и США показывает периоды сближения и периоды расхождения в философии и политике. Периоды расхождений привели к гораздо более широкому сектору социального жилья, в Европейских странах, и продолжению более масштабного уровня поддержки социального жилья.

В Европе строительство доступного жилья, как и в США стало развиваться в конце 19, начале 20 веков, но свое развитие оно получило с внедрением понятия Муниципального строительства в 1920 году. В начале в Европе и США социальное жилье имело довольно схожие истоки, в конце кооперативного движения, так называемом, "благотворительном" жилье, но после этого разошлись весьма существенно [5].

Программы кооперативной собственности места работы и жительства были неотъемлемой частью утопической и революционной критики капитализации в США, а также Европе. Кооперативное движение домовладельцев способствовало жилищным и бытовым механизмам, в которых "хозяйства сохранили свои индивидуальные дома и частную жизнь, но жители питались иногда в общей столовой и пользовались другими общими коммунальными услугами" [5].

Большинство из самых ранних кооперативов, фактически разработанных в Европейских странах и Соединенных Штатах, не воплотили это радикальное убеждение, но вместо этого были вариации на аренду в Европе или формы домовладения в США. Кооперативное строительство жилья в Европе, особенно в Германии и в

Британии проявилось, в первую очередь, в виде кооперативных строительных обществ, в которых использовались объединенные сбережения для финансирования жилья собственного пользования для рабочего класса. Моральная справедливость и просвещенная заинтересованность со стороны некоторых капиталистов стимулировали скромный шаг в сторону "благотворительного" жилья в Европе.

Как в Европе, так и в США с затратами на строительство с погашением из арендной платы, отдельные блоки все еще были дороже, чем многоквартирные, занятые бедными людьми и рабочим классом, так что жители были, в основном, в среднем со средним или низким доходом. Кроме того, строгое управление поведением арендаторов и акцент на "моральный подъем" в этом и подобном жилье, как правило, влечет за собой снятие социальных, а также экономических причин. Если бы эти события остались бы за спекулятивным рынком, на сегодняшний день они могли бы быть свободными от долгов социального жилья и, следовательно, гораздо дешевле, чем спекулятивные частные дома того же периода. Тем не менее, большинство из них были в конце концов проданы [5].

В Европе мировая война превратила серьезную нехватку жилья в кризис. Поскольку ресурсы были направлены в сторону военных усилий, почти полностью прекратилось домостроение, но вскоре начали улучшать ситуацию с жильем в особенности для военных [6].

Несмотря на то, что строилось государственное жилье, мало что было сделано, чтобы решить проблему городских трущоб. Это стало решаться с принятием Жилищного Закона, который требовал у власти подготовки планов разрешения проблем трущоб, и прежде чем вмешалась Вторая мировая война, был достигнут определенный прогресс.

Во время войны миллионы домов были разрушены или повреждены, и после этого произошел крупный бум в государственном жилищном строительстве [7]. На первом этапе до середины 1950-х годов, большая часть этого жилья не имела высокого качества.

В 1950-х годах политика социального жилья

Европы сдвигается назад к сближению с политикой США, с акцентом на разрешение проблемы трущоб, переселение населения с низким уровнем доходов и снижением качества нового социального жилья.

В восьмидесятых годах в Европе и в США сближением идеологии режима Тэтчер и Рейгана были совершены нападения на государственное жилье в рамках обширных атак на само понятие государственного благосостояния. Социальное жилье между 1981-1996 годами, занимаемое владельцами, увеличилось примерно с 56%, занимаемого жилья в Великобритании – до 67%.

После революции 1917 году, когда большевики принудительно отбирали жилье у богатых горожан и подсаляли к ним в квартиру людей, тогда же вошел в обиход и сам термин "коммунальная квартира".

До 1917 года прообразы коммунальных квартир как типа жилья, в котором проживают несколько семей, проявились в начале XVIII века.

Декрет ВЦИК 1918 года "Об отмене частной собственности на недвижимость в городах" отменял право частной собственности на городскую землю и право частной собственности на строения, имевшие стоимость или доходность выше определенного предела, причем этот предел в каждом городе устанавливался местными органами советской власти.

По конституции СССР 1924-36 гг. многие бывшие владельцы квартир были выселены из квартир муниципального фонда. Такие люди получали название "лишенцев", они были лишены избирательных и многих других прав [3].

В СССР предвестниками грядущего массового строительства, появившегося в 1948 году, на основе индустриальных блоков и шлакоблочных панелей, стали так называемые "сталинки". С 1955 года пошли в серию "хрущевки" после исторического постановления "об устранении излишеств в проектировании и строительстве". Архитектура этих зданий утилитарна, отсутствуют украшения, декор, применяется нештукатуренный силикатный кирпич для наружных стен. В то время руководство страны поставило перед строителями задачу создать максимально

ОСОБЕННОСТИ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА СТРОИТЕЛЬСТВА ДОСТУПНОГО ЖИЛЬЯ (НА ПРИМЕРЕ США, ЕВРОПЕЙСКИХ СТРАН И БЫВШЕЙ ТЕРРИТОРИИ СССР)

дешевый проект жилого дома с возможностью посемейного заселения (то есть с отдельными, не коммунальными квартирами). Первым этапом выполнения этой задачи было внедрение идеи индустриального панельного домостроения с несущим каркасом.

Прототипом для первых "хрущевок" стали блочные здания, строившиеся в Берлине и Дрездене в 1920-х годах. Строительство "хрущевок" продолжалось с 1959 по 1985 год. Ежегодно вводилось 110 млн. квадратных метров жилья.

Так появились знаменитые "хрущевки", цель которых была в том, чтобы к 1980 году каждая советская семья встретила "коммунизм" в отдельной квартире. Впрочем в 1980 году отдельные квартиры имелись только у 85% семей, 1986 году М. Горбачев отодвинул сроки на 15 лет и выдвинул лозунг "Каждой советской

семье – отдельную квартиру к 2000 году".

С середины 1950-х годов политическое руководство СССР начало проводить новую жилищную политику, направленную на массовое строительство отдельных квартир. Согласно постановлению ЦК КПСС 1957 года "О развитии жилищного строительства в СССР" был взят курс на посемейное заселение благоустроенных квартир. Была создана соответствующая производственная база и инфраструктура: домостроительные комбинаты.

С начала 1990-х годов, после приватизации жилого фонда, в крупных городах начался процесс расселения коммунальных квартир. Жители коммунальных квартир могли приватизировать комнаты только при наличии согласия на приватизацию всех соседей.

ВЫВОДЫ

Таким образом, мы ознакомились с жилищным строительством ряда стран, которые внесли важнейший вклад в его развитие. Учитывая тот факт, что данному вопросу не уделяется должного внимания, множество важнейших принципов были забыты и, для улучшения ситуации, надо изучать весь пройденный путь, чтобы не совершать тех же ошибок, а наоборот, развивать и улучшать ситуацию в этой отрасли.

Так, например, очень важна система финан-

сирования, которая в различных странах была индивидуальна, и, имея исторические данные, можно судить об эффективности каждой. Таким же образом мы можем судить и о архитектурных, планировочных решениях, планах заселения населения, законодательной системе.

Изучив все спектры вопроса, можно в итоге прийти к уникальному решению доступного жилья в новых экономических условиях.

Л и т е р а т у р а

1. **Stoloff JA.** A Brief History of Public Housing. US Department of Housing and Urban Development, Office of Policy Development and Research, Washington, 2004.
2. National Park Service. Public housing in the United States, National Register of Historic Places Multiple Property Documentation Form, Washington, 2004.
3. **Keith Nathaniel S.** Politics and the Housing Crisis since 1930, Universe Books, New York, 1973.
4. <http://www.neoamericanist.org/paper/demolition>
5. **Stone Michael E.** Social Housing in the UK and US: Evolution, Issues and Prospects, Atlantic Fellow in Public Policy, 2003.
6. <http://www.ideal-homes.org.uk/case-studies/downham-estate>

შენობა-ნაგებობების აღების ტექნოლოგია და ორგანიზაცია

ზ. ეზუგბაია,¹ ი. ირემაშვილი,² ა. ეზუგბაია,¹ ზ. ხორნაული,¹ ი. მარლიშვილი¹

Email: zezugbaia@mail.ru

1) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
კოსტავას ქ. 77, 0175, თბილისი, საქართველო

2) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, 0162, თბილისი, საქართველო

შესავალი

თანამედროვე პერიოდში საბაზრო ეკონომიკაზე გადასვლასთან დაკავშირებით აქტუალური ხდება სხვადასხვა სახის გარემოსდამცავი პროექტების რეალიზაცია, არარენტაბელური საწარმოებისა და ეკონომიკური და სოციალური სფეროს ობიექტების რეკონსტრუქცია-მოდერნიზაცია.

შენობებისა და ნაგებობების გადაკეთება (გარდაქმნა) მათი ნაწილობრივი ან მთლიანი ფუნქციონალური დანიშნულების შეცვლის მიზნით, თანამედროვე ეფექტური აღჭურვილობის დაყენება, ტერიტორიების განაშენიანების გაუმჯობესება, დაყვანა თანამედროვე ნორმატიულ მოთხოვნამდე – აი, ეს არის სამშენებლო ობიექტების რეკონსტრუქცია.

გარდაქმნა მოიცავს სათავსების დაგეგმარებასა და სიმაღლის გაზრდას, გაძლიერებას, კონსტრუქციების ნაწილობრივ ან მთლიანად შეცვლას, აგრეთვე დაშენებას, მიშენებას ან შენობების ფასადების გაუმჯობესებას. ამასთან ერთად, ხშირია შემთხვევები, როდესაც საზოგადოების განვითარება, საექსპლუატაციო მოთხოვნების გაზრდა ითხოვს იმ ამორტიზებული შენობების და ნაგებობების ნაწილობრივ ან მთლიან დაშლას – აღებას, რომელმაც გა-

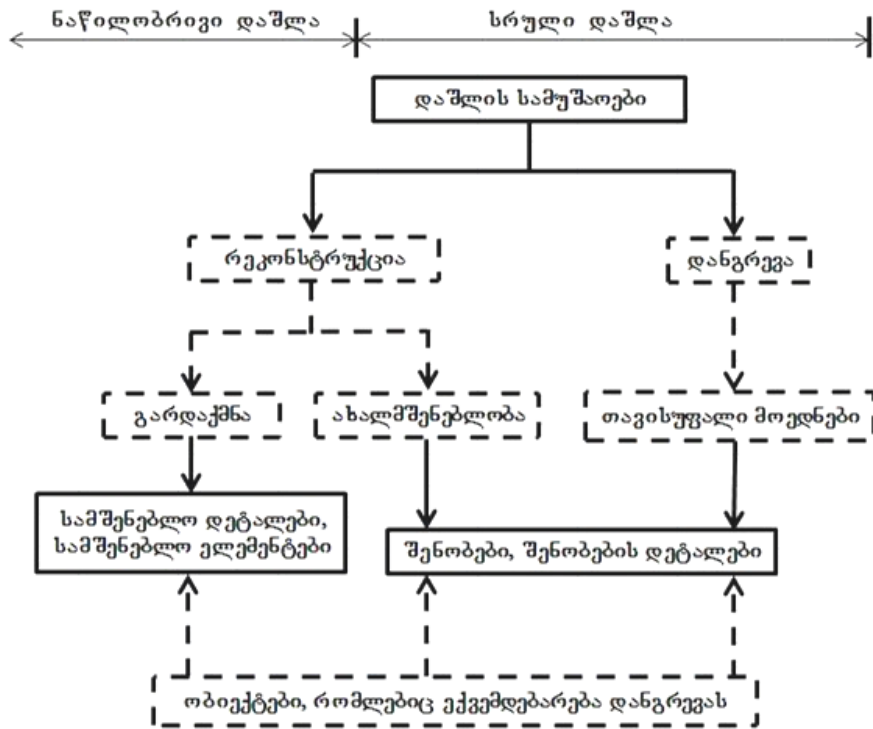
ნიცადეს ფიზიკური და მორალური ცვეთა. აგრეთვე ქალაქგეგმარების სისტემაში თანამედროვე პროექტების დანერგვისათვის აუცილებელი ხდება ქალაქის მთელი უბნის ნაგებობების ან შენობათა მთელი კომპლექსის აღება. ამით ხორციელდება ქალაქის ან სხვა დასახლებული ადგილის მთლიანი რეკონსტრუქცია, განახლება, თანამედროვე სახის მიცემა, გაჯანსაღება და ა.შ.

ბოლო წლებში განხორციელებულმა სამეცნიერო-ტექნიკურმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ შიდასაქალაქო უბნების რეკონსტრუქცია-მოდერნიზაცია ზრდის შენობებისა და ნაგებობების დაშლის მოცულობებს, დგება მათი მთლიანი ან ნაწილობრივი აღების საკითხი. ეს ითხოვს ტექნოლოგიური პროცესების მოთხოვნების მკაცრ დაცვას, გარემოს უსაფრთხოებისა და დაცვის მოთხოვნების უზრუნველყოფას, სამუშაოთა ორგანიზაციის სწორ დაგეგმარებასა და დაშლის პროცესში შესაბამისი სიძნელეების გადალახვას. ამ მოთხოვნების დაკმაყოფილება შესაძლებელია მხოლოდ თანამედროვე სამეცნიერო-ტექნიკური მიღწევების დანერგვით პრაქტიკაში, შენობებისა და ნაგებობების დაშლისას უახლესი მეთოდების გამოყენებით.

ძირითადი ნაწილი

აღების სამუშაოები ძირითადად ხორციელდება შენობების რეკონსტრუქციის,

გადაკეთების (გარდაქმნის) ან ახალი ნაგებობების აშენების მიზნით, აგრეთვე



ნახ. 1. დაშლის სამუშაოების შესრულების ძირითადი ურთიერთკავშირები

თავისუფალი ფართობების მისაღებად. ნახ. 1-ზე წარმოდგენილია ძირითადი ურთიერთკავშირები და მიზნები, რომლებიც ეხება დანგრევის სამუშაოების შესრულებას.

მშენებლობის პრაქტიკაში ცნობილია შენობებისა და ნაგებობების აღების სხვადასხვა ხერხი, რომელიც დამოკიდებულია გამოყენებულ ინსტრუმენტებზე და მექანიზაციის საშუალებებზე. ეს არის არამექანიზებული (ხელის), ნახევრადმექანიზებული, მექანიზებული და სპეციალური.

აღების და დაშლის არამექანიზებული ხერხი ხასიათდება სერიოზული სირთულით და მაღალი შრომატევადობით. ამ ხერხის შემთხვევაში გამოიყენება მხოლოდ ხელის ინსტრუმენტები (ძალაყინი, წერაქვი, ურო, ღოჯი და სხვ.) და უმარტივესი მოწყობილობები. ხელის ხერხი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, როდესაც მცირეა სამუშაო მოცულობა ან იმ შემთხვევაში, როდესაც სხვა ხერხის გამოყენება სხვადასხვა მიზეზების გამო შეუძლებელია.

ნახევრადმექანიზებული ხერხი დაფუძნებულია პნევმოჰიდრაულიკური ან ელექტრული ხელის მანქანების გამოყენებაზე. ეს

შეიძლება იყოს ძალაყინი-ნიჩაბი, პნევმატური ბეტონ-ძალაყინები, სანგრევი ჩაქუნები, სხვადასხვა სახის ჯალამბრები და ღოჭრატები და სხვ. ნახევრადმექანიზებული ხერხი ხასიათდება – როგორც მარტივი და ხელმისაწვდომი და პოულობს ფართო გამოყენებას მშენებლობაში, ამავე დროს შრომატევადი და ძვირი პროცესია, აგრეთვე ხასიათდება დიდი მტვერგამოყოფით, ხმაურით, ვიბრაციული ზემოქმედებით მუშებზე.

სამშენებლო კონსტრუქციების დაშლა მექანიზებული ხერხით სრულდება მანქანების და მექანიზმების გამოყენებით. ფართოდ გამოიყენება ტრაქტორები და ბულდოზერები კიდული პნევმო- და ჰიდროურებით, ექსკავატორები, კლდესატეხები, ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციების საჭრელი მანქანები, სამშენებლო მანიპულატორები ექსკავატორის ბაზაზე (ე.წ. „კოდალა“, „ნიანგის კბილები“).

შენობების და ნაგებობების დაშლის სპეციალურ ხერხებს მიეკუთვნება: აფეთქების, თერმული და ელექტროჰიდრაულიკური. აფეთქებითი სამუშაოთა წარმოება

დაკავშირებულია ხიფათის მაღალ პროცენტთან, ითხოვს მუხტების ზუსტ გაანგარიშებას, ნაბურღების და შპურების სიღრმის და დიამეტრის სწორ განსაზღვრას, სივრცეში მათი განლაგების სიზუსტეს. მშენებლობაში აფეთქების სამუშაოებს აწარმოებენ სპეციალური ორგანიზაციები უსაფრთხოების წესების მკაცრი დაცვით.

თერმული ხერხი ითვალისწინებს მონოლითური კონსტრუქციების დაშლას გაზის ნაკადით („ჟანგბადის შუბი“) ან მაღალტემპერატურული ჩირადნით, რომელიც წარმოიქმნება თერმიტული ნარევის წვით ჟანგბად-აცეტილენის ჭავლში.

ელექტროჰიდრაულიკური (ჰიდროდინამიკური) ხერხი მონოლითური კონსტრუქციების დაშლისათვის ეფუძნება ე.წ. „ელექტროჰიდრაულიკური ეფექტის“ გამოყენებას. კონდენსატორებში დაგროვილი ენერგია (დენის ძალა 0.3-0.4 A და ძაბვით 15 კვტ) მიეწოდება ელექტროამფოტებელზე და ელექტროდებს შორის მიდის განმუხტვა 34 კჯ ენერგიის გამოყოფით. განმუხტვის ზონაში წარმოიქმნება რამდენიმე ათასი ატმოსფეროს ძალის წნევა, რომლის მოქმედება შპურებში იწვევს კონსტრუქციის დაშლას.

როგორც უკვე ითქვა, შენობების აღების სამუშაოები შეიძლება განხორციელდეს სხვადასხვა მეთოდებით, სხვადასხვა მექანიზმებისა და მანქანების გამოყენებით, რომელთა შერჩევაც დამოკიდებულია ობიექტურ პირობებზე, ტექნოლოგიურ გადაწყვეტებზე, ეკონომიკურ ასპექტებსა და შრომის უსაფრთხოების დაცვის მოთხოვნებზე. ე.ი. აღების მეთოდების შერჩევისათვის აუცილებელია ტექნიკურ-ეკონომიკური ანალიზი და სამუშაოთა წარმოების ოპტიმალური ვარიანტების შერჩევა.

შენობებისა და ნაგებობების აღების სამუშაოთა წარმოებისათვის აუცილებელია ფართო ღონისძიებების ჩატარება, სამუშაოთა დაწყებამდე საჭიროა კვალიფიცირებული მომხადება. პირველ რიგში საჭიროა ასაღები შენობების სკრუპულოზური შესწავლა, ასაღები შენობების (ნაგებობების) ხარისხობრივი სტრუქტურის შესწავლა. ამ

საქმისათვის, როგორც წესი, მოწვეული უნდა იყოს გამოცდილი სპეციალისტები – დამპროექტებლები, საკვლევი სამუშაოების შესრულების შემდეგ დამპროექტებლები ირჩევენ შენობის აღების ხერხს და ადგენენ სრულყოფილ სამუშაო პროექტს, რომელშიც იქნება წარმოდგენილი სამუშაოთა ორგანიზაციის და წარმოების პროექტების ყველა საჭირო დოკუმენტი და ნახაზები შესაბამისი სამშენებლო ნორმების მოთხოვნების გათვალისწინებით. პროექტში სერიოზული ყურადღება უნდა მიექცეს გარემოს ეკოლოგიურ უსაფრთხოებას და მომუშავეთა უსაფრთხოების საკითხებს, უნდა იყოს მითითებული სპეციალური ღონისძიებები ამ საკითხთან დაკავშირებით.

ქვემოთ წარმოდგენილია შენობების აღებისა და კონსტრუქციების დაშლის სხვადასხვა ხერხები:

1. ხელით დაშლა. ცალკეული კონსტრუქციების ან მთლიანი შენობის ხელით დაშლა წარმოებს ხელის ინსტრუმენტები და პორტატიული მოწყობილობების გამოყენებით. ამ შემთხვევაში ხდება შენობის ელემენტებისგან ცალკეული შემადგენელი ნაწილების ამოღება (აგურის, ბლოკის, ქვის, ბეტონის, არმატურის და ა.შ.). ამასთან, უნდა იქნეს შენარჩუნებული დარჩენილი ელემენტების მდგრადობა და მზიდანაღიანობა. დაშლა, როგორც წესი, წარმოებს კონსტრუქციების აგების უკუმიმართულებით – ზევიდან ქვევით. ხელით დაშლას მშენებლები აძლევენ უპირატესობას იმ შემთხვევაში, როდესაც მცირეა სამუშაოთა მოცულობა ან რაიმე სხვა ხერხის გამოყენება შეუძლებელია – სამუშაოთა წარმოების შეზღუდული პირობები, ვიწრო სამუშაო ფრონტი და ა. შ. კონსტრუქციების დაშლისას ძირითადად გამოიყენება ურო, ჩაქუჩ-წერაქვი, ლოჯი, სოლი, ნიჩაბი, კომპრესორი, ბეტონსატეხი, სანგრევი ჩაქუჩი და სხვ. ხერხის უარყოფითი მხარეა დაბალი მწარმოებლურობა, ფიზიკურად მძიმე სამუშაოს დიდი მოცულობა, დამოკიდებულება ამინდის პირობებზე, უბედური შემთხვევების დიდი ალბათობა, ამიტომ დიდი ყურადღება

უნდა მიექცეს შრომის უსაფრთხოებას. ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში მოყვანილია შრომის მწარმოებლურობის საშუალო ნორმები (ცხრილი 1).

2. შენობების დაშლა ფოლადის კუტით.
 შენობის ელემენტების ან მთლიანად შენობის დაშლა ხორციელდება ექსკავატორის ისარზე ფოლადის გვარლით დამაგრებული სხვადასხვა ფორმის (ბურთისმაგვარი, მსხლის ფორმის ან წვეტიანი) ფოლადის კუტით. ფოლადის კუტის სიდიდე დამოკიდებულია მექანიზმის მზიდუნარიანობაზე, ექსკავატორის ან ამწის ისრის სიგრძეზე და დასანგრევი ობიექტის სიმაღლეზე. კუტის ფორმა დამოკიდებულია მის გამოყე-

ნების ხარისხზე, კერძოდ, ვერტიკალური ელემენტების დასანგრევად გამოიყენება ბურთის ან მსხლისმაგვარი კუტი, ჰორიზონტალური კონსტრუქციების კი – წვეტიანი ფორმის. ვერტიკალური კონსტრუქციების დასანგრევად დაკიდულ კუტს აქანავენ ჰორიზონტალური მიმართულებით მაქსიმალური ამპლიტუდით, ახეთქებენ დასანგრევე კონსტრუქციას და თანმიმდევრობით შლიან მას. ჰორიზონტალური კონსტრუქციის დასანგრევად ფოლადის კუტს აწევენ მაქსიმალურ სიმაღლეზე (დამოკიდებულია ექსკავატორის ან ამწის პარამეტრებზე) და ტვირთის ვარდნით შლიან ჰორიზონტალურ ელემენტებს (ნახ. 2).

ცხრილი 1

მუშის შრომის მწარმოებლურობის საშუალო სიდიდეები

№	აღების ობიექტი	მწარმოებლურობა 1 მუშაზე, მ ³ /სთ	
		ხელის ინსტრუმენტების გამოყენებით	სანგრევი ჩაქუჩით
1	აგურის ან ქვის წყობა სისქით > 200 მმ	0.7 – 1.2	1.4 – 1.7
2	რკინაბეტონის გადახურვა სისქით 100-300 მმ	0.15 – 0.45	0.65 – 0.85
3	ბეტონის არაარმირებული კედლები:		
	სისქით 300 მმ-მდე სისქით > 300 მმ-ზე	0.35 – 0.4 0.15 – 0.25	0.5 – 0.7 0.3 – 0.35
4	სხვა ბეტონის კონსტრუქციები:		
	არაარმირებული არმირებული	0.2 – 0.3 0.12 – 0.25	0.85 – 0.9 0.15 – 0.3

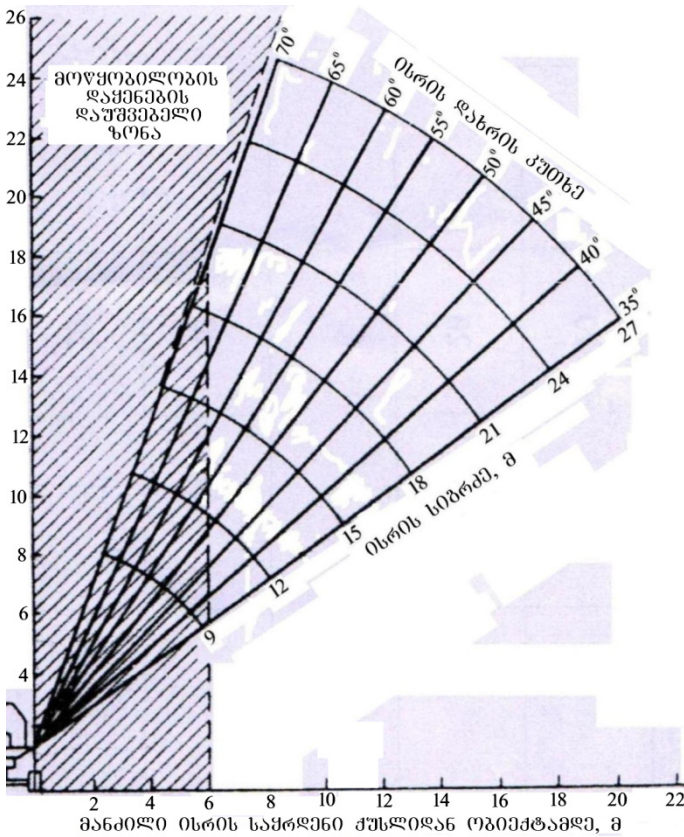


ა)

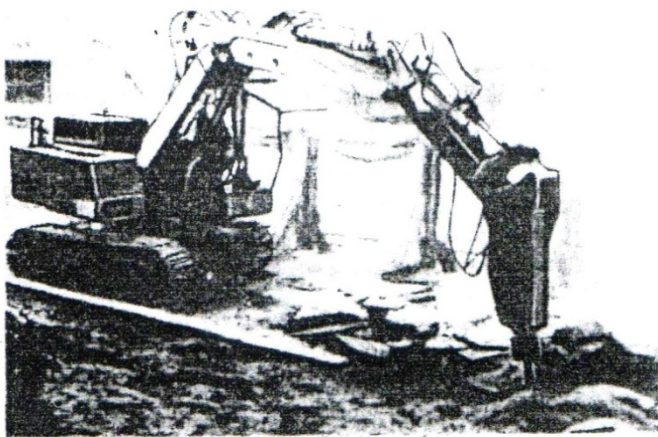


ბ)

ნახ. 2. შენობის დაშლა ლითონის მსხლისმაგვარი კუტით:
 ა) – ხელი შორიდან; ბ) – ხელი ახლოდან



ნახ. 3. ფოლადის კუტის მოქმედების ზღვრები, მ



ნახ. 4. სანგრევი უროს („კოდალა“) გამოყენება ბეტონის გადახურვის დასანგრევად ჰორიზონტალურ ზედაპირზე

ფოლადის კუტით შეიძლება დაიშალოს (გარდა ფოლადის და მონოლითური რკინაბეტონის) ნებისმიერი კონსტრუქცია, შესაბამისად შენობა. გრაფიკულად შეიძლება გამოსახოს მექანიზმის ისრის სიგრძის, წვდომის და დასაშლელი ობიექტს შორის დამოკიდებულება (ნახ. 3).

დადებითი მხარე: მაღალი მწარმოებლურობა, გამორიცხულია ხელით შრომა, არ არის დამოკი-

დებული ბუნებრივ პირობებზე, ძირითადი მექანიზმი გამოიყენება მაღალი ეფექტურობით.

უარყოფითი მხარე: მექანიზმის დასაყენებლად საჭიროა დიდი ფართობი, შეზღუდულია დაშლის სიმაღლე, საჭიროა გრუნტის გარანტირებული მზიდუნარიანობა, ახასიათებს ძლიერი ხმაური სამუშაოთა წარმოებისას.

აღსანიშნავია, რომ აგურის და ქვის კედლების დაშლისას თითოეული მექანიზმის მწარმოებლურობა შეადგენს 30-50 მ³/სთ-ს, ხოლო რკინაბეტონის კონსტრუქციების დაშლისას – 20-40 მ³/სთ-ს.

3. კონსტრუქციების დაშლა ჰიდრაულიკური უროთი. ჰიდრაულიკური უროს საბაზო მექანიზმია ექსკავატორი. ექსკავატორის ისრის წვერზე (ჩამჩის მაგივრად) დახურულ კორპუსში დამონტაჟებულია სპეციალური სატეხი ინსტრუმენტი, მაგალითად დოჯი, რომელიც მოძრაობს ჰიდრაულიკურ დეგუმების საშუალებით (ნახ. 4). დახურული კორპუსი აღჭურვილია რესორებითა და რეზინის ამორტიზატორებით, რითაც უზრუნველყოფილია სატეხის დაცვა დაზიანებებისაგან და მცირდება დატვირთვები ექსკავატორზე. უროს მასა თანამედროვე მექანიზმებში მერყეობს 400-550 კგ-მდე, დარტყმების რაოდენობა წუთში შესაბამისად 550-310-ია.

ჰიდრაულიკური სანგრევი ურო შეიძლება იყოს გამოყენებული როგორც ჰორიზონტალური, ასევე ვერტიკალური ზედაპირების დასანგრევად (ნახ. 5), ასეთი მექანიზმის საშუალო მწარმოებლურობაა:

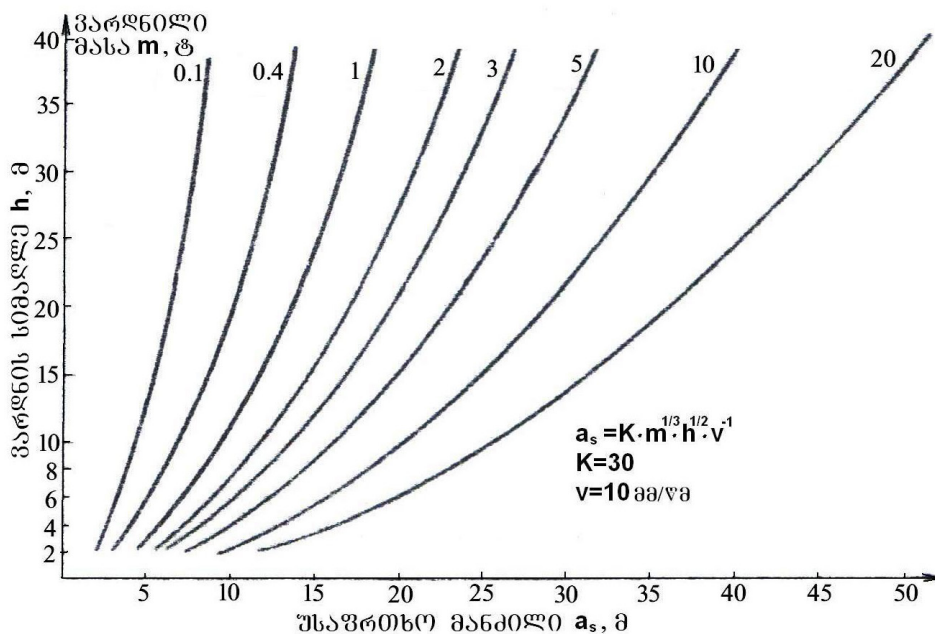
- ქვის წყობის (სისქით – 500 მმ) დანგრევისას – 40 მ³/სთ;
- ბეტონის (B20) – დაბალი არმირებით – 7-10 მ³/სთ;
- ბეტონის (B20) – მაღალი არმირებით – 2,5-3 მ³/სთ;
- ბეტონის ზედაპირი (სისქით – 250 მმ) – 3,4-10,1 მ³/სთ;
- რკინაბეტონის საძირკვლის დანგრევისას (B20) – 0,53 მ³/სთ.



ნახ. 5. სანგრევი უროს („კოდალა“) გამოყენება ვერტიკალური კონსტრუქციების დასაშლელად (დასანგრევად)

4. შენობების აღება აფეთქებით. აფეთქება მიეკუთვნება შენობების და ნაგებობების დაშლის სპეციალურ ხერხს. აფეთქების სამუშაოთა წარმოება დაკავშირებულია მაღალი ხარისხის საშიშროებებთან, ითხოვს მუხტების ძალიან ზუსტ გაანგარიშებას, შპურების სიღრმისა და დიამეტრიც განსაზღვრას, მათ ზუსტ განლაგებას სივრცეში. მშენებლობაში აფეთქების სამუშაოებს ახორციელებენ სპეციალური ორგანიზაციები, რომლებიც დაკომპლექტებულია მაღალკვალიფიცირებული სპეციალისტებით. აფეთქებით სამუშაოთა წარმოებისას მკაცრად უნდა

იყოს დაცული შრომის უსაფრთხოების წესები: აფეთქებითი სამუშაოების აღვილზე სახიფათო ზონის დადგენა, ზღვრების მონიშვნა და შემოღობვა; სხვადასხვა სახის სიგნალების გამოყენება; ამფეთქებლების თავშესაფარის ორგანიზაცია; დასახლებულ პუნქტებში აფეთქების აღვილზე საფარების მოწყობა; ასაფეთქებელი ნივთიერებების შენახვის მკაცრი უზრუნველყოფა; აფეთქების აღვილის მეზობლად მდებარე ნაგებობების დაცვა დაზიანებისაგან (დაცული უნდა იყოს უსაფრთხო მანძილები აფეთქების ადგილიდან არსებულ ნაგებობამდე) (ნახ. 5).



ნახ. 5. მოთხოვნილი უსაფრთხო მანძილი საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობებისაგან

აფეთქების ტექნიკის საშუალებით შეიძლება განხორციელდეს შენობის ნაწილობრივი ან მთლიანი დანგრევა. მონოლითური ან რკინაბეტონის კარკასული შენობის კონსტრუქციები იბურდება საბურღი მექანიზმით. შპურების დიამეტრიც დამოკიდებულია ასაფეთქებელი ნივთიერებების სახეზე, სიღრმე კი 1/2 ან 1/3 კონსტრუქციის სისქისა. შპურებს შორის მანძილია 10-15 მ, სადაც მ შპურის დიამეტრია. შპურებში ჩალაგდება ასაფეთქებელი ნივთიერებები და დეტონაციის ზონრით შეერთდება მართვის პულტთან. უსაფრთხოების ზომების მიღების შემდეგ ხდება ნაგებობების აფეთქება.

ლითონის კონსტრუქციების დაშლისათვის ასაფეთქებელი მუხტები მაგრდება ზე-

დაპირულად, კონსტრუქციის ელემენტებზე. აფეთქების სამუშაოთა წარმოებისას დიდი მნიშვნელობა აქვს შენობის ჩამონგრევის ხასიათს და სახეს. აფეთქების საშუალებით შენობა შეიძლება ჩამოინგრეს ვერტიკალურად ფუძეზე ან წინასწარ განსაზღვრული მიმართულებით (მაღლივი საინჟინრო ნაგებობები).

ქვემოთ ფოტოებზე წარმოდგენილია შენობების აღება აფეთქებით. პირველ შემთხვევაში შენობის ჩამონგრევა სრულდება ვერტიკალურად ფუძეზე (ფოტო 6), მეორეში – როდესაც შენობის ჩამონგრევა ხორციელდება განსაზღვრული მიმართულებით, არსებულ შენობებს შორის, უსაფრთხოების სრული დაცვით (ფოტო 7).

ა



ბ



ფოტო 6. შენობების აღება აფეთქებით (შენობის ჩამონგრევა სრულდება ვერტიკალურად ფუძეზე): ა – აფეთქებამდე; ბ – აფეთქების შემდეგ

ა



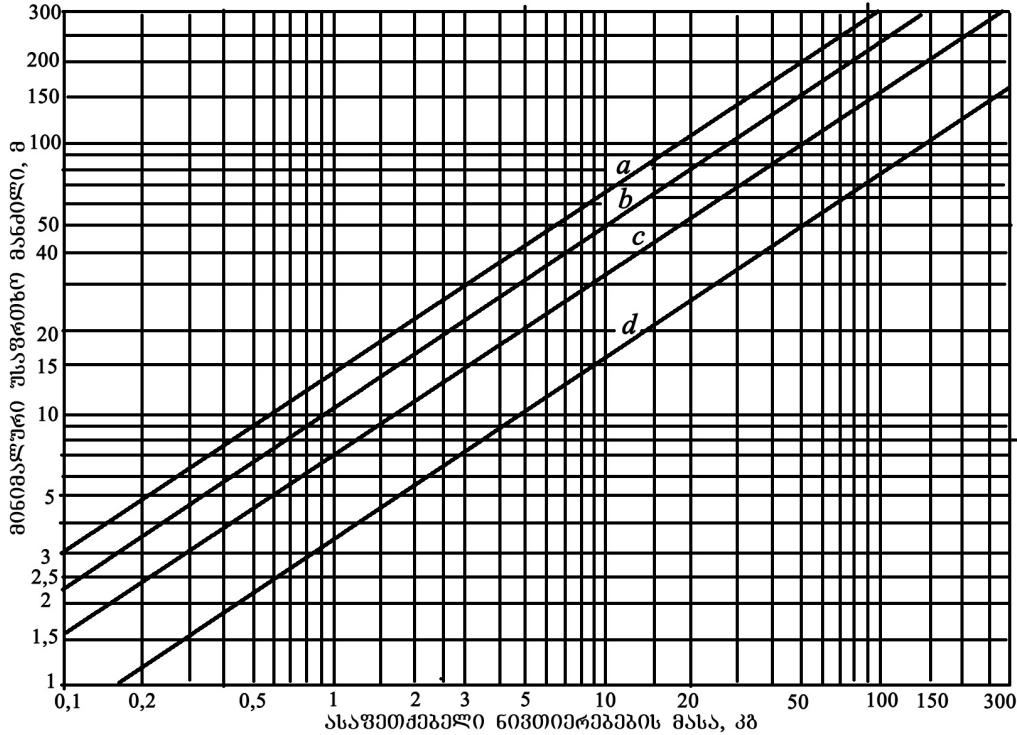
ბ



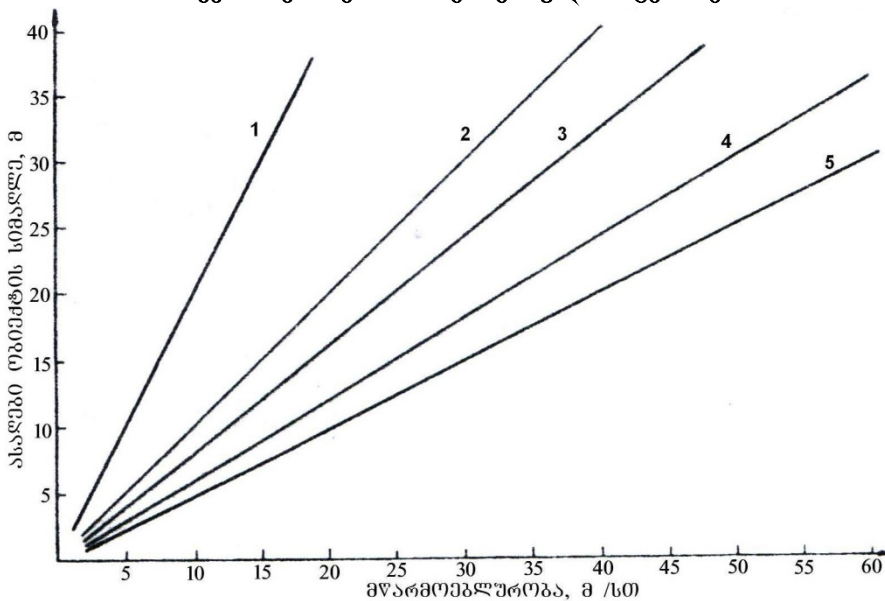
ფოტო 7. შენობების აღება აფეთქებით (შენობის ჩამონგრევა ხორციელდება განსაზღვრული მიმართულებით, არსებულ შენობებს შორის): ა – აფეთქებამდე; ბ – აფეთქების შემდეგ

აფეთქებების დროს მეზობელი შენობების დაზიანებებისაგან დაცვის მიზნით განსაზღვრულია მინიმალური მანძილი არსებული ნაგებობებისაგან აფეთქების ადგილამდე (ნახ.8).

შენობების დაშლა აფეთქების ტექნოლოგიით ხასიათდება შესაბამისი ეფექტით. მწარმოებლურობა დამოკიდებულია ნაგებობის სიმაღლესა და კონსტრუქციულ მახასიათებლებზე (ნახ. 9).



ნახ. 8. შენობების მინიმალური დაშორება აფეთქების ადგილიდან:
 a - დაცვის ქვეშ მდებარე ძეგლები; b - მსუბუქი ნაგებობები;
 c - ქვის შენობები; d - კარკასული ნაგებობები



ნახ. 9. აფეთქებით ასაღები შენობის სიმაღლის გავლენა მწარმოებლურობაზე მონოლითური კედლის სისქესთან დამოკიდებულებაში:
 1 - რკინაბეტონის კედლები სისქით 0.5 მ; 2 - რკინაბეტონის კედლები სისქით 1 მ; 3 - ბეტონის კედლები სისქით 0.5 მ; 4 - ქვის კედლები სისქით - 0.5 მ; 5 - ქვის კედლები სისქით - 1 მ

აფეთქებითი სამუშაოების დაწყებამდე აუცილებელია შესაბამისი სამუშაოთა წარმოების პროექტის დამუშავება და მოდელირების და მონიტორინგის განხორციელება ლაბორატორიულ ან სპეციალურ პოლიგონზე, სადაც საბოლოოდ იქნება დაზუსტებული სამუშაოთა ტექნოლოგია, შერჩეული მუხტების სახე და სიმძლავრე, აფეთქების ხასიათი, აგრეთვე დამუშავებული ღონისძიებები შრომის უსაფრთხოებაზე, ახლომდებარე ნაგებობების დაცვაზე.

აფეთქების გამოყენების დადებითი მხარეა: დაშლის მცირე ვადები, შენობების და მისი ნაწილების დეტალური დაშლა, ხანმოკლე ზემოქმედება ასაღები ნაგებობის გარემოზე.

უარყოფითი მხარეა: აფეთქების შედეგად მიღებული რყევები, ნამსხვრევების ზემოქმედება, აფეთქების ტალღა, ხანმოკლე ხმაურის და მტვრის ინტენსიური ზემოქმედება, საკმარისად დიდი ხარჯი უსაფრთხოებაზე.

ამ ყველაფრის გათვალისწინებით, აფეთქებით შენობების დაშლა მიზანშეწონილია იმ შემთხვევაში, როდესაც სხვა მეთოდის გამოყენება შეუძლებელია, არ არის მიზანშეწონილი ან არაეკონომიურია. ყველა შემთხვევაში მას სჭირდება ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება.

საქართველოში, ბოლო წლების განმავლობაში, განხორციელდა ორი შემთხვევა, როდესაც შენობების დასაშლელად გამოყენებულ იქნა აფეთქება. ერთი ბათუმში, როდესაც აიღეს მოძველებული სასტუმრო „მედეას“ მაღლივი კორპუსი და მეორე – ქუთაისში მემორიალის ადებისას.

შენობების დემონტაჟი. დემონტაჟი არის მონტაჟის უკუპროცესი. დემონტაჟი გამოიყენება ფოლადის, რკინაბეტონის, ხის, ფოლადის და რკინაბეტონის წინასწარ დაძაბული ელემენტებისაგან აშენებული მიწისზედა ნაგებობების ასაღებად. ასევე დიდი ეფექტით გამოიყენება სპეციალური ნაგებობების (ხიდების, პავილიონების, ანძების, სილოსების და სხვ.) ასაღებად. დემონტაჟი, როგორც წესი, მექანიზებული პროცესია.

დემონტაჟისთვის გამოიყენება საავტომობილო, მუხლუხ-ასავალიანი, კოშკურა ამწეები. იშვიათ შემთხვევაში, როდესაც მიმდინარეობს ზოგიერთი საინჟინრო ნაგებობის დემონტაჟი, გამოიყენება ვერტმფრენი. ვერტმფრენის გამოყენება აგრეთვე მიზანშეწონილია, როდესაც დემონტაჟი ხორციელდება მჭიდროდ დასახლებულ ან ძნელად მისადგომ ტერიტორიებზე, მაგრამ ვერტმფრენების გამოყენება დამოკიდებულია მრავალ ხელისშემშლელ ფაქტორებზე: წლის პერიოდზე, ჰაერის ტემპერატურაზე, მეტეოროლოგიურ პირობებზე (ქარის სიჩქარე არ უნდა აღემატებოდეს 15 მ/წმ, წვიმის ფაქტორი, ნისლიანობა და ა.შ.).

დემონტაჟი სამონტაჟო ამწის საშუალებით მოიცავს შემდეგ ტექნოლოგიურ პროცესებს:

- მზადდება მოედნები სამონტაჟო ამწის მოქმედებისათვის;
- ტარდება ღონისძიებები შრომის უსაფრთხოებაზე;
- მოსახსნელი კონსტრუქციული ელემენტები თავისუფლდება ძალოვანი შეერთებებისაგან, უზრუნველყოფილი უნდა იყოს გათავისუფლებული კონსტრუქციების მდგრადობა;
- მეტაკელაჟები (მემონტაჟები) ახორციელებენ ელემენტების ჩაბმას და გათავისუფლებული ელემენტი ამწეს გადააქვს დროებით საწყობში.

შენობებისა და ნაგებობების დემონტაჟით აღების პროცესში მკაცრად უნდა იყოს დაცული ეკოლოგიური და შრომის უსაფრთხოების ნორმები. ეს მოთხოვნები უნდა იყოს მითითებული სრულყოფილ მოცულობით სამუშაოთა წარმოების პროექტში. სადემონტაჟო ამწის შერჩევისათვის აუცილებელია პროექტში იყოს მითითებული – რა კრიტერიუმების გათვალისწინებით იყო ის შერჩეული. აქ აუცილებელია განისაზღვროს ასაწვეი კონსტრუქციის მაქსიმალური მასა და შეირჩეს შესაბამისი ტვირთამწეობის მექანიზმი, წინასწარ უნდა იყოს შერჩეული ამწის სახე და განისაზღვროს სამონტაჟო მახასიათებლები: საჭირო ტვირთ-

ამწეობა, კაკვის წვდომა და აწევის სიმაღლე. უნდა იყოს შერჩეული ჩასაბმელი საშუალებები, განისაზღვროს ამწის დგომის ადგილები და საჭირო გადაადგილებები, განისაზღვროს დემონტაჟის ოპერაციების შესრულების თანმიმდევრობით, მოცულობა

და შესრულების ვადები, განისაზღვროს ტვირთებზე ძალების მოდების წერტილები და ჩაბმის ხერხები, დაინიშნოს ტვირთის ტრანსპორტირების გზები და მოეწეოს დროებითი საწყობები დემონტირებული ელემენტების დასაწყობად.

დასკვნა

თანამედროვე მშენებლობაში დიდი წილი მოდის სარესტავრაციო სამუშაოებზე და, როგორც წესი, ამ სამუშაოებს ახლავს ძველი ამორტიზებული ან მორალურად დაძველებული შენობა-ნაგებობების ნაწილობრივი ან მთლიანი აღება. შენობების აღების ხერხის სწორი შერჩევა უზრუნველყოფს მშენებლობის განხორციელების სწორ და

ეფექტურ მიმართულებას, სამუშაოების ვადების და ღირებულებების შემცირებას, შრომის და ეკოლოგიურ უსაფრთხოებას. ამისათვის აუცილებელია სამუშაოთა წარმოების პროექტების დამუშავება მაღალ დონეზე და სამუშაოთა წარმოებაზე მაღალკვალიფიცირებული სპეციალისტების მოწვევა.

ლიტერატურა

1. ეზუგბაია ზ., იოსებაშვილი გ., ირემაშვილი ი. შენობებისა და ნაგებობების აგების ტექნოლოგია. სტუ, 2012, 420 გვ.
2. Rorth D., Lippok J., Dexheimer R. Abbruch –

- arbeiten. Vorbezeitung und Dureh führung. VEB Verlag fur Bauwesen, Berlin, 1981, 115 s.
3. Лебедев В. Технология реконструкции зданий и сооружений. М., 2007, 224 с.

ПОГРЕБЕННЫЕ ЛЬДЫ МОРЕНО-ЛЕДНИКОВЫХ КОМПЛЕКСОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СТОК РЕК СЕВЕРНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

Ерохин С.А., Маматканов Д.М., Тузова Т.В.

Email: tv_tuzova@mail.ru

Институт водных проблем и гидроэнергетики (ИВПиГЭ)
Национальной академии наук Кыргызской республики
720033, ул. Фрунзе, 533, г. Бишкек, Кыргызстан

ВВЕДЕНИЕ

Погребенные льды являются особой разновидностью подземных льдов. Они образуются при деградации ледников, от которых отчленяются большие массивы так называемого "мертвого" льда, перекрывающегося мощным моренным чехлом. Последний, действуя как термоизолятор, замедляет таяние льда, тем самым консервируя его на долгие годы (рис 1).



Рис.1. Погребенный лед в термокарстовой воронке морено-ледникового комплекса ледника Кентор (бассейн р. Норуз), северный склон Кыргызского хребта

После отступления ледника на его месте проявляется новое геологическое образование – моренно-ледниковый комплекс – единое в генетическом отношении геологическое тело, сформировавшееся в одной гляциальной физико-географической обстановке и сложенное определенным набором фаций, формирующих его внутреннюю структуру [1]. Погребенный лед

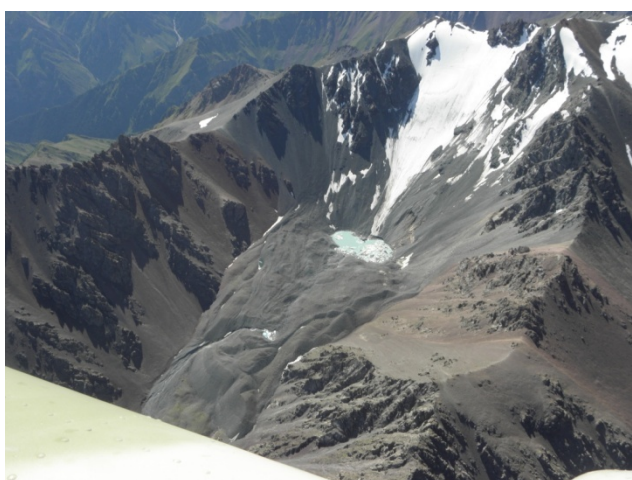
является важной составной частью морено-ледниковых комплексов. Физико-географическая обстановка образования морено-ледниковых комплексов определяется режимом моренной аккумуляции, в процессе которой кроме погребенных льдов участвуют грубообломочные моренные отложения. Формирование морено-ледникового комплекса начинается в теле ледника, затем по мере деградации ледника он проявляется на дневной поверхности. В зависимости от соотношения аккумуляционного и эрозивного факторов ледникового литогенеза и от скорости отступления ледников в многообразии форм морено-ледниковых комплексов выделяются шесть типов ледников, описанных нами ранее [2].

При переходе ледника с одной стадии деградации в последующую изменяется не только скорость его деградации, но и тип ледника. На первой стадии находятся ледники, скорость отступления которых еще незначительна. Это ледники дендритового типа. Затем от стадии к стадии скорость отступления возрастает. На второй стадии находятся сложно-долинные ледники. На третьей стадии – простые долинные ледники. На четвертой – котловинные ледники. На пятой – присклоновые и на шестой – склоновые ледники. Процесс продолжается до полного таяния активной части ледника. После этого ледник переходит в седьмую стадию, стадию погребенных льдов. На этой стадии находятся забронированные ледники, или так называемые каменные глетчеры.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Погребенные льды содержатся во всех формах морено-ледниковой аккумуляции: боковых, срединных и конечных моренах. Наибольшее количество погребенных льдов содержится в конечно-моренных языках, которые образуются при формировании морено-ледниковых комплексов пятого и шестого типа, характерных для ледников северного склона Кыргызского хребта, приведенных на рис. 2-10. Это происходит в условиях, когда количество обломочного мате-

риала, поступающего в приконцевую часть ледника настолько превышает энергию размыва, что береговые и фронтальная морены сливаются в единый конечно-моренный язык, который благодаря высокому содержанию в нем погребенных льдов движется вниз по долине самостоятельно. На его поверхности появляются валы сползания. Между конечно-моренным языком и языком ледника образуется депрессия, в которой обычно формируется озеро (рис 2).



**Рис.2. Конечно-моренный язык морено-ледникового комплекса ледника Теке-Тор (бассейн р. Туяк Шамсинский).
Фото Мелешко А.В.**

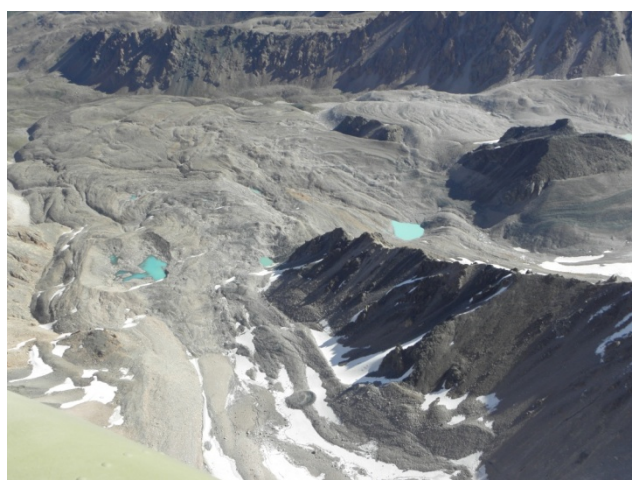


Рис.3. Конечно-моренный язык ледников долины р. Джеламыш

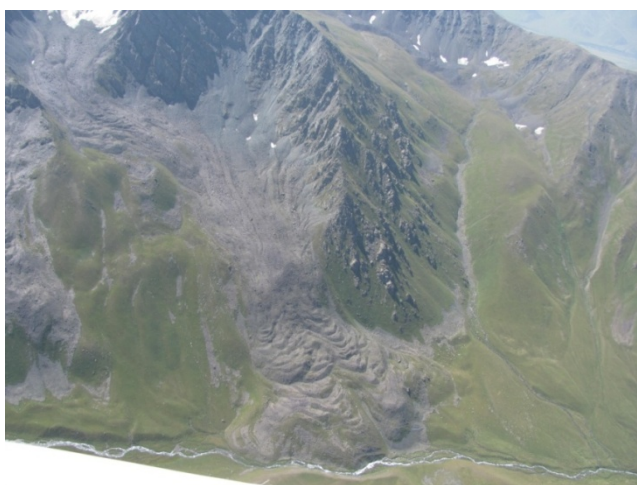


Рис.4. Каменный морено-ледниковый глетчер в долине р. Аксу

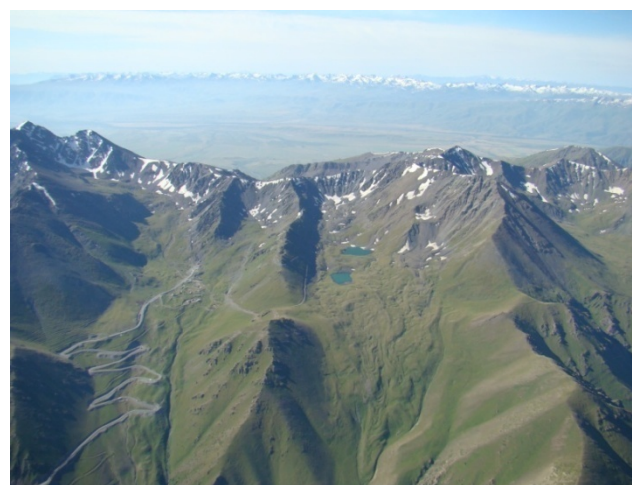


Рис.5. Древний каменный глетчер Чаиш в верховьях долины р. Карабалта сохранил свою оползневую форму

Конечно-моренный язык сползает вниз в долину и может продвинувшись на несколько километров. Вдоль его осевой линии вытягивается внутриморенная депрессия, превращаясь в узкую извилистую ложбину, выклинивающуюся в теле конечно-моренного языка (рис 3). Погребенные льды, составляющие значительную часть морено-ледниковых языков, начинают двигаться под давлением наступающих ледников и тяжестью налегающего на них грубообломочного моренного материала. При этом формируются каменные глетчеры морено-ледникового типа (рис. 4).

В процессе регрессии горного оледенения состав, строение и форма морено-ледниковых комплексов изменяются. Погребенный лед вытаивает и морено-ледниковый комплекс преобразуется в моренный. При этом сохраняется его форма – каменного глетчера (рис.5).

В различных формах морено-ледниковой аккумуляции консервируются огромные массы погребенных льдов. Так, в бассейне р. Ала-Арча (табл.1) с площадью оледенения 53,5 км² [3], насчитывается 12 крупных современных каменных глетчеров общей площадью 26,9 км², а

вместе с другими формами морено-ледниковой аккумуляции площадь развития погребенных льдов составляет 27,2 км² (51 % от площади современного оледенения).

Степень влияния погребенных льдов на сток рек в этих долинах зависит от форм морено-ледниковой аккумуляции. Установлено, что морено-ледниковые языки уменьшают модуль ледникового стока, а валы боковых и конечных морен увеличивают его. В табл. 2 приведены результаты расчета по материалам гидрологических ежегодников [3-7] прироста июльского (ледникового) стока по сравнению с июньским в речных долинах Северного Тянь-Шаня.

Анализ данных табл. 2 в сочетании с условиями формирования русел горных рек Северного Тянь-Шаня позволяет констатировать следующее:

– Прирост *среднемесячного* июльского расхода рек над среднемесячным июньским расходом коррелирует с размерами площади современного оледенения в речных долинах (рис.6) с коэффициентом корреляции 0,86.

Таблица 1

Площадь ледников и их морено-ледниковых комплексов в бассейне р. Ала-Арча

Название ледника и его номер в каталоге [3]	Площадь ледника, км ²	Моренно-ледниковый комплекс ледника	Площадь комплекса, км ²
229-231	1,8	Каменный глетчер Тезтор	2,5
232	0,7	Каменный глетчер 232	0,5
233-234	0,7	Каменный глетчер Адыгене	4,5
Адыгене, 235	4,3		
236-238	0,5	Каменный глетчер 236	0,6
239	1,0	Каменный глетчер 239	1,1
Алаарчинский ледник, 240-246	8,6	Большой Алаарчинский каменный глетчер	7,0
247	0,3	Каменный глетчер 247	0,3
248-249	0,5	Каменный глетчер 248	0,3
Голубина, 250	9,4	Боковые морены	0,3
Туюксу, 251-252	9,1	Каменный глетчер Туюксу	3,0
Топ-Карагай, 253	6,4	Каменный глетчер	3,2
Текетор, 254	0,8	Каменный глетчер	0,3
Аксай, 255-256	8,5	Боковые морены	0,5
Муратсай, 257	0,1	Вал конечной морены	0,1
Кашкасу, 258	0,8	Каменный глетчер	3,0

**ПОГРЕБЕННЫЕ ЛЬДЫ МОРЕНО-ЛЕДНИКОВЫХ КОМПЛЕКСОВ
И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СТОК РЕК СЕВЕРНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ**

Таблица 2

Оценка ледникового стока рек Северного Тянь-Шаня

Название реки	Площадь оледенения бассейна, км ²	Прирост среднемесячного июльского расхода над июньским, м ³ /сек	Прирост июльского модуля стока над июньским, м ³ /сек км ²
Кыргызский хребет			
Аламедин	72,3	8,20	0,11
Иссыката	71,4	7,35	0,10
Сокулук	57,6	6,07	0,10
Алаарча	53,5	4,82	0,09
Аксу	35,3	3,20	0,09
Шамси	31,0	2,50	0,08
Туяк-Шамсинский	25,2	2,03	0,08
Туяк-Иссыкатынский	20,6	2,10	0,10
Карабалты	20,0	1,30	0,06
Кегеты	19,7	1,10	0,06
Чон-Каинды	16,7	1,29	0,08
Чонкурчак	12,8	0,43	0,03
Джеламыш	12,1	0,43	0,04
Кызылсу	8,9	0,59	0,07
Аксай	8,5	0,67	0,08
Адыгене	7,5	0,74	0,10
Джарды-Каинды	5,9	0,85	0,14
Кашкасу	0,8	-0,19	-0,24
Терскей-Алатао			
Турасу	4,5	0,54	0,12
Актерек	14,9	1,01	0,07
Аксай	46,1	3,09	0,07
Тон	34,9	2,27	0,06
Тоссор	20,1	2,90	0,14
Тамга	6,7	1,36	0,20
Барскаун	34,6	4,95	0,14
Чон-Джаргылчак	12,9	2,58	0,20
Джуука	47,9	8,74	0,18
Кичи-Кызылсу	3,5	0,24	0,07
Чон-Кызылсу	43,3	3,78	0,09
Джетыюгуз	33,1	4,0	0,12
Ирдык	4,0	-0,11	-0,03
Каракол	58,3	5,7	0,10
Аксу-Арасан	68,0	3,70	0,05
Тургеньаксу	33,2	2,90	0,09
Джиргалан	2,5	-2,73	-1,09
Тюп	4,2	-4,1	-0,98
Кунгей-Алатао			
Аксу	12,1	0,55	0,05
Чон-Аксу	65,2	4,02	0,06
Чолпоната	10,3	0,81	0,08
Чон-Койсу	6,1	0,91	0,15
Таласский хребет			
Уч-Кошой	1,1	0,1	0,09
Колба	4,5	0,61	0,14
Бешташ	7,1	-1,44	-0,20
Урмарал	34,9	5,6	0,16
Кумыштаг	3,3	-1,01	-0,31
Карабура	25,0	3,26	0,13
Бакаирсай	10,1	0,63	0,10
Куркурусу	38,1	6,25	0,16

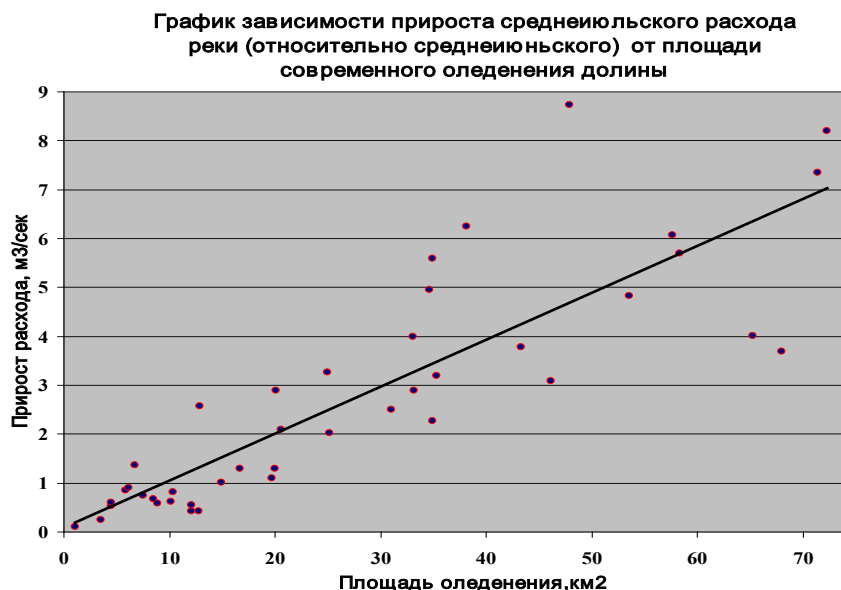


Рис.6. Зависимость прироста среднемесячного июльского расхода рек (относительно июньского расхода) от площади оледенения в долинах Северного Тянь-Шаня

По величине прироста модуля июльского стока над июньским и характеру формирования их русел реки можно разделить на четыре типа.

В реках, в русла которых талые воды, их питающие, стекают непосредственно с поверхности ледников, прирост составляет 0,07-0,09 м³/сек км².

В реках с приростом 0,10-0,25 м³/сек км² талые воды ледников, прежде чем попасть в русла рек, фильтруются через комплекс морено-ледниковых образований, представленных валами боковых и конечных морен. В процессе фильтрации талых вод ледников погребенные льды протаивают и пополняют ледниковый сток, что обуславливает повышение прироста модуля июльского стока над июньским по сравнению с чисто ледниковым.

Между ледниками и руслами рек третьего типа расположены мощные конечно-моренные языки (рис 7), через которые ледниковый сток фильтруется, прежде чем попасть в русла рек. При этом погребенные льды конечно-моренных языков охлаждают часть ледникового стока до замораживания и консервации, уменьшая прирост модуля ледникового стока до 0,03-0,06 по сравнению с чисто ледниковым, характерным для рек первого типа.

Ледниковое питание на реках четвертого типа (в июле модуль стока ниже, чем в июне)

понижается настолько, что не превышает сток июньского снеготаяния. Это может быть обусловлено как уменьшением площади ледников, так и увеличением консервирующей роли конечно-моренных языков.



Рис 7. Конечно-моренный язык ледника Кентор в верховьях долины р. Нооруз

Самым парадоксальным выводом приведенных данных является заключение о консервирующей роли конечно-моренных языков, которые не только сохраняют свою ледяную составляющую, но и пополняют её за счет замораживания части тающего сезонного ледникового стока. Поэтому июльский прирост модуля ледникового стока на ледниках с мощными конечно-

ПОГРЕБЕННЫЕ ЛЬДЫ МОРЕНО-ЛЕДНИКОВЫХ КОМПЛЕКСОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СТОК РЕК СЕВЕРНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

моренными языками (третий тип рек) меньше чем на ледниках, не имеющих конечно-моренных образований (первый тип рек), но и бывает отрицательным (четвертый тип рек).

Подтверждением этого заключения является живучесть конечно-моренных языков, ледяная составляющая которых постоянно пополняется настолько, что они сохраняют динамику движения породивших их ледников и преобразуются в каменные глетчеры с обнажением в них мощных слоев чистого и морено-содержащего льда (рис 8); активностью обвально-осыпных и селевых процессов на склонах их конечных уступов (рис 9), динамичностью в виде активного сползания по горным склонам из боковых на днища главных долин (рис 10).



Рис.8.Обнажение слоев погребенного льда на склоне конечного уступа каменного глетчера в верховьях долины р. Исыкката



Рис 9. На склоне конечного уступа каменного глетчера по правому борту долины р. Исыкката активно развиваются селевые и обвально-осыпные процессы



Рис.10. Сползание каменного глетчера из боковой долины р. Исыкката

ВЫВОДЫ

Таким образом, ледниковый сток горных рек Северного Тянь-Шаня в значительной мере зависит от погребенных льдов, которые в зави-

симости от формы формируемых ими конечно-моренных образований, могут увеличивать или уменьшать его модуль.

Л и т е р а т у р а

1. Теоретические основы инженерной геологии. Под редакцией Е.М. Сергеева. М., Недра, 1985, 332 с.
2. **Ерохин С.А., Тузова Т.В., Маматканов Д.М.** Типы морено-ледниковых комплексов как критерии регрессии горно-долинного оледенения Тянь-Шаня. //Сборник научных трудов № 66. Институт водного хозяйства Грузинского Технического университета. Тбилиси, 2011, с.42-45.
3. Каталог ледников СССР. Т.14. Средняя Азия. Вып.2. Киргизия. ч.2. Бассейны левых притоков реки Чу ниже устья Коморчек. Л.,

- Гидрометеиздат, 1973, 70 с.
4. Каталог ледников СССР. Т.14. Средняя Азия. Вып.2. Киргизия. ч.1. Бассейны рек Асса, Талас. Л., Гидрометеиздат, 1968, 67 с.
 5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 14. Средняя Азия. Вып.2. Бассейны оз. Иссык-Куль и рек Чу, Талас, Тарим. Л.: Гидрометеиздат, 1967, 356 с., 1977, 347 с.; 1979, 300 с.
 6. Государственный водный кадастр. Том XI. Киргизская ССР. Л.: Гидрометеиздат, 1987, 452 с.
 7. **Забиров Р.Д.** Современное и древнее оледенение в бассейне озера Иссык-Куль. //Сборник научных трудов "Гляциологические исследования на Тянь-Шане". 1975, Фрунзе, Илим, с. 3-22.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕАБИЛИТАЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ КАСПСКОГО РАЙОНА ГРУЗИИ

Варганов М.В.,¹ Кечхошвили Э.М.,¹ Лорткипанидзе Ф.Н.,¹ Мехришвили Г.Д.²
Email: v.martin.hm@gmail.com

¹ Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
пр. И. Чавчавадзе, 60, 0175, г. Тбилиси, Грузия

² Грузинский Технический Университет, г. Тбилиси, Грузия
ул. М. Костава, 77, 0175, г. Тбилиси, Грузия

ВВЕДЕНИЕ

Одной из актуальнейших задач, стоящих перед экономикой Грузии, является восстановление и всемерное развитие сельского хозяйства, а также осуществление, связанной с развитием сельского хозяйства, программы реабилитации мелиоративных систем. В этом плане одним из наиболее важных и интересных явля-

ется вопрос эффективности крупных инвестиций в мелиоративное строительство, в частности, эффективности капиталовложений в устройство водохранилища для повышения водообеспеченности оросительных систем Тедзамского бассейна.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Исследуемый объект расположен в Каспском районе Шида Картлийского региона Грузии, к юго-западу от Каспи. Влияние, расположенного здесь, Триалетского хребта определяет климат, переходящий от умеренно теплого, степного (в равнинной части) к умеренно влажному в предгорьях. Рассматриваемая территория характеризуется умеренно холодной зимой и продолжительным, жарким летом. Среднегодовая температура – 11,4°C, максимум температуры наблюдается в июле-августе – +35-36°C (абсолютный максимум +41°C), минимальные температуры – в январе-феврале – -9-11°C (абсолютный минимум -30°C). Господствующие ветра – западные и восточные, в горах наблюдаются горно-долинные ветра. Средняя скорость ветра – 2,5-2,8 м/сек.

Среднегодовое количество осадков 500-550 мм, в горах – 600-700 мм, максимум осадков в мае (110 мм), минимум – в январе (25 мм); лето

засушливое. Величина дефицита влажности изменяется в пределах 1,7-14,7 Мб (в вегетационный период, апрель-сентябрь – 5,6-14,7 Мб). Баланс влажности (разница величин осадков и испарения) с февраля по октябрь – отрицательный (годовой -340 мм), что свидетельствует о необходимости орошения.

Источник оросительной воды, река Тедзами берет начало на северном склоне Триалетского хребта на высоте 2080 м и впадает в р. Куру. Общее падение составляет 1546 м, средний уклон – 0,03. Площадь водосборного бассейна 394 км², средняя высота бассейна – 1460 м. Ущелье реки до селения Ркони U-образное, дальше ущелье расширяется до 2-3 км, в нижнем течении река протекает по правой террасе р. Куры. Русло и пойма в основном галечниково-

Наблюдение над режимом реки проводилось в 1943-58 гг. на двух гидропостах – у сел

Ркони и Геранисчала. Согласно данным наблюдений, среднегодовой расход реки колеблется в пределах от 0,87 м³/сек до 3,24 м³/сек. Максимальный наблюдаемый расход воды – 35,3 м³/сек (1951 г), минимальный – 0,21 м³/сек (1954-1955гг). Распределение годового стока неравномерное – в апреле-июне составляет почти половину (44,8%), а в июле-сентябре только 28,8%. Сток реки используется для орошения сельскохозяйственных угодий, причем в июле-августе почти целиком [1].

В 2013 году по заказу компании объединенных мелиоративных систем Грузии были разработаны проекты реабилитации всех систем региона. Основные данные по проектам приведены в таблице 1.

Относительно высокая стоимость реабилитации 1 га площади объясняется необходимостью облицовки каналов с целью уменьшения фильтрационных потерь и производства реабилитационных работ вручную в условиях плотной застройки трассы каналов (полосы отчуждения освоены местным населением)

Орошаемый массив (см. рис.1) расположен

в нижнем течении реки по обоим берегам и представляет собой восемь независимых систем не инженерного, кустарного типа с самостоятельными примитивными водозаборами, суммарной площадью 2658 га. Каналы оросительных систем, построенных в середине прошлого столетия, в результате многочисленных ремонтов и переделок облицованы как монолитным бетоном и бутобетон, так и сборными железобетонными конструкциями. Относительно неширокая полоса сельскохозяйственных угодий располагается вдоль земляных магистральных каналов с полным отсутствием или минимальным количеством распределителей младшего порядка.

Как видно из таблицы 1, величина капитальных вложений в реабилитацию оросительных систем Каспского района Грузии, по предварительным данным, составляет 59,81 млн. лари. При этом структура капиталовложений по основным объектам строительства имеет вид: плотины и головные сооружения – 77%, магистральные каналы – 13%, другие гидротехнические сооружения – 10%.

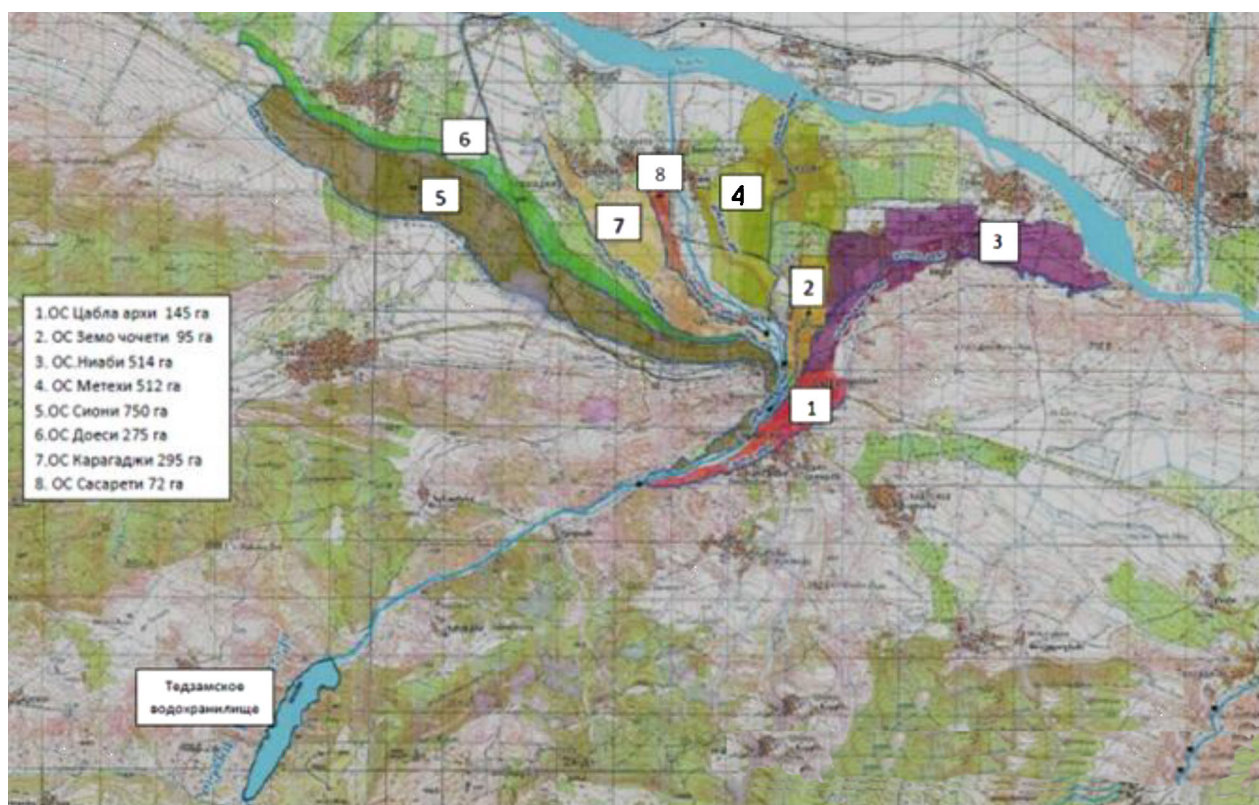


Рис. 1. Схема оросительной системы Тедзамского бассейна

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕАБИЛИТАЦИИ
ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ КАСПСКОГО РАЙОНА ГРУЗИИ**

Таблица 1

**Технико-экономические показатели реабилитации оросительных систем
Каспского района Грузии**

Наименование оросительной системы	Площадь га	Длина каналов, км		Стоимость	
		всего	на 1га	всего млн. лари	1 га, тыс. лари
По правому берегу					
ОС Цабла-архи	145	8,0	0,055	1,86	12,83
ОС Земо Чочети	95	4,4	0,046	0,42	4,42
ОС Ниаби	514	12,7	0,025	2,95	5,74
ОС Метехи	512	13,0	0,026	1,96	3,83
Всего по правому берегу	1266			7,19	5,68
По левому берегу					
ОС Сиони	750	7,0	0,009	2,78	3,71
ОС Доеси	275	14,6	0,053	1,97	7,16
ОС Карагаджи	295	5,7	0,019	1,12	3,8
ОС Сасирети	72	7,4	0,103	0,75	10,42
Всего по левому берегу	1392			6,62	4,76
Тедзамское водохранилище				46,0	17,3
Итого по бассейну	2658			59,81	5,2

С целью снижения риска повторного выхода из строя мелиоративных объектов, необходимо наладить надежную и высокотехнологичную их эксплуатацию. Следует обеспечить решение следующих задач:

- для сохранения технически исправного состояния как оросительной системы в целом, так и отдельных ее узлов, проведение мероприятий по их защите, исключению всевозможных повреждений и разрушений;
- в соответствии с предварительно согласованным графиком водопользования, забранную из источников орошения воду в первую очередь подавать сельскохозяйственным водопользователям и во вторую – на технические нужды организаций не-сельскохозяйственного профиля;
- осуществлять контроль над мелиоративным состоянием орошаемых земель;
- повышать и совершенствовать технический уровень оросительных систем.

Столь существенные задачи, стоящие перед эксплуатационной службой оросительных систем, требуют значительных затрат на ее финансирование. По предварительным данным, затраты на эксплуатацию оросительных систем реги-

она составляют от 8 до 8,5% их балансовой стоимости (таблица 2). Соответственно величина годовых затрат на один гектар орошаемой площади достигает 1855 лари, а себестоимость подачи 1000 кубических метров оросительной воды 475 лари (с учетом затрат на эксплуатацию водохранилища).

Площадь орошаемых сельскохозяйственных угодий в зоне реабилитируемых систем Каспского района Грузии составляет 2658 га, в структуре которых колосовые культуры занимают 25,02% всей площади, кукуруза (на зерно) – 16,67%, овощные культуры – 18,06%, многолетние сады – 20,84%, виноградники – 11,10%, многолетние травы – 8,31%.

Полноценный полив, обеспечиваемый осуществлением мероприятий по реабилитации оросительных систем, создаст условия для повышения продуктивности угодий в 2 ÷ 3,2 раза [2]. Так, например, продуктивность угодий под колосовыми культурами возрастет от 2,0 до 5,55 тыс. лари/га, а продуктивность угодий под овощными культурами – от 8,16 до 25,4 тыс. лари/га. В соответствии с ростом продуктивности угодий, прирост валовой продукции сельского хозяйства составит 21,25 млн. лари в год (таблица 3).

Таблица 2

Расчет эксплуатационных затрат на содержание оросительных систем Каспского района

№	Наименование затрат	Единица измерения	Всего	В % к итогу
1	Содержание эксплуатационного штата	млн. лари	0,62	12,58
2	Амортизация производственных фондов	млн. лари	2,99	60,65
3	Периодический восстановительный ремонт	млн. лари	0,90	18,25
4	Текущий ремонт	млн. лари	0,42	8,52
	Итого затрат	млн. лари	4,93	100,0
	Затраты на 1 га орошаемой площади	лари/га	1855	

Таблица 3

Расчет прироста валовой продукции сельского хозяйства в зоне реабилитированных оросительных систем Каспского района

№	Наименование с.х. культур	Площадь, га	Урожайность, т/га			Прирост с.х. продукции всего, т	Рыночная цена, лари/т	Стоимость дополнительной валовой продукции, тыс.лари
			Существующая	Ожидаемая	Прирост урожайности			
1	Колосовые культуры	665	1,75	3,7	1,95	1296,75	1500	1945,1
2	Кукуруза на зерно	443	2,2	5,7	3,5	1550,5	1800	2790,9
3	Овощи	480	10,2	33,0	22,8	10944,0	800	8755,2
4	Многолетние сады	554	3,6	10,0	6,4	3545,6	1200	4254,7
5	Виноградники	295	3,7	11,0	7,3	2153,5	1300	2799,5
6	Многолетние травы	221	3,03	9,4	6,37	1407,77	500	703,9
		2658						21249,3

Расчет экономической эффективности капиталовложений в реабилитацию оросительных систем осуществляется в соответствии с требованиями рыночной экономики [3]. При этом величина NPV (Net Present Value) рассчитывается по формуле:

$$NPV = \sum_{k=1}^n \frac{P_k}{(1+r)^k} - IC, \quad (1)$$

где P_k – величина годового дохода, генерируемого инвестицией (IC) в течении k-того года.

Что касается внутренней нормы прибыли инвестиций (IRR), то величина ее устанавливается в соответствии с зависимостью:

$$\sum_{k=0}^n \frac{CF_k}{(1+IRR)^k} = 0, \quad (2)$$

где $IC=CF_0$.

В таблице 4 приведены результаты компьютерного расчета величин чистого приведенного эффекта (NPV) и внутренней нормы прибыли инвестиций (IRR).

Расчет показал, что величин чистого приведенного эффекта (NPV) при внутренней норме прибыли инвестиций (IRR) 12% составила 37,92 млн. лари, что при достижении фермерскими хозяйствами проектной урожайности сельскохозяйственных культур обеспечивает вполне удовлетворительную эффективность инвестиций.

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕАБИЛИТАЦИИ
ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ КАСПСКОГО РАЙОНА ГРУЗИИ**

Таблица 4

Чистый приведенный эффект (NPV) и внутренняя норма прибыли инвестиций (IRR)

Годы	Величина капитальных вложений, млн. лари	Величина текущих затрат фермерских хозяйств, млн. лари	Дисконтированная величина затрат, $r=12\%$, млн. лари	Величина годовых доходов, млн. лари	Дисконтированная величина годовых доходов, $r=12\%$, млн. лари	Чистый приведенный эффект (NPV), млн. лари	Коэффициент дисконтирования
2015	59,81		42,57		0,00	-42,57	0,71
2016		4,93	3,13	20,00	12,71	9,58	0,64
2017		4,93	2,80	20,00	11,35	8,55	0,57
2018		4,93	2,50	21,00	10,64	8,14	0,51
2019		4,93	2,23	21,00	9,50	7,27	0,45
2020		4,93	1,99	21,00	8,48	6,49	0,40
2021		4,93	1,78	21,00	7,57	5,80	0,36
2022		4,93	1,59	21,00	6,76	5,17	0,32
2023		4,93	1,42	21,00	6,04	4,62	0,29
2024		5,00	1,28	21,00	5,39	4,11	0,26
2025		5,00	1,15	21,00	4,81	3,67	0,23
2026		5,00	1,02	21,00	4,30	3,27	0,20
2027		5,00	0,91	21,00	3,84	2,92	0,18
2028		5,00	0,00	21,25	0,00	0,00	0,00
2029		5,00	0,73	21,25	3,09	2,37	0,15
2030		5,00	0,65	21,25	2,76	2,11	0,13
2031		5,00	0,58	21,25	2,47	1,89	0,12
2032		5,00	0,52	21,25	2,20	1,68	0,10
2033		5,00	0,46	21,25	1,97	1,50	0,09
2034		5,00	0,41	21,25	1,76	1,34	0,08
Всего			67,72		105,64	37,92	
IRR (%)						12,0	

ВЫВОДЫ

1. Реализация капиталовложений в реабилитацию оросительных систем Каспского района Грузии, а также в строительство Тедзамского водохранилища позволит в течение 20 лет эксплуатации рассматриваемого комплекса мелиоративных объектов аккумулировать, при внутренней норме прибыли инвестиций (IRR) в размере 12%, чистый приведенный эффект (NPV) в объеме 37.92 млн. лари.

2. Установленные величины показателей внутренней нормы прибыли инвестиций (IRR) и чистого приведенного эффекта (NPV) указывают на то обстоятельство, что рассматриваемый

проект реабилитации и строительства мелиоративных объектов является в значительной мере рискованным. Ввиду того, что в расчет показателей эффективности заложено достижение проектной урожайности орошаемых угодий практически на третий год эксплуатации мелиоративного комплекса, недобор 5-10% сельскохозяйственной продукции делает капиталовложения в рассматриваемый объект неэффективными.

3. Следует отметить, что риски недостижения проектной эффективности в значительной мере сглаживаются социальным эффектом

инвестиций. Реализация проектных решений позволит осуществлять полноценный полив сельскохозяйственных культур, сотням фермерских хозяйств получать гарантированные и

стабильные урожаи, активно участвовать в становлении и развитии конкурентоспособных рыночных отношений.

Л и т е р а т у р а

1. ჯავახიშვილი შ. საქართველოს კლიმატოგრაფია. თბილისი, 1977, 150 გვ.
2. Зюзик Д.Т. Экономика водного хозяйства. М., "Колос", 1973, 379 с.
3. Ковалев В.В. Методы оценки инвестиционных проектов. М., "Финансы и статистика", 1998, 142 с.

ASSESSMENT OF CHANGES OF FLOW OF KURA RIVER AND ITS TRIBUTARIES

Rafiq Verdiyev

Email: *tv_tuzova@mail.ru*

Scientific research institute of Hydrometeorology
Ave. Heydar Aliyev, 10, AZ1154, Baku, Azerbaijan

INTRODUCTION

Flow of Kura and its tributaries is used for irrigation and other purposes widely. Due to the uncontrolled water use it is difficult to assess natural and anthropogenic factors of the flow. In this article by use of different information on the observed flow values and based on relationships between the flow and meteorological elements, change of flow of Kura river is assessed during 1991-2011 com-

pared to 1961-1990. These changes have been assessed for natural (potentially possible) and observed flow values.

Flow changes have been assessed according to changes of elements of climate and water use.

Some possible flow change options have been proposed according to different climate change scenarios.

WATER RESOURCES OF KURA BASIN RIVERS

The main transboundary river of the South Caucasus is Kura River. The total catchment's area of the Kura River is 188,000 km²; the length is 1,515 km. The river starts from Turkey and flows to Azeri territory from Georgia.

The Kura River annual average flow is 840m³/s (26.5 km³). The river has a full-flow regime and 47 to 58 per cent of Kura River's annual flow is in spring. The largest water reservoir on Kura River is the Mingachauri Reservoir. The minimal water discharge in the Kura River was observed in Khuluf Station of 7.69 m³/s, the maximum water discharge was 2,720 m³/s at the same station. After construction of reservoir (1953) flow was regulated and as result in downstream of reservoir high water discharges reduced and discharges in low flow period increased.

The Araz River, being the biggest branch of Kura River system, starts from Bingol Mountain range in Turkey and flows into Kura River near Sabirabad. Its length is 1,072 km and the area of the basin is 102,000 km². The maximum water discharge was 2.910 m³/s (Garadonlu), and the minimum was

11.0 m³/s (this is resulted from upstream water regulation and intake). The average annual flow of Araz River is 290-310 m³/s (or 9.0- 9.5 km³). In order to keep ecosystem of river there is need to leave water discharges in the river, which is in conformity with environmental flow.

Lake percentage in the Kura river basin is low and is a bit higher than 1%. In Araz river basin it is close to 2%.

Main characteristics of other transboundary rivers are as below:

- Ganykh (Alazani – length 413 km, 12080 km²),
- Gabirri (Iori – length 389 km, 4840 km²).

Water resources of Kura River formed within the Azerbaijan Republic by regions change between 7.5-8.0 km³ and are given below:

- Right tributaries of Kura in Gazakh–Ganja region – 1.40-1.50;
- Right tributaries of Kura flowing from Garabag – 1.10-1.16;
- Left tributaries of Ganikh river in Sheki-Zagatala region – 1.41-1.51;
- Left tributaries of Kura in Shirvan region – 1.60-1.70;

- Left tributaries of Araz in Nakhchivan – 0.85- 1.00;
- Left tributaries of Araz flowing from Garabag – 1.05 -1.15.

Change of water resources by regions can also be clearly seen from below flow module map (Fig. 1). Water resources of the Republic are distributed

very irregularly over administrative districts. Water resources of Sheki-Zakatala zone and other mountainous regions exceed those in other areas like Absheron and Kura-Araz lowlands, which are the most water poor regions. During the period of vegetation the river run-off amounts is only 10-20% of the annual amounts.

WATER USE AND FLOW TRENDS

As a water poor region, water supply over the Azerbaijan Republic territory makes up about 100 thousand m³/ km². The quotient amounts to an average of about 1 thousand m³ of water per person per year, putting the Azerbaijan Republic to one of the low rankings in the world.

According to Budiko classification the territory of Azerbaijan falls into the insufficient rain fall climate zone, with the lower part of Kura river basin in the arid zone. Therefore, it was necessary to redistribute run-off from one part of the territory to another by means of various kind of water economy facilities.

Only 54.9% of country territory is arable. Most of these areas, namely 2915.4 thousand ha are under perennials (garden, vineyards, saplings and tea plantations), pastures and grasslands. In total 1.8 million ha is under tillage.

Azerbaijan is a country with ancient irrigation traditions. Although irrigated lands constitute one

third of irrigable areas (1432.7 thousand ha) of the country, still 90% of agricultural yield produced in the country is taken from these lands. Over the third of irrigated areas (565.3 thousand ha) is irrigated through pump stations, including 349.4 thousand ha irrigated through electrical pumps, 68.2 thousand ha irrigated with diesel pumps and 147.7 thousand ha irrigated from sub-artesian wells.

Presently, on the territory of Azerbaijan there are many water reservoirs, canals and pipelines with a purpose to provide the population, industry, irrigation, energy and other sectors with water and to carry out annual and long-term run-off regulation. Further development of the water use facilities will lead to increased use of water resources. In spite of existence of a huge number of water facilities on the territory, needs in water provision still remain. It is connected to limited water resources and a lack of an economical water use scheme.

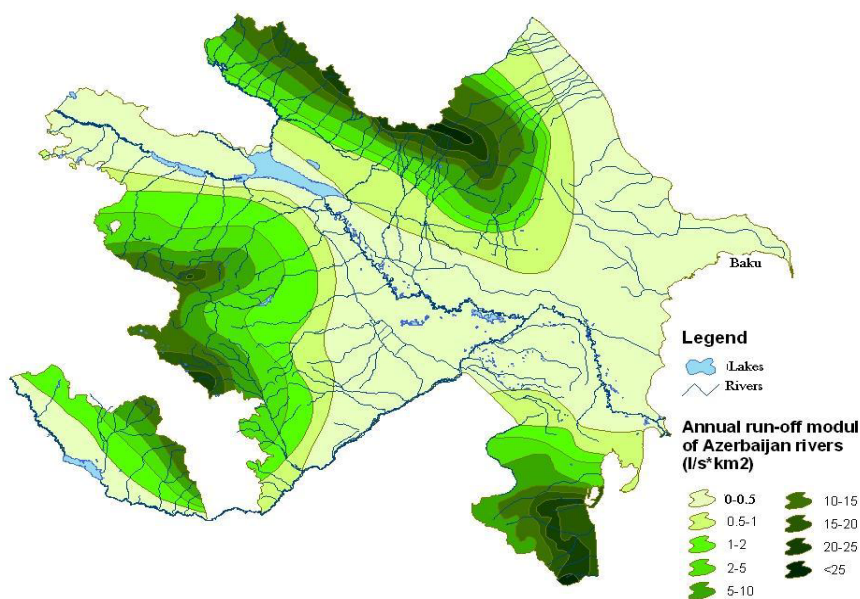


Fig. 1. Flow module of rivers of Azerbaijan Republic (l/sec/sq km)

ASSESSMENT OF CHANGES OF FLOW OF KURA RIVER AND ITS TRIBUTARIES

There are more than 50 reservoirs in Azerbaijan and most of these were built for irrigation purposes. Tandem reservoir systems on Kura River include Mingeçauri, Shamkir, Yenikend and Varvara Reservoirs. The “Araz” water junction on the Araz River and the Sarsang Reservoir on the Tartar River also produce energy. The Jeyranbatan Reservoir supplies Baku and Sumqayıt cities with potable water. Water to this reservoir comes through Samur-Absheron Canal from Samur River. The total amount of water taken from Samur River by this canal is estimated at 0.80 to 0.85 km³.

There is different information about current useful capacity water reservoirs. By information of Hydromet the total capacity of operating water reservoirs in the country is about 20.6 km³, the net storage volume is 12.4 km³, the total area is 877 km², and the total capacity of hydroelectric power station (HPS) is 978,500 kilowatt.

By recent information from State Water Agency main characteristics of above reservoirs are as below [6]:

- Of 135 water reservoirs of the country, total storage capacity of which is 21.5 billion km³. The biggest reservoirs are:
- Mingeçauri water reservoir was commissioned in 1953, total volume is 15730 mln m³;
- Shamkir reservoir was commissioned in 1982, total volume is 2677 mln m³;
- Araz reservoir was commissioned in 1971, total volume is 1254 mln m³;
- Sarsang reservoir was commissioned in 1976, total volume is 565 mln m³.

Water resources are redistributed by reservoirs by use of different canals. Below (table 1) is given information on water distribution by Mingeçauri water reservoir by use of 2 main irrigation canals (Upper Shirvan and Upper Garabakh canals) in last years.

As one can see from this table in summer (June–August) abstracted amounts of water are high because of high irrigation water demands at this time of the year.

It should be noted that within last 20-25 years water abstraction by these canals has increased according to below table (Table 2).

Table 1

Water distribution by Mingeçauri reservoir

Monthly water discharges, m ³ /sec													
Years	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Annual
Water intake by Garabakh Canal													
2010	55	55	55	75	75	100	106	106	75	60	60	60	77
2012	60	60	75	85	85	106	95	80	65	65	60	55	74
2013	55	55	55	80	95	95	106	106	70	60	55	50	72
Water intake by Garabakh Canal													
2010	13.5	8	12.1	22.2	49	68	70.3	69.9	39.2	20.6	23.8	25	38
2012	9.5	12.1	19.8	47.9	56.1	67.6	62.4	74.6	36.3	33.4	29.1	17.3	40
2013	16.4	13	31.8	52.5	36.5	47.8	69.6	63.4	47.6	30	32.3	23.2	39

Table 2

Average water discharges of main canals of Mingeçauri reservoir

Canal	Average water discharges, m ³ /sec	
	1961-1990	1991-2013
Shirvan canal	37	42
Garabag canal	56	75

Table 3

**Water discharges of Main transboundary rivers of Eastern Caucasus during
1961-1990 and 1991-2010 (m³/c)**

Period	Seasons				Annual
	Winter	Spring	Summer	Autumn	
Kura –Girakhkasaman					
1961-1990	162	500	277	157	274
1991-2011	180	508	256	166	277
Kura- Salyan					
1961-1990	507	613	399	342	464
1991-2011	484	528	337	321	417
Ganikh Ayrichay					
1961-1990	73,4	156	127	89,1	111
1991-2011	69,4	165	119	96	112
Araz – Gizilvank					
1961-1990	131	225	153	71,1	145
1991-2011	118	161	148	78,7	125
Araz – Novruzlu					
1961-1990	118	279	110	80,1	147
1991-2011	172	195	85,4	65,1	128

At present, water resources of Kura and Ganikh in Georgia and water resources of Araz in Turkey, Iran and Armenia are decreased by 15-20% as a result of water intake. Also by taking into account of water loss from the channel (river-bed) of Kura river lower course, one may find that available at Azerbaijan Republic water resources of transboundary rivers of Eastern Caucasus at present is less than natural ones by 25-30%. About 11-12 km³ of water in the Kura river basin is being used for different purposes. As one can see from below table water discharges of Kura near mouth (Salyan station) observed in 1991-2011 are about 60% of their natural values and those of Araz River just 50%.

As it is shown in this table flow of Kura and Ganikh at their entry point to Azerbaijan during both periods are very close, but flow of Araz river in Nakhchivan last years were 20 m³/c less than in previous period because of flow reduction in upstream of Azerbaijan.

Below we try to analyze these changes from 2 points of views: Climate change and

water use impacts. In the National Climate Change Centre of Azerbaijan to calculate Climate Change impacts on water resources different scenarios had been used. Two of them: GISS (Increase of annual air temperature by 4.8-5.3° and annual precipitation by 6-12%), GFDL-3 (Increase of annual air temperature by 4.2-4.4° and annual precipitation by 1-4%) climate change models and scenario recommended by specialists of Azerbaijan Academy of Science (about air temperature increase by 2 degrees) are used in this work to assess climate change impact on water resources.

It is revealed that rising of air temperature leads to reduction of water resources and atmosphere precipitation increase prevents run-off to reduction. In most of rivers of Azerbaijan within Small Caucasus and Nakhchivan reduction and in some of rivers of Greater Caucasus as result of increase of precipitations some increase of water discharges has been observed. This can be seen from table below (Table 4).

Table 4

Change of water discharges during 1991-2011 compared to 1961-1990 (m³/c)

River-station	Winter	Spring	Summer	Autumn	Annual
	XII-II	III-V	VI-VIII	IX-XI	XII-XI
Small Caucasus					
Zayamchay - Agbaşlar	+9	+1	-15	-13	-6
Gəjachay - Zurnabad	-12	-12	-23	-17	-20
Greater Caucasus					
Talachay - Zaqatala	+40	+4	-10	+0,3	+8
Göychay - Göychay	+10	+1	-3	+18	+2
Araz river basin					
Nakhchiivanchay - Qarababa	+15	-45	-11	+39	-28

Reduction of flow during 1991-2011 in Smaller Caucasus and Araz river basin made up to 10% and therefore average water resources of these regions currently (for period of 1991-2010) is as below (in km³):

- Right tributaries of Kura in Gazakh–Ganja region – 1.25-1.35;
- Right tributaries of Kura flowing from Garabag – 0.95-1.05;
- Left tributaries of Araz in Nakhchivan – 0.80-0.90;
- Left tributaries of Araz flowing from Garabag – 0,95-1.05.

Total flow reduction made 15-20 m³/sec.

Regarding left tributaries of Ganikh and Kura within Greater Caucasus change of total water resources of the territory during 1991-2011 wasn't significant as impact of increase of air temperature on flow was balanced by increase of precipitation in these regions.

As result during 1991-2011 total flow in Azeri part of Kura river basin changes between 7.1-7.6 km³ which is lesser than those observed during 1961-1990 by 5-10%.

Based on above assessment it should be noted that total flow reduction in Kura river downstream should be around 35-40 m³/sec of which 20 m³/sec is because of reduction of Araz river flow in upstream when it enters to Nakhchivan Autonomous Republic of Azerbaijan (according to flow amounts

in Gizilvang station given in Table 3) and 15-20 m³/sec because of flow reduction in Kura and Araz tributary rivers on territory of Azerbaijan in Smaller Caucasus region as result of climate change impact.

It should be noted that observed in Kura Salyan station during 1961-1990 flow value was 464 m³/sec and in 1991-2011 it made 417 m³/sec and difference between them (47 m³/sec) is close to above figure. This also shows that water abstraction on Azeri territory during above 2 periods isn't changed significantly.

Below is analyzed water use information on territory of Azerbaijan. In table 6 is given observed water discharges of Kura ant its tributary rivers in comparison to their natural values assessed by author before [1].

Natural values of flow in Kura downstream (Salyan station) is calculated by use of the scheme developed by author, which is based on relationship of flow amounts at Kura Salyan with those of in upstream of Kura, Araz and Ganikh rivers.

As one can see above table total water abstraction from Kura river reaches 50% of its water resources and make 13 km³. Among this amount around 8-10 km³ is abstracted on territory of Azerbaijan and 3-5 km³ by upstream countries. It should also be noted that of the totally abstracted waters some are return waters, including water transfer by Garabag canal from Kura to Araz River. Therefore of totally abstracted waters part returns to water sources.

Table 5

Natural and observed water discharges of Kura and its tributary rivers

River-station	Flow	Average, m ³ /sec	1961-1990	1991-2011
Kura Girakhkesaman	Natural	305	303	308
	Observed	275	274	277
Ganikh Ayrichay	Natural	126	126	127
	Observed	111	111	112
Araz Gizilvang	Natural	180	190	170
	Observed	135	145	125
Kura-Salyan	Natural	825	840	810
	Potentially available on Azeri territory	680	690	670
	Observed	440	464	417

Table 6

Water abstraction and discharges

Water use, mln. m ³	1990	1995	2000	2010	2013
Water abstraction from natural water resources – total	16,176	13,971	11,110	11,566	12,509
per capita m ³	2293	1847	1,390	1,286	1,346
Water consumption – total	12477	10223	6 588	7715	8229
of which:					
domestic and drinking purposes	402	327	449	405	311
industrial needs	3,418	2,173	2,316	1,742	2,056
of which drinking water	317	111	82	54	53
irrigation and agriculture supply	8,627	7,720	3,819	5,497	5,746
Volume of recycled and consequently used water	1628	1696	1 875	1,787	2,184
in percent to total water consumption for industrial needs	32	44	45	51	52
Water losses during transportation	4,206	3,747	3,053	3,852	4,280
Discharge of sewage waters	5,026	4,247	4,114	6,037	5,173
of which untreated waste water	303	134	171	164	248

In order to analyze these changes in Table above (Table 6) is given water abstraction from rivers in Azerbaijan published in web page of State Statistic Committee in different periods. As about 80-90% of these waters are abstracted from Kura River and its tributaries therefore it can also in certain capacity attract change of water use in Kura basin as well.

As there is no data on water abstraction it is hard to assess change of water abstraction during 2 periods mentioned above. Trends in water abstraction from natural sources on the territory of Azerbaijan starting from 1990 can clearly be seen from below figure 2.

As one can see from the above table and figure in the end of last and beginning of this century

water abstraction in Azerbaijan made 10 km³ of which around 8-9 cub.km can be related to share of Kura River. This also confirms results of water resources status assessment by us in above table.

Taking into account changes of air temperature and precipitation in accordance with climate change scenarios based on amounts of the available for today at the territory of Azerbaijan (observed) annual run-off of Kura and potential water resources of the it (Natural run off amounts) the climate change impact to the water resources of Kura has been estimated.

As it is seen from the table below (Table 7) by all models from 10 to 20% decrease of water resources of the river is expected in the future if there are now adequate measures of adaptations.

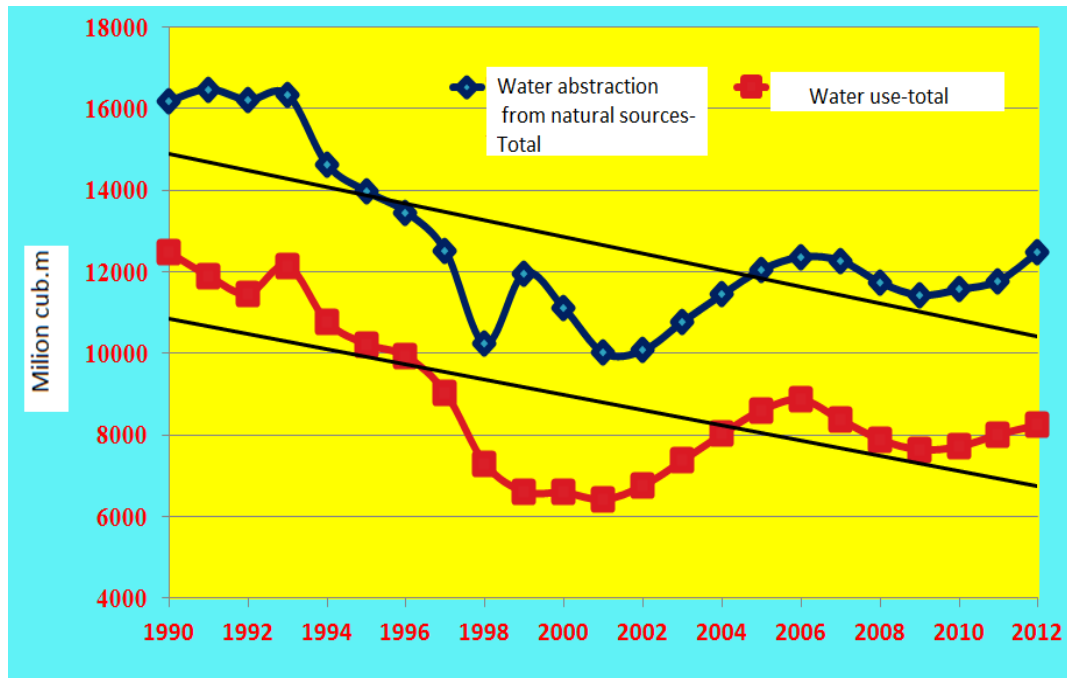


Fig. 2. Water use in Azerbaijan

Table 7

Change of water discharges of Kura River under climate change models

Run -off ranges	Water discharges, m ³ /sec				
	Winter	Spring	Summed	Autumn	Annual
	XII-II	III-V	VI-VIII	IX-XI	XII-XI
Initial scenario (1961-1990)					
Natural	403	1528	897	524	840
Percent of seasonal values of natural run-off from their annual sum	12.1	45.8	26.8	15.6	100
Δt=2°C, ΔR=0% (scenario supposed by the Azerbaijan Academy of Science)					
Natural	398	1391	766	460	755
Percent of seasonal values of observed run-off from their annual sum	13.2	46.0	25.3	15.1	100
GISS					
Natural	357	1273	756	412	698
Percent of seasonal values of natural run-off from their annual sum	12.8	45.0	27.1	14.8	100
GFDL-3					
Natural	341	1319	682	390	682
Percent of seasonal values of natural run-off from their annual sum	12.5	48.5	25.0	14.3	100

CONCLUSIONS

- During 1991-2011 no significant change of run-off of Kura and Ganikh rivers at their entrance to Azerbaijan from Georgia was observed compared to 1961-1990. In spite of air temperature rise flow amounts of rivers haven't reduced because of increase of precipitations in their basins.
- Similar situation in basins of left tributary rivers

-
- of Kura and Ganikh (flowing from Greater Caucasus) on the territory of Azerbaijan.
3. Some 15-20% reduction of flow of Araz River was observed during 1991-2011 compared to 1961-1990. According to our assessment on about 10% of this reduction can be related to climate change impact on water resources of tributary rivers of Araz on territory of Azerbaijan and remained part to possible impact of climate changes and possible increase of water abstraction(should be clarified) on the territory of other basin countries.
 4. Around 10% of reduction of water resources of right tributaries of Kura River on the territory of Azerbaijan has been observed during 1991-2011 compared to 1961-1990 because of increase of air temperature and reduction of precipitations in their basins.
 5. As result some reduction of natural water resources and also actually observed(measured flow has been observed in Kura mouth , which is connected with the flow reduction by impact of climatic changes and also increased water abstraction from Araz river.
 6. In total during 1991-2011 natural flow of Kura River also reduced from 840 to 810 cub km as result of climate change impact.
 7. As result of climatic changes water resources of Kura river basin can further be reduced by 15-20% by different sceneries.

References

1. **Вердиев Р.** Водные ресурсы рек Восточного Кавказа в условиях изменения климата. Баку 2002, 224 с.
2. Климат Азербайджана. Баку, Издательство Академии Наук Азербайджанской ССР, 1968, 342 с.
3. **Рустамов С.Г., Кашкай Р.М.** Водные ресурсы Азербайджанской ССР. Баку, Издательство ЭЛМ, 1989, 181 с.
4. **Akhundov Arif.** Water resources and their use in Azerbaijan. //Materials of ADB workshop on Development of Water Strategy of Azerbaijan. Baku, Land mar, October 09. 2014.
5. www.azstat.gov.az
6. www.eco.gov.az

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ (ГИС) ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРИЧИН ФОРМИРОВАНИЯ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ И ОЦЕНКИ ИХ ОПАСНОСТИ

ЗАГИНАЕВ В.В.

Email: zagivitjob@gmail.com

Институт водных проблем и гидроэнергетики
Национальной академии наук Кыргызской Республики
ул.Фрунзе, 533, г. Бишкек, 720033, Кыргызстан

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы все большее применение получили методы обработки полевой информации с использованием специализированных программных продуктов. Нами при изучении селевых процессов используется как дистанци-

онное зондирование, так и геоинформационные системы (ГИС). При помощи специальных датчиков производится сбор и хранение полевой информации, затем осуществляется анализ и обработка данных посредством программ.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для картирования и прогнозирования распространения селевых потоков на территории Кыргызской Республики составляется детальная карта с добавлением к ней получаемой полевой

информации. Примером может служить фрагмент карты селевых бассейнов в долине р. Ала-Арча (рис.1), на которой указаны участки, по которым возможны прохождение селей.

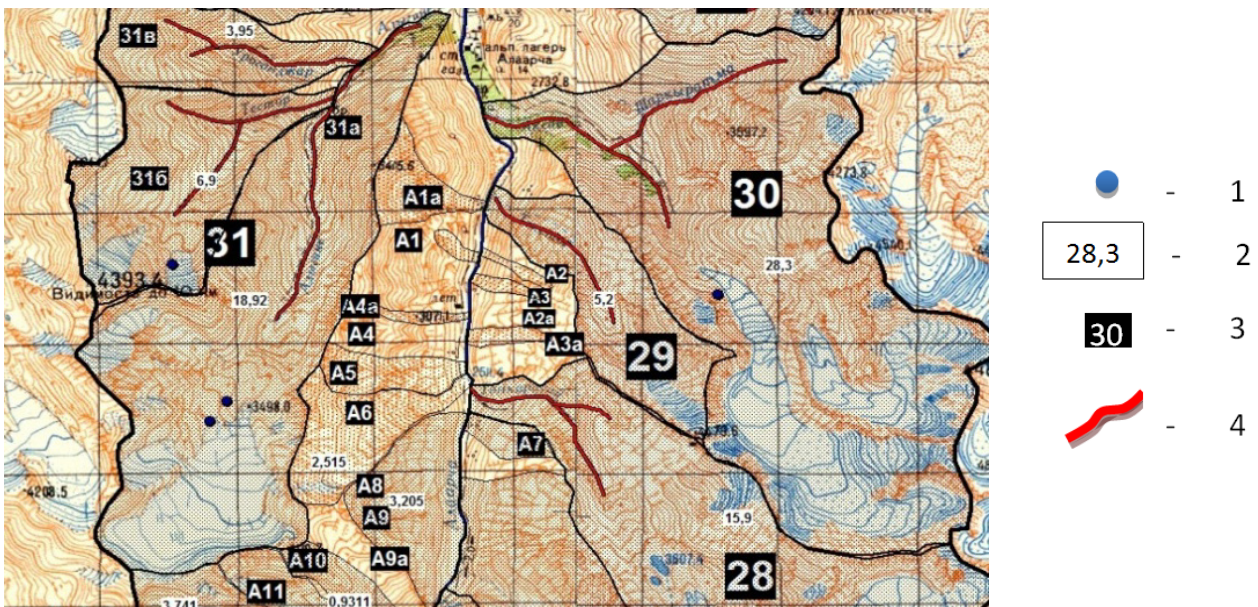


Рис.1. Фрагмент карты селевой активности в долине Ала-Арча: 1- прорывоопасные озера, 2 - площадь, км², 3 - порядковый номер участка, 4 - селеопасный участок

Для составления схемы селевой активности долины р. Ала-Арча на основе карты 1:100 000 сначала в пределах бассейна были выделены крупные, средние и мелкие селевые участки, представляющие угрозу прохождения по ним селевых потоков. Затем по программе *MapInfo* рассчитывались возможные площади селесборов. В той же программе можно подсчитать и длину селевого русла. Но более точно это делается в программе *Google Earth*, так как расчет в ней проводится с учетом рельефа и есть возможность строить как продольный, так и поперечный профили, не выезжая на местность, а используя космические снимки, привязанные ко времени.

В таблице приведены данные селевых очагов в бассейне р. Ала-Арча, выделенные на космоснимках и уточненные по аэрофотоснимкам. В программе *Google Earth* по каждой долине посчи-

таны уклоны и длины селевых русел (рис. 2).

Далее по формуле $L_{сл}/S$, где S – площадь селесора, L – селеформирующая длина, оценивался коэффициент селеопасности: чем он выше, тем более опасна данная долина.

Однако соотношение $L_{сл}/S$ без учета ряда факторов не может отражать реальной ситуации. Так, в долине р. Ала-Арча, наибольшую угрозу представляют: Муратсай, Карагайбулак и Кадырберды, но эти долины не имеют в своих верховьях мощных ледников и прорывоопасных озер. По ним есть угроза прохождения лишь селей ливневого генезиса. На данном этапе дифференциации следует учитывать, что для разного типа селесборов (огромные, крупные и средние) отношение длины селевого очага к площади селесора будет очень сильно отличаться, то есть следует вводить верхний и нижний предел коэффициентов в каждой группе селесборов.

Таблица 1

Характеристики селевых очагов в долине р. Ала-Арча [5]

Название селевого очага	Селеформирующая длина $L_{сл}$, км	Площадь селесора S , км ²	$L_{сл} / S$	Средний уклон, i
Адыгене	1.425	18.92	0.075	0.32
Ак-Сай	0.72	28.3	0.026	0.27
Кадырберды	6.795	20.2	0.33	0.19
Карагайбулак	2.960	7.32	0.4	0.35
Кашкасу	2.092	25.9	0.081	0.34
Муратсай	3.995	5.48	0.73	0.34
Тез-Топ	1.305	7.056	0.18	0.36
Теке-Топ	1.050	5.16	0.2	0.44
Топ-Карагай	1.188	15.66	0.075	0.40

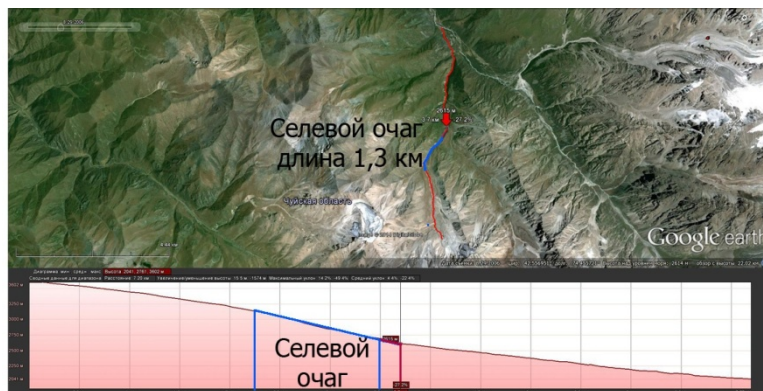


Рис. 2. Продольный профиль долины р. Тезтор

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ (ГИС) ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРИЧИН ФОРМИРОВАНИЯ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ И ОЦЕНКИ ИХ ОПАСНОСТИ

По составленным описанными методами картам можно прогнозировать, какие стихийные бедствия существуют на определенной территории. Так, добавив на карту прорывоопасные озера, можно заключить, по каким долинам возможны селевые потоки, вызванные прорывами озер, а по каким возможны сели лишь ливневого генезиса. Прорывоопасные озера должны наноситься на карту в процессе облетов на вертолете или пеших маршрутов [1,2, 4, 7].

Построив профили долин и посчитав ширину селеопасной зоны [5, 8], на карте можно показать зону распространения того или иного бедствия и определить населенные пункты, находящиеся в зоне поражения.

Новую полученную информацию необходимо постоянно сравнивать с предыдущей и выявлять, какие временные изменения произошли на определенной территории. Труднодоступные верховья речных долин, где происходит зарождение селевых потоков необходимо изучать по космическим снимкам, используя сервис *Google Earth* и сравнивая новые снимки со старыми. Однако новые снимки высокогорных участков зачастую ограничиваются зимними и весенними месяцами, по которым невозможно оценить ситуацию по развитию горных озер, представляющих угрозу прорыва, так как на снимках озера покрыты снегом. В таком случае можно воспользоваться сервисом *earthexplorer.usgs.gov*. Для скачивания снимков и корректной работы сервиса необходимо зарегистрироваться на сайте, предварительно указав цель, которую преследует исследователь при работе с материалом с данного сайта. В настоящее время на сайте доступны как последние, так и архивные снимки с

разных спутников, и есть возможность их скачивания [6].

На основе полученных карт осуществляется моделирование селевых потоков с целью построения зон поражения долины, меняющихся в зависимости от таких величин, как расход воды в реке и уклон местности. Если уклон является величиной постоянной, которую достаточно посчитать один раз, то на расход рек влияет ряд факторов, главными из которых являются атмосферные осадки и прорывы находящихся в верховьях долины морено-ледниковых озер.

Для построения карт зон поражения необходимы поперечные профили, которые можно строить не выезжая на местность (рис. 3). Но в этом случае необходимо учитывать погрешность измерений. На рис. 4 показан фрагмент карты возможной зоны поражения г. Бишкек, рассчитанной на возможный прорывной поток по р. Ала-Арча расходом $70 \text{ м}^3/\text{с}$ [3, 6].

Другой вариант моделирования – прогнозирование ситуации при изменении городской инфраструктуры, поскольку зачастую новые сооружения возводятся без надлежащих разрешений и в заведомо опасных местах.

Для оценки селевой активности, мощности селевого очага и параметров селесбора, а также построения специализированных карт-схем по полученным натурным данным полевых наблюдений можно использовать известные ГИС-программы, среди которых наиболее популярными являются: *MapInfo*, *ArcGIS*, *QGIS*. Последняя из них в настоящее время является бесплатной и с каждым годом количество таких бесплатных ГИС-программ увеличивается.

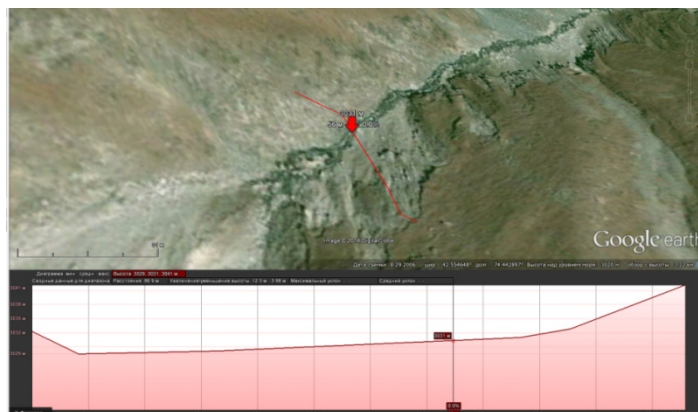


Рис. 3. Пример поперечного профиля, р. Тезтор

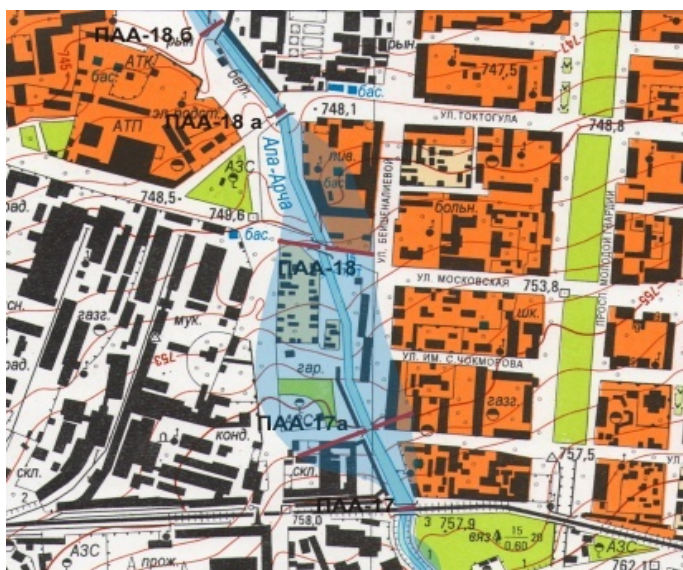


Рис.4. Возможная зона поражения селевым потоком центральной части г. Бишкек, вдоль русла р. Ала-Арча

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

На основе обработки данных дистанционного зондирования, рекомендуется создание цифровых прогнозных моделей развития селевых процессов в горных долинах. Модели зон поражения, рассчитанные на разные сценарии развития чрезвычайных ситуаций, позволяют оцени-

вать и принимать превентивные меры защиты. Нами планируется создание детальных схем для всех горных долин Кыргызской Республики, в низовьях которых расположены населенные пункты и хозяйственные постройки.

Л и т е р а т у р а

1. **Ерохин С.А., Черны М.** Мониторинг прорывоопасных озер Кыргызстана. //Материалы международной конференции "Снижение риска природных катастроф". Бишкек, 2009, с. 34.
2. **Ломгадзе В.Д.** Инженерная геология. Инженерная геодинамика. Л., "Недра", 1977, 119 с.
3. **Ерохин С.А., Загинаев В.В.** Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики. //Издание восьмое, Бишкек, Министерство чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики, 2011, с. 601-604.
4. **Загинаев В.В.** Прорыв моренно-ледникового озера Тезтор. //Материалы международной конференции "Горные угрозы 2013". Бишкек, 2013, с. 166.
5. **Ерохин С.А., Диких А.Н.** Оценка опасности действия селевых и паводковых потоков на территории Ала-Арчинского национального парка. //Известия НАН КР, вып. 4, Бишкек, 2003, с.130-137.
6. **Ерохин С.А.** Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики. Издание шестое, Бишкек, Министерство чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики, 2009, с. 570-583.
7. **Erochin S.A., Mamatkanov D.M., Tuzova T.V.** Monitoring of Kirgiz Lakes at Risk of Outburst Floods. // International Symposium on Floods and Modern Methods of Control Measures. Tbilisi, Georgia, GWMI-80, 2009, p.130-147.
8. **Ерохин С.А., Мангельдина Н.Г., Загинаев В.В.** Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики. Издание седьмое с изменениями и дополнениями. Бишкек, Министерство чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики, 2010, с. 594-606.

სიონის კაშხლის უსაფრთხოების შეფასება

ო. იორდანიშვილი, თ. თევზაძე, კ. იორდანიშვილი, მ. შავლაყაძე,
ლ. ბილანიშვილი, ნ. კანდელაკი
Email: irinaior48@mail.ru

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხუღავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ო. ჭავჭავაძის გამზ. 60, 0162, თბილისი, საქართველო

შეჯამება

სიონის კაშხალი, როგორც I კატეგორიის და მაღალი კაშხლების კლასის ნაგებობა, მოითხოვს განსაკუთრებულ ყურადღებას ექსპლუატაციისას, რამდენადაც ის მაღალი რისკის ნაგებობათა ჯგუფს განეკუთვნება. მისი დაზიანების შემთხვევაში შეიძლება წარმოიშვას უმართავი დესტრუქციული პროცესი დიდი მასშტაბის კატასტროფული შედეგებით, მოსახლეობის მსხვერპლით და ნგრევებით მდ. იორის ხეობაში.

სიონის მაღლივი კაშხლის ნაგებობათა არსებული მონიტორინგის სისტემა „საქ-

წყალპროექტის“ მიერ დაგეგმარებული იყო გასული საუკუნის 50-იან წლებში (მშენებლობა დამთავრდა 1963 წელს) და მის ტანში ფილტრაციული რეჟიმის დადგენის საკითხში სრულიად აკმაყოფილებდა იმ პერიოდში მოქმედ მოთხოვნებს.

წინამდებარე ნაშრომში მოყვანილია სიონის კაშხლის ინსტრუმენტული მონიტორინგის შედეგები, რომელიც ჩატარდა 2013-2014 წლებში ზღვებისა და წყალსატევების განყოფილების თანამშრომლების მიერ.

ძირითადი ნაწილი

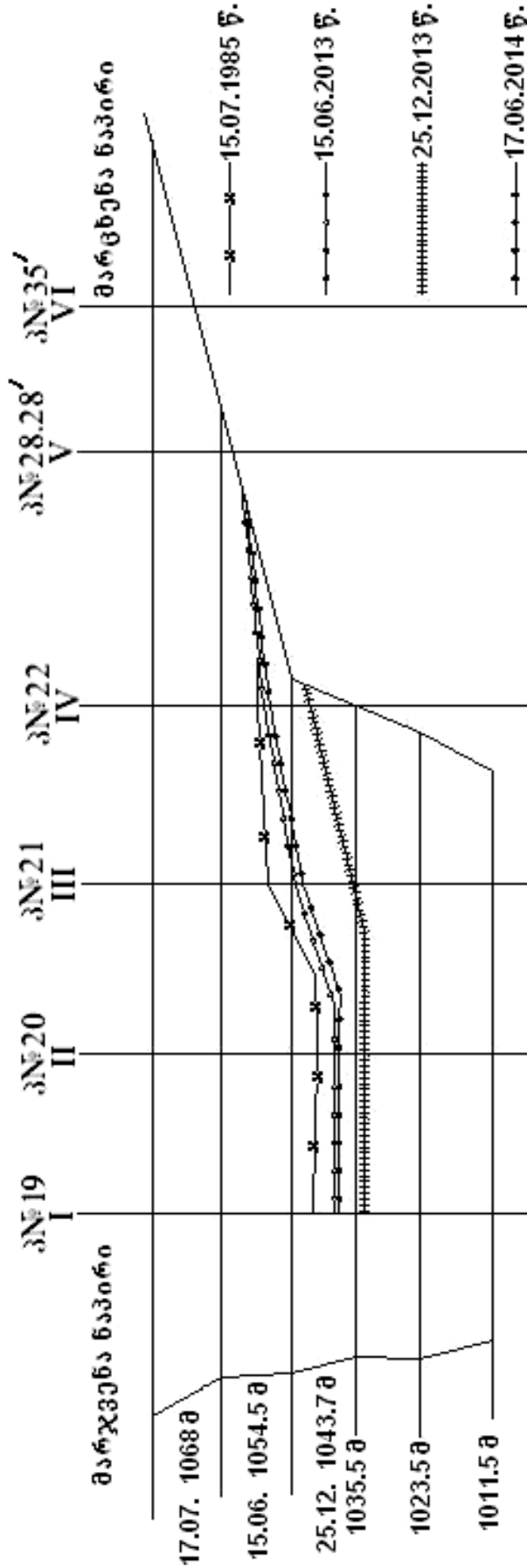
სიონის მიწის კაშხალი აგებულია მდ. იორის ხეობის შევიწროებულ ნაწილში, სამშენებლო სიმაღლით 84,5 მ და აგუბებს მდინარის ჩამონადენს 1068 მ ნიშნულამდე, რითაც ქმნის წყლის 325,0 მლნ. მ³ სრულ მოცულობას, ხოლო 300,0 მლნ. მ³ სასარგებლო მოცულობას. რეგულირების პრიზმის სიმაღლე 54,0 მ-ია. კაშხლის სიგრძე თხემზე 780 მ-ს შეადგენს, ზედა პრიზმის ფერდის ქანობი იცვლება 1:2,75 და 1:4 შორის, ხოლო ქვედასი 1:2,5 და 1:3,5 შორის. თითოეულ მათგანზე 5 მ სიგანის 5 ბერმაა განთავსებული 1060,5, 1048,0, 1035,5, 1023,5 და 1011,5 მ ნიშნულებზე. ზედა პრიზმის ზედაპირი ბეტონის ფილებითაა გადაფარული მთელ სიმაღლეზე. კაშხლის მარცხენა ფერდის 200 მ სიგრძეზე მოწყობილია ფილტრაციის საწინააღმდეგო კედელი მაქ-

სიმაღური სიღრმით 30 და მინიმალური – 18 მ მარცხენა კიდურის მართვაზე. მარცხენა ფერდზე მოწყობილია ირიგაციული და ენერგეტიკული დანიშნულების წყალმიმღებები.

წყალსაცავში დაგროვილი წყალი წლიური რეგულირების რეჟიმით უზრუნველყოფს ზემო და ქვემო სამგორის სარწყავ სისტემებს.

2013-2014 წლების ერთსა და იმავე დროს დაფიქსირდა:

- ფილტრაციული წყლების დეპრესიის ზედაპირის ნიშნულები;
- წყალსაცავის დონის ნიშნულები;
- მექანიკური და ქიმიური სუფოზიის პარამეტრები (ქვედა ბიეფში მოწყობილი პიეზომეტრებიდან წყლის სინჯების ანალიზის საფუძველზე).



ნახ.1. სოფლის კაშხლის დეპრესიული მრუდი (ხედი ქვედა ბიეფიდან პიეზომეტრების ჭრილში),
 №19, 20, 21, 28 – პიეზომეტრების ნუმერაცია (კაშხლის თხემის ქვედა ბიეფის მხარეს);
 №28¹, 35¹ – პიეზომეტრების ნუმერაცია (კაშხლის თხემის ზედა ბიეფის მხარეს)

N ^o	ჭაბურღილის N ^o	პკ კაშხლის მარჯ. ფრთიდან, მ	მანძილი კაშხლის მარჯ. ფრთიდან, მ	წყლის სინჯის აღების სიღრმე კაშხლის ქიმიდან, H, მ	PH	Cl ⁻ მგ/ლ	HCO ₃ ⁻ მგ/ლ	SO ₄ ²⁻ მგ/ლ	Ca ²⁺ მგ/ლ	Mg ²⁺ მგ/ლ	Na ⁺ , K ⁺ მგ/ლ	მშრალი ნაშთი მგ/ლ	H დროულ-ბითი	H საერთო	H მუდ-მივი
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
პიკომეტრებიდან წყლის სინჯები კაშხლის ქიმის ქვედა ბიევის მხრიდან															
1	19	პკ1+15.0	115.0	33.0 34.0	8.35 8.30	17.75 17.50	292.8 290.0	19.0 18.0	160.0 159.0	48.0 47.0	121.5 120.0	679.1 659.1	4.8 4.7	6.0 6.0	1.2 1.2
2	20	პკ2+0.0	200.0	33.0 34.0	8.30 8.10	35.5 36.3	170.8 165.4	6.50 6.30	80.0 81.0	0 0	132.8 130.0	425.6 420.0	2.8 2.8	3.8 3.2	1.0 0.9
3	21	პკ2+85.0	285.0	23.0 24.0	7.53 7.40	53.25 53.10	317.2 315.0	12.0 11.0	160.0 161.0	57.6 57.0	164.8 160.0	764.9 760.0	5.2 5.1	6.4 6.3	1.2 1.1
4	22	პკ3+80.0	380.0	20.5 21.5	8.27 8.0	17.75 17.50	244.0 240.0	7.0 6.8	128.0 127.0	57.6 57.0	83.15 84.1	537.5 532.0	4.0 3.9	5.6 5.7	1.6 1.6
5	28	პკ5+0.0	500.0	29.85 30.85	8.3 8.0	17.75 17.50	244.0 240.0	11.0 10.0	96.0 97.0	76.8 77.0	99.95 98.0	545.5 540.0	4.0 4.0	5.6 5.7	1.6 1.6
პიკომეტრებიდან წყლის სინჯები კაშხლის ქიმის ზედა ბიევის მხრიდან															
6	28*	პკ5+0.0	500.0	19.0 20.0											
7	35*	პკ6+20.0	621.0	19.0 20.0											
8												300.0 290.0			

) N^o28 და N^o35* ჰაბურღილებიდან წყლის სინჯების აღება შეუძლებელი იყო, დაფიქსირებულია მხოლოდ წყლის სიღრმე ვიწრო პიკომეტრებში.

***) 33.0 – მაჩვენებლები: მრიცხველში – 2013 წ., მნიშვნელობა – 2014 წ.
34.0

ნახაზზე და ცხრილში მოყვანილია სიონის კაშხლის პიეზომეტრების საიდენტიფიკაციო ნომრები. მათი ადგილმდებარეობა, ჭაბურღილების სიღრმე და ჭაბურღილებიდან აღებული წყლის სინჯების ქიმიური ანალიზის შედეგები.

კაშხლის ქვედა ფერდობზე განლაგებულ პიეზომეტრულ ჭაბურღილებში არ ფიქსირდება ნაგებობის გულიდან გამავალი ფილტრაციული წყლების კერები, ამას-

თან ერთად, საცხოვრებელი და მიმდებარე ტერიტორიების გაწყლოვანება. გრუნტის წყლების საერთო დონის ამადლების ნიშანია აქ ცალკეული წყაროების წარმოშობა, რაც დაკავშირებულია აღნიშნულ ტერიტორიაზე გავრცელებული ე.წ. „დუშეთის წყების“ კონგლომერატების გაწყლოვანებასთან, ზედა ბიეფში წყალსაცავში წყლის დონის ამადლებასა და ატმოსფერული ნალექების ინტენსიურ მოდინებასთან.

დასკვნები და რეკომენდაციები

1. კაშხლის ტანში მოწყობილი პიეზომეტრებიდან აღებული წყლის სინჯების ქიმიური ანალიზებიდან ჩანს, რომ ადგილი აქვს მშრალი ნაშთის მკვეთრ ზრდას 425,6 მგ/ლ-დან 764,9 მგ/ლ-მდე (№21 ჭაბურღილი კკ2+85,0), ზედა ბიეფში მშრალი ნაშთია – 300 მგ/ლ, რაც მნიშვნელოვნად ნაკლებია და მიუთითებს, რომ ადგილი აქვს კაშხლის ბირთვიდან მინერალური ნაწილაკების მკვეთრ გამოტანას. ანიონების ყველაზე დიდი რაოდენობა მოდის ჰიდროკარბონატ-იონებზე (HCO_3^-) – 317,2 მგ/ლ (კკ2+85,0), ხოლო კათიონების (Na^+, K^+)-ზე – 164,85-მგ/ლ (კკ2+85,0). ამგვარად, პიეზომეტრებში წყალი ძლიერ მინერალიზებული ჰიდროკარბონატ-ნატრიუმ-კალიუმიანია;
2. დეპრესიული მრუდის ნიშნული კაშხლის

- ტანში იზრდება მარცხენა ნაპირისკენ, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ კაშხლის ბირთვში მიმდინარეობს სუფოზიის გაძლიერებული პროცესები;
3. სიონის კაშხალზე, როგორც I კლასის ნაგებობის მდგრადობის უზრუნველსაყოფად სავალდებულოა მონიტორინგის სისტემის მოწყობა ავტომატურ რეჟიმში;
4. დღეისათვის ხორციელდება სიონის წყალსაცავის მხოლოდ დონის ფიქსირება. მონიტორინგის სისტემა უნდა შეიცავდეს სიონის კაშხლის დეპრესიული მრუდის, ჭაბურღილებსა და წყალსაცავში წყლის ქიმიურ ანალიზს; წყალსაცავში წყლის დონისა და მიმდებარე რაიონში კლიმატური მახასიათებლების ავტომატურ გაზომვებს – ჰაერის ტემპერატურა, ტენიანობა, ატმოსფერული წნევა და ნალექები.

ენერჯის გამოყენება ბეტონის სამუშაოთა წარმოების ტექნოლოგიაში

ი. ირემაშვილი,¹ ზ. ეზუბაია,² ზ. ხორნაული²

Email: ingairema@yahoo.com

- 1) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, 0162, თბილისი, საქართველო
- 2) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
კოსტავას ქ. 77, 0175, თბილისი, საქართველო

შეჯამება

მონოლითური და ანაკრები რკინაბეტონის კონსტრუქციების გამყარების პროცესების დასაჩქარებლად თბოტექნიკური ზემოქმედება დაკავშირებულია ცნობილი თბომატარებლების – ორთქლის, ელექტროენერჯის და ცხელი ჰაერის გამოყენებაზე. ჩვენ ქვეყანაში მიზანშეწონილი და ეკონომიურია ეს ტექნოლოგიები შეიცვალოს და გამოყენებულ იქნეს ისეთი თბომატარებელით, როგორცაა მზის ენერჯია, რადგან მრავალწლიანი დაკვირვებებით ცნობილია, რომ თბილისის პირობებისათვის უმჯობეს დღეების რიცხვი საშუალოდ არ აღემატება 60-ს. ეს პირობა საშუალებას იძლევა მაღალი ეფექტით იქნეს გამოყენებული მზის ენერჯია ბეტონის ნარევის გამყარების დასაჩქარებლად. განსაკუთრებით ანგარიშგასაწევია ის ფაქტი, რომ მზის ასათვისებული პოტენციალი ბევრად სჭარბობს ქვეყნის ენერჯომოთხოვნილებას. ამასთან, ჩვენი

ქვეყნის ფართობის 1%-ზე მოსული მზის ენერჯია ყოველწლიურად 10 მლნ. ტ პირობითი საწვავის ეკვივალენტურია.

მზის ენერჯია – ეს ენერჯომატარებლების არაჩვეულებრივი სახეობაა, რომლის გამოყენებაც ბეტონის სამუშაოების ტექნოლოგიაში წარმოადგენს სამეცნიერო და პრაქტიკულ პრობლემას. ჯერ კიდევ ცოტა ხნის წინ ამას არ ანიჭებდნენ განსაკუთრებულ მნიშვნელობას მისი სპეციფიკურობის გამო, აქვე უნდა ითქვას, რომ არ არის საჭირო რთული პელიოსისტემების შექმნა, რადგან ვერ ინერგება მშენებლობაში საქართველოს ეკონომიური მდგომარეობის გამო, ამიტომ მშენებლობის პირობებში მზის ენერჯის გამოყენება უნდა მოხდეს მარტივი ტექნოლოგიებით, მისი გარდაქმნის გარეშე, ე.წ. „სათბურის ეფექტის“ გამოყენებით.

პირითაღი ნაწილი

მზის რადიაციის 30%-მდე, რომელიც მიწაზე მოდის, აირეკლება ტალღის სიგრძის შეუცვლელად. სხივური ენერჯის 47%-მდე შთაინთქმება ატმოსფეროსა და მიწის ზედაპირის მიერ, რაც იწვევს გარემოს ტემპერატურის მატებას და შემდეგ გრძელტალღოვანი გამოსხივების სახით კვლავ ბრუნდება სივრცეში.

მზის რადიაციის ძირითადი ნაკადებია: პირდაპირი მზის რადიაცია, რომელიც მიწის ზედაპირს ეცემა, როგორც პარალელური სხივების კონა და არეკლილი რადიაცია, მოსული ზეციური კამარის ყველა წერტილიდან. ეს ორივე სახის რადიაცია შეადგენს ჯამურ რადიაციას. მზის რადიაცია აღწევს რა მიწის ზედაპირს, აირეკლება

მისგან ნაწილობრივ და ქმნის არეკლილ რადიაციას. მიწის ზედაპირის მიერ შთანთქმული რადიაცია ტრანსფორმირდება გრძელტალღოვან რადიაციად, რომელიც მიმართულია ატმოსფეროში. თავის მხრივ ატმოსფერო, რომელიც თბება მიწის ზედაპირთან თბოცვლის ხარჯზე, გამოასხივებს თბურ რადიაციას, ნაწილობრივ მიმართულს მიწისკენ, ხოლო ნაწილობრივ კი გაიფანტება გარემო სივრცეში. განსხვავება (ეფექტი) მიწის ზედაპირსა და ატმოსფერულ გამოსხივებას შორის არის ეფექტური გამოსხივება. იმისათვის, რომ შევაფასოთ რადიაცია, იქნება ის არეკლილი მიწის ზედაპირიდან თუ სხვა ნებისმიერი გარემოდან, საჭიროებს ამ გარემოს ამრეკლავი თვისების – ალბედოს შესწავლას, მზის რადიაციის მოცემული სახის მთლიანად მოსული რადიაციის რაოდენობას გამოხატულს პროცენტებში. მზის რადიაციის გადაცემული ნაკადების ურთიერთქმედებისას ფორმირდება რადიაციული ბალანსი. ჯამური მზის რადიაციის ნაკადის სიმკვრივე, რომელიც მოდის მიწის ზედაპირზე ზღვის დონიდან, თბილისისათვის შეადგენს 0,855-1,0 კვტ/მ².

ელექტრომაგნიტური სპექტრის საშუალო არე იტაცებს (იზიდავს) ულტრაიისფერ გამოსხივებას ტალღის სიგრძის ინტერვალით 0,01-0,38, ხილული 0,38-0,78, ინფრაწითელი 0,78-3,0 მკმ. მიწისგარე ატმოსფეროს მზის რადიაციის ენერგეტიკული სპექტრი ახლოსაა 6000°C – ტემპერატურის „აბსოლუტურად შავი სხეულის“ ენერგეტიკულ სპექტრთან.

მზის გამოსხივების ნაკადის სიმკვრივე, რომელიც ჰორიზონტალურ ზედაპირს ეცემა, დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე: ატმოსფეროს მდგომარეობაზე (ატმოსფეროს ღრუბლიანობა და გამჭვირვალობა), დღის განმავლობაში მზის დახრის კუთხე, დიფუზიური რადიაციის დამოკიდებულება ჰელიოტექნიკური მოწყობილობის ადგილმდებარეობასთან.

ბეტონის გამყარების დაჩქარებისათვის მზის რადიაციის გამოყენების ეფექტურობა დამოკიდებულია ჰელიოტექნიკური სისტე-

მის შემომზღუდავი მასალის გამჭვირვალეობაზე. ამ და სხვა მაჩვენებლების გათვალისწინებით, უდიდესი გამოყენება ჰპოვა ადგილობრივი წარმოების პოლიმერულმა აფსკებმა, ნაწილობრივ პოლივინილქლორიდმა, ასევე პოლიეთილენის და პოლიეთერის აფსკებმა.

ჩვენს ქვეყანაში ბოლო წლებში აშკარად შეიმჩნევა მონოლითური შენობა-ნაგებობების აგების ტენდენცია, რაც თავისთავად წამოჭრის მშენებლობის უწყვეტობის ამოცანას მთელი წლის განმავლობაში, მათ შორის ზამთარშიც. ცნობილია, რომ გარემოს დაბალი ტემპერატურისას მონოლითური კონსტრუქციების ნორმალური გამყარებისა და ამ პროცესის დაჩქარებისათვის გამოიყენება ქიმიური დანამატები, ელექტროთერმული დამუშავების მეთოდები ან ბეტონის ნარევის და მისი კომპონენტების წინასწარი გათბობა. ცხადია, რომ მზის ენერჯის ღია ცის ქვეშ უშუალოდ გამოყენება და ყალიბში მყოფი ბეტონის ელემენტების დამახასიათებელი თვისება – შთანთქმის მზის სითბო და მოახდინოს მისი აკუმულირება, უეჭველად მოგვცემს მნიშვნელოვან ეკონომიკურ ეფექტს. ანალოგიური მოსაზრება შეიძლება გავრცელდეს ასაწყობი ბეტონის და რკინაბეტონის ნაკეთობების პოლიგონებზე დამზადების პირობებისთვისაც, სადაც გარდა ელექტროენერჯისა, შესაძლებელია ორთქლის მნიშვნელოვანი ეკონომიის მიღება. ბუნებრივ პირობებში 1 დღე-ღამის განმავლობაში ბეტონის ღია ზედაპირი ექცევა სხივური ენერჯის ზემოქმედების და გარე ჰაერის ტემპერატურის ცვალებადობის გავლენის ქვეშ, ღებულობს მონაწილეობას გარემოსთან სითბოს და მასათა ცვლის რთულ პროცესში.

თბოენერგია, რომელიც გავლენას ახდენს ბეტონში ტემპერატურული რეჟიმის ფორმირებაზე, წარმოიქმნება მასზე თბური ენერჯების ერთდროული მოქმედებით – გარშემომყოფი სივრციდან და სითბოთი, რომელიც გამოიყოფა ეგზოთერმიისას. ბეტონის თბოგამყოფა დამოკიდებულია ცემენტის ქიმიურ და მინერალოგიურ

შემადგენლობაზე, მისი დაფქვის სიწმინდეზე, წყალცემენტის ფარდობაზე, ბეტონის ტემპერატურაზე, გამყარების ხანგრძლივობასა და დღის განმავლობაში ბეტონის მიერ აკუმულირებულ სითბოზე. მისი აბსოლუტური სიდიდე ძირითადად დამოკიდებულია ბეტონის თბოგამტარობაზე, თბოტევადობასა და სიმკვრივეზე; სითბოზე, რომელიც გამოიყოფა ბეტონის ზედაპირიდან გარემოში კონვექციური თბოგადაცემის მეშვეობით, რომელშიც შედის არეკლილი და საკუთარი გამოსხივება; სითბოზე, რომელიც იხარჯება ბეტონიდან ზედმეტი წყლის აორთქლებაზე და გამოიყოფა წყლის ორთქლის კონდენსაციისას.

ყოველივე ზემოხსენებულის საფუძველზე ნათლად ჩანს, რომ ბეტონის სამუშაოების წარმოებისას მზის ენერჯის გამოყენება დიდად ეკონომიური და მეტად აქტუა-

ლურია.

ბეტონის გამყარების დაჩქარების ძირითადი ხერხები, რომლებიც ითვალისწინებს მზის ენერჯის გამოყენებას, წარმოდგენილია 1-ლ ცხრილში.

დღის პერიოდში ნებისმიერ ჰელიოსისტემაში თბური რეჟიმი განისაზღვრება პირდაპირი მზის რადიაციით.

ბეტონის გამყარების დაჩქარებისთვის მზის რადიაციის გამოყენების ეფექტურობა დამოკიდებულია ჰელიოტექნიკური სისტემის შემომზღუდავი მასალის გამჭვირვალობაზე. ამის საფუძველზე შეიძლება ფართოდ იქნეს გამოყენებული პოლიმერული აფსკები, რომლის გამოშვება წარმოებს ჩვენს ქვეყანაშიც. პოლიმერული აფსკების ძირითადი ოპტიკური თვისებები მოყვანილია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 1

ბეტონის გამყარების დაჩქარების ძირითადი ხერხები

№	მზის ენერჯის გამოყენების მეთოდები	ჰელიოტექნიკური სისტემები	კონსტრ. გახურების პოტენც. თბო-ფიზიკური შესაძლ., °C	დანიშნულება
1	ბეტონის პირდაპირი გახურება მზის რადიაციით	ბეტონის დაფარვა ერთ ან მრავალ-შრიანი გამჭვირვალე აფსკით (კონტურზე ხისტად დამაგრების პირობებში). სათბურის ტიპის საინვენტარო მოწყობილობა	45 - 70	მონოლითური ბეტონის დაყოვნება დახურულ სივრცეში
2	მზის ენერჯის გარდაქმნა თბურში დაბალ-პოტენციურ ენერგეტიკულ მოწყობილობებში	სტაციონარული ჰელიოკამერები. ბრტყელი კოლექტორები	70 - 150	ბეტონის თბური დამუშავება ტენიანობის ცვალებად პირობებში
3	მზის ენერჯის აკუმულირება ენერგოტევადა მასალებში	ჰელიომოწყობილობები, ჰელიოკამერები თბური აკუმულატორებით, ენერგეტიკული მზის სისტემები თბოაკუმულატორებით	60 - 120	მონოლითური კონსტრუქციის დღე-ღამური თბური დამუშავება. ბეტონის ერთდროული თბური დამუშავება და გაუღებთვა ჰიდროლოგობული შემადგენლობებით
4	მზის რადიაციის ნაკადის სიმკვრივის კონცენტრაცია	კოლექტორები. სფერული კონცენტრატორები, ამრეკლები	80 - 250	ბეტონის თბოტენიანი დამუშავების პროცესში ჰელიოტექნიკური მოწყობილობების მუშაობის ეფექტურობის ამაღლება

პოლიმერული აფსკების ოპტიკური თვისებები

№	აფსკი	სპექტრული არე					
		ხილული			ინფრაწითელი		
		გატარების T _{ობ}	ანარეკლის R _{ობ}	შთანთქმის A _{ობ}	გატარების T _{ობ}	ანარეკლის R _{ობ}	შთანთქმის A _{ობ}
1	პოლიეთილენ-ტერაფ-ტალინის გამჭვირვალე	0.86	0.11	0.03	0.86	0.07	0.07
2	პოლიამიდის პკ-4	0.91	0.06	0.01	0.89	0.08	0.03
3	პოლიეთილენის გამჭვირვალე	0.72	0.10	0.18	0.80	0.08	0.12
4	პოლიეთილენი ტიტანის შემესებით (თეთრი)	0.80	0.13	0.07	0.55	0.20	0.25
5	პოლიეთილენის შავი	0	0.04	0.96	0	0.06	0.94
6	პოლივინილ-ქლორიდის	0.72	0.16	0.12	0.52	0.16	0.32
7	მინაპლასტიკი გამჭვირვალე	0.16	0.35	0.49	0.14	0.19	0.67

ლაბორატორიული კვლევების ჩასატარებლად უპირატესობა მიენიჭა პოლივინილ-ქლორიდის და პოლიეთილენის აფსკებს. ცდებისას ახალჩალაგებული ბეტონის ზედაპირი დაფარულ იქნა აფსკებით. ბეტონის გამყარების პირველ საათებში ბეტონის ზედაპირულ ფენებში მიმდინარეობს ინტენსიური თბოპროცესები: 0,5 სთ-ში სიღრმეზე ტემპერატურის აწევის მაქსიმალური სიჩქარე შეადგენს 11 გრად/სთ-ს, მინიმალური კი – 4 გრად/სთ-ს. ბეტონის სიღრმეში ტემპერატურის აწევის სიჩქარე მცირდება 5 გრად/სთ-მდე, როდესაც დღე-ღამური ტემპერატურის ცვლილების ამპლიტუდა აღწევ-

და 30°C-ს, პირველ დღეს ბეტონის მასის გახურების საშუალო ტემპერატურა აღწევდა 60°C-ს. მეორე დღეს ბეტონის ხურდებოდა 70°C-მდე და აქ ბეტონის ტემპერატურის აწევის სიჩქარე 2-ჯერ მცირდებოდა.

ბეტონის მასაში თბური რეჟიმი დამოკიდებულია მზის სხივურ ენერგიაზე და სითბოზე, რომელიც გამოიყოფა ბეტონის ტანში ეგზოთერმული რეაქციისაგან. გამყარებად ბეტონში ინტენსიური თბოფიზიკური პროცესები მიმდინარეობს პირველ 1-6 საათებში 15-20 სმ სიღრმეზე (ცხრილი 3).

აფსკის საფარის ქვეშ მყოფი ბეტონის გამყარების ძირითადი თბოფიზიკური მაჩვენებლები

№	აფსკი	თბოფიზიკური მაჩვენებლები							
		ბეტონის ზედაპირის ფენაში გახურების მაქს. ტემპ.		ტემპერატურის აწევის სიჩქარე, °C		ტემპერატურული გრადიენტი ბეტონის ზედა ფენაში, გრად/სმ		ტემპერატურული გრადიენტი ნიმუშის კვეთში, გრად/სმ	
		გამყარების დრო, დღე-ღამე							
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	პოლიეთილენის გამჭვირვალე	50	58	7.5	3.0	1.5	0.7	0.7	0.4
2	პოლიამიდის პკ-4	49	56	15	5.0	2.0	1.4	1.1	0.6
3	პოლივინილქლორიდის	46	54	12	6.5	1.4	0.2	0.7	0.6
4	პოლიეთილენის შავი	69	70	8.5	4.5	1.5	1.2	0.7	0.6

ლაბორატორიული კვლევების შემდეგ შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ ბეტონის სტრუქტურის ფორმირება მიმდინარეობს გამყარების პირველ დღე-ღამეში; მეორე დღე-ღამეში სიმტკიცის მატება (28-დღიან სიმტკიცესთან შედარებით) ბეტონის სიმტკიცე მატულობს 11-15%, მესამეში – 5-9%, მეოთხეში – 1-6%, მეხუთეში – 1-4%, მეექვსეში – 1-3%, მეშვიდეში – 1-3%.

მე-4 ცხრილში წარმოდგენილია ბეტონის ლაბორატორიული ნიმუშების სიმტკიცის ზრდის დინამიკა, როდესაც ბეტონის გამყარება მიმდინარეობს პოლიეთილენის გამჭვირვალე აფსკის ქვეშ მზის ენერჯის ზემოქმედებისას.

ცხრილიდან ნათლად ჩანს, რომ ბეტონის ნიმუშების სიმტკიცის ზრდის დინამიკა გაცილებით ინტენსიურად მიმდინარეობს, ვიდრე ბეტონებში, რომელთა გამყარებაც მიმდინარეობს სტანდარტული, ნორმალური პირობების შემთხვევაში. პრაქტიკულად ბეტონმა უკვე 7 დღის ასაკში აკრიფა სამარ-

კო სიმტკიცე, რაც ადასტურებს მოსაზრებას, რომ მზის ენერჯის გამოყენება ბეტონის გამყარების დაჩქარებისათვის შეიძლება საგრძნობი ეფექტით.

ლაბორატორიული ცდების შედეგების დასამტკიცებლად განხორციელდა ნატურული ექსპერიმენტები ქ. თბილისში მშენებარე ობიექტზე, სადაც გამოყენებულ იქნა მცირე ჰელიომოწყობილობები, რომლის შემომზღუდავ მასალას წარმოადგენდა გამჭვირვალე (ფოტო 1, 2) და შავი პოლიეთილენის (ფოტო 3, 4) აფსკები.

სამშენებლო ობიექტზე ჩატარებული ექსპერიმენტების საფუძველზე მოხერხდა ცალკეული ნაკეთობების განყალიბება 20-24 საათის შემდეგ, შესაბამისი ხელსაწყოთი შემოწმდა აფსკქვეშა ბეტონის სიმტკიცე, რომელმაც საპროექტო სიმტკიცის 60-70%-ს მიაღწია, რაც საგრძნობლად აჩქარებს მონოლითურ სამუშაოთა წარმოების ტემპებს.

ცხრილი 4

ბეტონის სიმტკიცის ზრდის დინამიკა პოლიეთილენის გამჭვირვალე აფსკის ქვეშ გამყარებისას

ბეტონის გამყარების ხანგრძლივობა, დღე	ბეტონის სიმტკიცე კუმშვაზე, მპა					
	წ/ც = 0,63		წ/ც = 0,50		წ/ც = 0,40	
	დანამატის გარეშე	დანამატი, სპ	დანამატის გარეშე	დანამატი, სპ	დანამატის გარეშე	დანამატი, სპ
1	10,1	11,0	18,0	19,5	25,5	28,0
2	12,8	13,2	22,3	24,4	32,3	33,2
3	13,9	15,3	24,4	26,2	35,1	36,7
4	15,2	17,4	27,1	28,8	37,1	38,2
5	16,1	18,0	28,3	29,4	38,8	40,1
6	16,9	22,4	29,9	34,1	41,3	44,4
7	17,8	27,3	32,4	38,4	43,6	47,2
ეტალონი გამყარების 28 დღის შემდეგ ნორმალურ პირობებში	22,4	28,1	33,4	39,5	42,9	46,7



ფოტო 1. მარტივი ჰელიომოწყობილობა, რომლის შემომზადუდაც მასალას წარმოადგენდა გამჭვირვალე აფსკი



ფოტო 2. დაკვირვებები ბეტონის ტემპერატურულ დინამიკაზე ბეტონის საცდელ კუბიკებზე მოწყობილ მარტივ ჰელიომოწყობილობებში



ფოტო 3. დაკვირვებები კონსტრუქციაზე ნატურულ პირობებში



ფოტო 4. დაკვირვებები ბეტონის ტემპერატურულ დინამიკაზე შავი პოლიეთილენის აფსკით დაფარულ კონსტრუქციაზე

დასკვნა

ენერგოეფექტური ტექნოლოგიების გამოყენება ყოველთვის იყო და არის საგრძნობლად პერსპექტიული მიმართულება მშენებლობის განვითარებისათვის. ასეთ მიმართულებას მიეკუთვნება მზის ენერჯის გამოყენება.

მზის ენერჯის გამოყენებით მონოლი-

თურ მშენებლობაში შესაძლებელია მშენებლობის ვადების შემცირება და ბეტონის გამყარებისას უმჯობესდება მისი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები, სამარკო სიმტკიცის მიღება შესაძლებელია ბეტონის გამყარების პირველივე დღეებში.

ლიტერატურა

1. ეზუგბაია ზ., იოსებაშვილი გ., ირემაშვილი ი. შენობებისა და ნაგებობების აგების ტექნოლოგია. სტუ, 2012, 420 გვ.
2. Подгорнов Н. "Использование солнечной энергии при изготовлении бетонных изделий". М. 1989, 210 с.
3. Гелиотехнические системы и установки для тепловой обработки бетона. ЦНИИОМТП М. 1984, 48 с.

РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ВОДНО-БОЛОТНЫХ ЛАНДШАФТОВ

Итриашвили Л.А., Хосрошвили Е.З., Нибладзе Н.Ш.

Email: itriashvili@mail.ru

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
пр. И. Чавчавадзе, 60, 0175, г. Тбилиси, Грузия

ВВЕДЕНИЕ

К водно-болотным ландшафтам относится ряд наиболее продуктивных экосистем земного шара. Они выполняют в природе весьма разнообразные функции, имеющие важное значение для человека. Подобные геокомплексы обладают

огромным ресурсным потенциалом, способствующим развитию хозяйственной деятельности, но также отличаются повышенной уязвимостью и поэтому принадлежат к числу местообитаний, которым особенно угрожает деградация.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Отношение к водно-болотным ландшафтам за последние десятилетия существенно изменилось: они уже не только не отождествляются с бросовыми землями, но, напротив, рассматриваются все большим числом ученых и специалистов как геокомплексы, обладающие широким набором полезных свойств и имеющие огромное хозяйственное значение. Например, водно-болотные ландшафты могут оказывать регулирующее воздействие на локальные и региональные звенья круговорота воды, определяющие количественные и качественные характеристики водных ресурсов, выполнять функции мест выведения молоди и обитания многих видов пресноводных и морских рыб, моллюсков и ракообразных, снабжать людей натуральным сырьем (в частности, древесиной и мхами); служить рефугиями для редких и исчезающих видов растений и животных. Подобные территории и акватории издавна считаются важнейшими районами скопления водоплавающих птиц, свободно мигрирующих через государственные границы.

Водно-болотные ландшафты принадлежат к категории экотонов, поскольку представляют собой переходные зоны от возвышенностей к

глубоководным аквакомплексам. Подобное промежуточное положение часто обуславливает значительное разнообразие биоты водно-болотных ландшафтов и дает основания отнести некоторые из них к числу самых продуктивных экосистем земного шара (mitsch, Gosselink, 1986).

В многочисленных определениях водно-болотных ландшафтов можно выделить три основных положения (mitsch, Gosselink, 1986).

- В состав водно-болотных ландшафтов обязательно входят водные объекты.
- Водно-болотным ландшафтам, как правило, присущ особый тип почв, отличающихся от почв относительно приподнятых сопредельных территорий.
- Специфика водно-болотных ландшафтов благоприятствует развитию влаголюбивой растительности (например, гидрофитов), при этом в пределах подобных геокомплексов отсутствуют неприспособленные к затоплению жизненные формы.

Водно-болотные ландшафты занимают 6% суши и встречаются во всех странах и климатических областях – от тундры до тропиков. И повсюду эти геокомплексы находятся под угрозой деградации из-за интенсификации

сельскохозяйственного производства, загрязнения окружающей среды, осуществления крупных инженерно-технических проектов и роста городов.

Рациональное использование водно-болотных ландшафтов предполагает применение комплексных методов управления экосистемами, основанных на результатах инвентаризации всех избыточно увлажненных территорий конкретной страны и их природных ресурсов.

Важнейшим условием рационального использования природных ландшафтов обычно считается организация особо охраняемых территорий. В настоящее время необходимо содействовать распространению данного подхода: хотя разнообразные эколого-хозяйственные функции избыточно увлажненных земель высоко оцениваются учеными и специалистами, потери таких угодий во всем мире стали весьма значительными. Поэтому сбережение избыточно увлажненных земель и создание механизма, гарантирующего применение экологически обоснованных методов хозяйствования, – одна из актуальнейших задач, которая должна охватывать не только особо охраняемые территории, но и соответствовать тенденциям эволюции биосферных заповедников.

В настоящее время биосферные заповедники выполняют три основные функции (Батисс, 1986):

- Охрана генетических ресурсов и экосистем, поддержание биологического разнообразия.
- Проведение научных изысканий международного значения.
- Осуществление программ проблемных исследований, демонстрационной и образовательной деятельности с участием местного населения.

Каждый биосферный заповедник включает одно или несколько ядер – строго охраняемых территорий, состоящих из экологически репрезентативных участков естественных или минимально нарушенных экосистем. Как правило, ядра окружены буферной зоной, которая обязательно имеет четкие границы и часто соответствует определенной административной единице. Вокруг ядер и буферной зоны располагается

переходная зона, также способная играть роль защитного буфера. Обычно переходная зона не имеет четких границ: ее очертания скорее соответствуют биогеографическим, а не административным границам (Батисс, 1986). С гидрологической точки зрения переходная зона водно-болотных биосферных заповедников может быть определена как территория всего водосбора. Это позволяет применять комплексный бассейновый подход к управлению заповедными водно-болотными ландшафтами и регламентированию различных видов хозяйственной деятельности в буферной и переходной зонах (Holland, 1987).

Под "долговременной эксплуатацией" следует понимать "использование водно-болотных ландшафтов человеком, не только в наибольшей степени и постоянно отвечающее интересам ныне живущих поколений, но и позволяющее сохранить их природный потенциал для удовлетворения нужд и чаяний будущих поколений". "Естественные свойства экосистем" зависят от конкретных особенностей "физических, химических и биологических компонентов (в частности, почвы, воды, растений, животных и питательных веществ) и процессов их взаимодействия".

Данное определение подчеркивает необходимость сбережения не только водно-болотных угодий международного значения, но и всех избыточно увлажненных ландшафтов, которые приносят определенную пользу человеку – хотя бы сугубо в локальном масштабе. Ссылка на "естественные свойства экосистем" четко указывает, какие эколого-хозяйственные функции водно-болотных ландшафтов следует сохранять путем применения методов рационального природопользования. Часто решающую роль в динамике экосистем избыточно увлажненных территорий играют внешние факторы. Аналогичным образом блага, предоставляемые обществу водно-болотными ландшафтами, нередко материализуются за границами их ареала. Поэтому рациональное использование водно-болотных ландшафтов иногда предполагает проведение различных природоохранных мер за пределами собственно водно-болотных угодий.

В таблице приведены роль, функции, виды использования и последствия нерационального использования водно-болотных ландшафтов.

РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ВОДНО-БОЛОТНЫХ ЛАНДШАФТОВ

Роль	Элементы	Функции	Области и цели использования	Формы и последствия нерационального использования
1	2	3	4	5
Хранилище. Резервный источник различных организмов и продуктов их жизнедеятельности. Звено миграционных циклов. Производитель биологической продукции и источник биогенных соединений. Буферная экосистема. Экосистема – накопитель. Аккумулятор и бионейтрализатор токсичных элементов и радиации.	Редкие, или исчезающие виды и сообщества. Репрезентативные растительные и животные сообщества. Торфяники. Терригенные питательные вещества, вода, детрит и обменные процессы. Популяции животных. Растительная продукция. Животная продукция. Органическое вещество. Водоемы, понижения на земной поверхности, растительность и почвы.	Поддержание генетического и экологического разнообразия, обеспечение и сохранение месообитаний. Аккумуляция питательных веществ, загрязняющих соединений и энергии. Накопление воды. Обеспечение нормального функционирования пищевых цепей. Воспроизводство популяций. Обеспечение продовольствием, кормами и сырьем. Поддержание процессов круговорота питательных веществ. Задержание твердого стока и накопление осадков. Биохимическое самоочищение. Регулирование паводкового стока. Регулирование запасов подземных вод. Стабилизация климатических условий на локальном и глобальном уровнях.	Сохранение генофонда, наука, туризм, рекреация, бережение природного наследия. Обеспечение топливными ресурсами. Производство лекарственных средств. Садоводство. Производство продуктов питания. Водоснабжение. Размещение отходов. Добыча гидробионтов и промысел животных. Заготовка торфа и лесоматериалов. Разведение животных. Производство растительной продукции. Повышение плодородия почв. Обеспечение естественного фильтра для улавливания загрязняющих веществ. Разложение органических отходов, уничтожение патогенных микроорганизмов, обезвреживание стоков. Формирование климатических условий.	Чрезмерная или бесконтрольная эксплуатация природных богатств. Нарушение, уничтожение или загрязнение биогеоценозов. Осушение земель. Чрезмерная добыча и разрушение торфяников. Разрушение геокмплексов и понижение уровня подземных вод. Нарушение, блокирование или аномальная трансформация миграционных потоков. Дноуглубительные и насыпные работы. Деградация местообитания. Разрушение экосистем. Сведение растительности. Дренаж. Чрезмерная нагрузка на ландшафты.

Для решения проблем рационального использования водно-болотных ландшафтов требуются значительные усилия. При этом необходимо учитывать все факторы, оказывающие воздействие на подобные геокомплексы. Данная задача может оказаться за рамками традиционной сферы компетенции правительственных учреждений. Разработке государственных программ в области управления водно-болотными ландшафтами должны предшествовать тщательное обобщение накопленной информации и консолидация имеющихся средств. К числу основных мероприятий, позволяющих приступить к составлению таких программ, относятся:

- Национальная инвентаризация водно-болотных ландшафтов.
- Выявление полезных свойств водно-болотных ландшафтов и оценка возможностей их эксплуатации.
- Определение приоритетов природопользования для каждого участка избыточно увлажненных земель в соответствии с потребностями и социально-экономическими условиями конкретной страны.
- Всесторонняя экологическая экспертиза хозяйственных проектов до их утверждения, обеспечение постоянного контроля за воздействием на окружающую среду в процессе реализации проектов, осуществление всех необходимых мер по охране окружающей среды с учетом выводов экологической экспертизы и результатов последующих научных изысканий.
- Привлечение средств из фондов развития для разработки и реализации проектов, предусматривающих охрану и долговре-

менную эксплуатацию водно-болотных ландшафтов.

В экономически развитых странах, где практикуются интенсивные методы землепользования (в том числе сельскохозяйственного производства), большинство видов эксплуатации водно-болотных ландшафтов сопровождается нарушением их структурных и функциональных особенностей. В указанных государствах основные массивы избыточно увлажненных земель нуждаются в эффективной охране, причем соответствующие мероприятия должны осуществляться в рамках расширения сети национальных парков или заповедников. Помимо этого нормативные акты должны предусматривать существенные изменения режима природопользования. Водно-болотные ландшафты являются ядром обширной системы в пределах которой необходимо обеспечивать комплексное и экологически обоснованное управление природными ресурсами.

Многие водно-болотные ландшафты были фактически уничтожены в результате реализации недостаточно продуманных проектов, предусматривавших развитие экономики сельских районов посредством значительной трансформации подобных геокомплексов без учета чувствительности естественных экосистем к внешним воздействиям. Поэтому долговременная эксплуатация водно-болотных ландшафтов реально только в том случае, если избыточно увлажненные территории рассматриваются как составная часть более сложных экосистем. При рациональных методах природопользования наличие водно-болотных ландшафтов оказывается не препятствием, а благом для устойчивого развития.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные водно-болотные ландшафты, расположенные в самых различных районах земного шара, образовались под влиянием длительных геологических, гидрологических и метеорологических процессов при активном участии живых организмов. Большое значение для морфологии таких геокомплексов имеет

хозяйственная деятельность, существенно меняющая их облик. Необходимо помнить что это – динамические системы трансформирующиеся с течением времени.

Водно-болотные ландшафты – высокопродуктивные экосистемы, выполняющие широкий диапазон важных для человека функций, поэтому

их деградация приводит к серьезным эколого-хозяйственным последствиям. Уничтожение и

деградация массивов избыточно увлажненных земель является социально неприемлемым.

Л и т е р а т у р а

1. **Батисс М.** Разработка и конкретизация концепции биосферных заповедников. // "Природа и ресурсы", 1986, том XXII, №3, июль-сентябрь, с. 2-12.
2. **Adams W.M.** The Downstream Impacts of Dam Construction: A Case-study from Nigeria. // "Transactions of the Institute of British Geographers", 1985, Vol. 10, pp. 292-301.
3. **Braakhekke W.G., Marchand M.** Wetlands: The Communities Wealth. European Environmental Bureau. 1987, 24 p.
4. **Holland M.M.** Wise Use of wetlands: Consideration of the Biosphere Reserve Concept. // "Proceedings of the Third Meeting of the Conference of the Contracting Parties to the Convention on Wetlands of international Importance Especially as Waterfowl Habitat". Regina, IUCN/IWRB, 1987.
5. **Holland M.M., Balco J.** Management of Fresh Waters: Input of Scientific Data into Policy Formulation in the United States. "Verh. Internat. Verein. Limnol", 1985, vol. 22, pp. 2221- 2225.
6. **Leith, H., Whittaker R.H.** Primary Productivity in the Biosphere. 1975.
7. **Maltby E.** Waterlogged Wealth. 1986, 200 p.
8. UNESCO, Report of the Scientific Advisory Panel on Biosphere Reserves. MAB/International Coordinating Council – 9/8. Paris, 15 October 1986.
9. **Итришвили Л.А.** Искусственные грунты (образование и экологическая оценка). Мецниереба, Тбилиси, 2007, 68 с.

ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ РАСТВОРОВ В ПОЧВЕ

Итриашвили Л.А., Хосрошвили Е.З.

Email: itriashvili@mail.ru

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
пр. И. Чавчавадзе, 60, 0175, г. Тбилиси, Грузия

ВВЕДЕНИЕ

В верхнем слое почва способна удерживать своими капиллярными силами лишь некоторую часть влаги. Это количество воды называют наименьшей влагоемкостью. Все, что свыше, под действием гравитационных сил стекает в нижележащий слой. Когда и он наполнится свыше влагоемкости, избыток воды перетечет в следующий слой. И так до тех пор, пока вода не впитается в достаточно сухой слой почвы, влажность которого окажется ниже его наименьшей влагоемкости, или избыток воды поступит в грунтовые воды, находящиеся в нижней части почвенного профиля. Каждый почвенный слой подобен некоторой емкости, которая заполняется водой, а количество влаги, превышающее эту емкость, перетекает в нижнюю.

На основании представления о последовательном насыщении слоев влагой сформировался так называемый балансовый метод расчета

движения воды в почве. Однако расчеты, сделанные с его помощью, неизменно занижали глубину, на которую проникали вода и растворенные в ней вещества, по сравнению с тем, что наблюдалось в действительности [1, 2]. Так, распространенный в Европе пестицид атразин не должен был попадать даже в глубь корнеобитаемого слоя (20-25 см), а на самом деле в 1989 г. в Баварии 250 колодцев было загрязнено этим сильно токсичным веществом [3]. То же самое нередко происходило с нефтью и нефтепродуктами.

Поскольку практические запросы требуют точного знания движения воды в почве, необходимо сформулировать физическую основу процесса, с помощью которой можно было бы проводить расчеты, необходимые для предотвращения природных ситуаций такого рода.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

При описании процессов движения воды и растворенных веществ в почве обычно полагают, что почва – это капиллярно-пористое тело, подобное керамическому изделию. Вода в почве должна перемещаться равномерно и постепенно, т.е. при достижении насыщения будет двигаться от слоя к слою по всем капиллярам. Однако такой подход не совсем правомерен, что подтверждается следующими экспериментами [4,5].

На поверхность, предварительно насыщенной влагой, почвы установим металлическую квадратную раму со стороной в 50 см, открытую сверху и снизу. Стенки квадрата будут предохранять вещество от растекания по поверхности почвы. Зальем в раму слабый раствор водораст-

воримого крахмала, который движется в почве так же, как и чистая вода. После того как раствор впитается, последовательно выкопаем горизонтальные почвенные срезы – "площадки" под рамой через каждые 5 см и будем обрызгивать эти площадки раствором йода. Там, где фильтровался крахмал, появится синее пятно, которое можно зарисовать или сфотографировать. Углубляясь таким образом, мы обнаружим основные пути фильтрации раствора в почве. Раствор заметно растекался за границы рамы уже на глубине 15 см, удаляясь на 50 см и более от ее границ на поверхности. Нередко уже на глубине 30 см все крахмальные пятна оказывались вне площади рамы.

Результаты опытов показывают, что влага в почве, даже в процессе впитывания, движется весьма неравномерно. Почвенные поры оказываются далеко не простыми цилиндрическими капиллярами, а образованиями сложной формы. Через одни – вода фильтруется быстро, в другие проникает постепенно, рассасываясь из крупных капилляров, а в некоторые, тупиковые, вообще не попадает. Значит, чтобы описать такую сложную миграцию влаги, необходимо ввести понятия о крупных макропорах и трещинах, по которым быстро и неравномерно движется влага и растворенные в ней вещества, и тонких порах, в которых вода движется медленно, долго сохраняясь.

Кроме того, необходимо понять, что же происходит при движении в почве растворенных веществ, которые могут сорбироваться или не сорбироваться ее твердой фазой? Достаточно ли адекватны традиционные представления о сорбции и десорбции ионов естественным процессам сохранения и передвижения растворенных веществ в почве?

Для этого был проделан следующий эксперимент. На поверхность почвы поместили раму, заливали в нее слабый раствор хлористого калия и определяли ионы калия и хлора на глубинах 30 и 60 см с помощью специальных поддонов, в дне которых имеются отдельные ячейки для сбора воды, – так называемых лизиметров. После этого поддоны вынимались из почвы и определялось количество в них раствора и концентрации K^+ и Cl^- в каждой из ячеек.

Как оказывалось некоторые ячейки оказались пусты, в них раствор вообще не поступил, а его количество в других – очень сильно варьировало. Ион хлора обнаруживался в растворах в той же концентрации, что в растворе, вводимом в почву, что вполне понятно: почвенные минеральные частицы несут, как правило, отрицательный заряд на поверхности, и анионы не сорбируются (или сорбируются слабо) их поверхностью. Однако и концентрация катиона K^+ в растворах на глубинах 30 и 60 см оказалась равна его содержанию в растворе на поверхности почвы, т.е. никакой сорбции этого иона не происходило, хотя она должна быть весьма

интенсивной.

Здесь мы столкнулись со специфическим почвенным явлением: быстрым передвижением ионов по крупным почвенным каналам – макропорам и трещинам. В этом процессе почвенные частицы не захватывали ионы калия, и их концентрация оставалась неизменной. При такого рода переносе почва не проявляет своих сорбционных свойств, закономерно приписываемых ей как дисперсному телу, и поэтому традиционные физико-химические подходы дают ошибки, нередко значительные [4].

Они могут иметь крайне неприятные последствия, если, например, дело касается прогноза распространения токсичных загрязняющих веществ. Именно из-за быстрого переноса радионуклиды, пестициды и другие соединения попадают на значительно большие глубины, чем по расчетам балансовым способом.

Поэтому необходимо по-новому оценивать величину проводящего порового пространства почвы (макропор и трещин), по которому вода движется быстро, а вещества практически не сорбируются поверхностью почвенных частиц.

Макропоры – стабильные образования, через которые влага движется, как по крупным капиллярам, трещины же – образования динамические – появляются в тот момент, когда почва иссушается, а пространство между всегда существующими в почве агрегатами (комочками) увеличивается за счет усадки. Поскольку трещины возникают между почвенными комочками – агрегатами, можно попытаться вычленить последнее, и по разнице между общим объемом почвы и объемом этих отдельных стабильных почвенных образований определить объем трещин.

Уместно сказать несколько слов о почвенных агрегатах. Именно благодаря им, почва обладает способностью сохранять питательные вещества и воду для растений, создает "жилища" для почвенной биоты. Более того, структурная (по определению Н.А. Качинского), а значит агрегированная почва – основной источник биоразнообразия. Сами почвенные агрегаты устроены достаточно сложно и, в свою очередь, состоят из более мелких частиц и микроагрегатов, скрепленных разнообразными почвенными

"клеями", главную роль среди которых играет почвенный гумус.

Объем агрегата изменяется в зависимости от влажности. Чтобы установить эту зависимость, мы извлекали эти комочки из почвенного кубика объемом 125 см³, покрывали их влагопроницаемой пленкой и измеряли объем агрегатов, опуская их в воду и пользуясь законом Архимеда. Затем агрегаты подсушивали, взвешивали и снова определяли объем. Вычитая из объема исходного кубика суммарный объем агрегатов, находили объем межагрегатных трещин [5].

Итак, в поровом пространстве почвы существует агрегатное сохраняющее пространство (его функция – запас веществ), а также межагрегатное – проводящее, по которому переносятся вещества. В то же время идет обмен между «сохраняющими» и "проточными" зонами порового пространства почвы.

Процесс же движения влаги и других веществ выглядит следующим образом. Если на поверхность иссушенной почвы, в незаполненной водой межагрегатное пространство (наиболее крупные трещины и макропоры) поступила вода (раствор), она практически мгновенно заполняет трещины, проникая в глубь почвы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, движение влаги – далеко не простой процесс постепенного заполнения почвенных слоев и перетекания влаги из слоя в слой. В почве практически всегда представлены быстрые, "сквозные" потоки по макропорам и трещинам. Именно по этим путям переносятся, практически не сорбируясь, различные (в том числе и загрязняющие) вещества, попадая в грунтовые воды. Понимание этого процесса возможно, если рассматривать поровое прост-

Далее влага перераспределяется между заполненными трещинами и внутриагрегатным пространством. Агрегаты начинают увеличиваться в объеме за счет набухания, а трещины постепенно уменьшаются. Так продолжается до установления равновесия между агрегатной и межагрегатной жидкостью, т.е. раствор распределяется между "проводящей" и "сохраняющей" частями порового пространства. Таким образом, почва – не застывшее пористое тело, как, например, керамическое изделие. Ее поровое пространство – динамичное образование, проводимость которого зависит от содержания влаги, а пористость постоянно изменяется за счет набухания и усадки почвенных агрегатов.

Надо сказать, что ненабухающих почв в природе практически не существует. Даже песчаные почвы с плохо развитой агрегатной структурой проявляют свойства набухания и усадки. У большинства суглинистых и глинистых почв это явление выражено весьма заметно, поэтому для них характерны быстрые потоки по межагрегатному пространству с последующим перераспределением влаги и веществ по агрегатному пространству. Это и было доказано при изучении тяжелосуглинистых опесчаненных почв в приведенных выше примерах.

ранство как систему агрегатного и межагрегатного пространств, систему "транспортных" и "сохраняющих" пор.

Вместе с тем, при использовании и этого подхода возникает немало вопросов. Например, как развиваются и растут трещины, всегда ли они возникают в одном и том же месте, за счет чего образуются устойчивые агрегаты, почему они свойственны только почве, на которые еще предстоит ответить.

Л и т е р а т у р а

1. Дмитриев Е.А. //Ж. Биол. Науки, 1991, №5, с. 125-127.
2. Окружающая среда: Энциклопедический словарь-справочник, М., 2003.
3. Шейн Е.В. //Ж. Почвоведение, 1999, №1, с. 49-53.
4. Шейн Е.В. Движение воды в почве. //Ж. Природа, 2001, №10, с. 56-60.
5. Итриашвили Л.А. Свойства почвенных вод, энергетика связи. Классификация и методы определения, Тбилиси, 2007, 172 с.

МЕЛИОРАЦИЯ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ

Кикнадзе Х.Л., Маисая Л.Д.

Email: KHKIKNADZE@mail.ru

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
пр. И. Чавчавадзе, 60, 0175, г. Тбилиси, Грузия

Мелиорация, рекультивация и охрана земель – область науки и техники, занимающаяся целенаправленным улучшением (мелиорацией), восстановлением (рекультивацией), охраной земель различного назначения, борьбой с загрязнением и с природными стихиями – наводнениями, подтоплением земель, их размывом, эрозией, оползнями, селями, суховеями – для повышения потребительской стоимости (полезности) земель. Цели исследований – совершенствование методов, способов и технологии, повышение качества и надежности проектирования, строительства и эксплуатации инженерно-мелиоративных и инженерно-экологических систем, обоснование новых приемов мелиорации, рекультивации и охраны земель. Объектами исследований являются:

1 – земли сельскохозяйственные, лесного и водного фондов, населенных пунктов, промышленности, транспорта, связи; рекреационного, оздоровительного, историко-культурного, научного, оборонного назначения, находящиеся в различных формах пользования, владения или собственности, рассматриваемые как геосистемы различного ранга взаимообусловленным набором всех компонентов природы: почвы, включая антропогенные культуроземы и урбаноземы, грунты, поверхностные и подземные воды, воздушные массы тропосферы и животный мир;

2 – природно-техногенные системы, включающие инженерно-мелиоративные, инженерно-экологические системы и мероприятия, повышающие полезность компонентов природы. Данная специальность является составной частью

природообустройства – деятельности человека по повышению полезности природы и ее охраны в процессе природопользования. Значение научных и технических проблем данной специальности заключается в повышении уровня жизни и здоровья населения, в обеспечении устойчивого развития страны, в повышении эффективности различных видов природопользования: сельского, лесного, водного хозяйства, промышленности, в сохранении и повышении плодородия почв, охране и воспроизводстве водных ресурсов, растительного и животного мира.

Мелиорация земель — коренное улучшение земель в результате осуществления комплекса мер. Среди различных видов мелиорации наиболее масштабными являются орошение и осушение.

Большую роль играют культур-технические работы (борьба с кустарниками, кочками и др.), химические мелиорации (известкование и гипсование почв), агролесомелиорации, укрепление сыпучих песков, борьба с водной и ветровой эрозией и др.

Мелиорация земель способствует сохранению и повышению плодородия почвы, росту урожайности, устойчивости земледелия, смягчению воздействия колебаний климатических условий на результаты производства. При проведении мелиоративных мероприятий главное внимание уделяется повышению ее эффективности.

Как правило, в сфере мелиорации преобладает орошение и осушение. Другим видам мелиорации уделяется недостаточно внимания.

Между тем, в отличие от орошения и осушения, другие, неводные виды мелиорации менее ресурсоемки и часто предпочтительнее в экологическом отношении. Большое значение придается также повышению экономической и экологической эффективности водной мелиорации: упор делается не на ввод новых орошаемых и осушенных земель, но прежде всего на реконструкцию введенных ранее систем, на повышение культуры земледелия на мелиорированных землях. Важнейшую роль в повышении эффективности мелиорации земель играет рациональное использование воды.

Различают три основные задачи мелиорации:

- улучшение земель, находящихся в неблагоприятных условиях водного режима, выражающихся либо в избытке влаги, либо в ее недостатке по сравнению с тем количеством, которое считается необходимым для эффективного хозяйственного использования территории;

- улучшение земель, обладающих неблагоприятными физическими и химическими свойствами почв (тяжелых глинистых и иловатых почв, засоленных, с повышенной кислотностью и пр.);

- улучшение земель, подверженных вредному механическому воздействию, т. е. водной и ветровой эрозии, выражающейся в образовании оврагов, оползней, развеивании почвы и пр.

В зависимости от конкретной задачи применяются и различные виды мелиорации.

Мелиорация, направленная на удаление с территории избыточной влаги, носит название осушительной. Она находит применение, кроме сельского хозяйства, в коммунальном, промышленном и дорожном строительстве, при проведении оздоровительных мероприятий на заболоченных территориях и других видах освоения земель. Мелиорация, направленная на ликвидацию недостатка вод в почвогрунтах сельскохозяйственных полей, носит название орошения.

Мелиорация земель с неблагоприятными химическими свойствами почв заключается в удалении вредных солей путем промывки, уменьшения кислотности почв внесением извес-

ти, повышении питательных свойств почв удобрениями и введении правильных севооборотов с повышенным удельным весом трав.

Мелиорация земель, подверженных водной и ветровой эрозии, обычно включает мероприятия, направленные на уменьшение количества и скорости стекающих поверхностных вод, увеличение сопротивляемости почв размыву и развеиванию. Эти мероприятия базируются на применении широкого комплекса лесокультурных, агротехнических и гидротехнических средств.

На большинстве территорий, подверженных мелиоративным работам, как правило, осуществляется не один из рассмотренных выше видов мелиорации, а несколько, в зависимости от сочетания природных и хозяйственных условий.

Так, одновременно с орошением территории на ней создаются лесные полосы, на орошаемых полях вводятся севообороты, применяются удобрения, осуществляются промывки засоленных участков и пр. Все это, особенно при огромных масштабах мелиоративного строительства, в Грузии, делает мелиорацию одним из ведущих антропогенных факторов преобразования природы в целом и гидрологического режима в частности.

Из отмеченных различных видов мелиоративных работ многие из них вовсе не относятся к компетенции гидротехники. Среди них, например, лесомелиорация, агро-мелиорация и др. В дальнейшем будут рассмотрены только те мелиоративные работы, которые принято объединять в группу так называемых водных мелиорации, это: орошение, осушение и борьба с водной эрозией.

Водные мелиорации издревле волновали души людей. Оросительные каналы строили ещё древние египтяне, догадавшись таким способом повысить плодородие почв. Водные мелиорации (орошение и осушение) – один из основных путей повышения урожайности сельскохозяйственных угодий, занимающих на планете 10% площади суши. Шестая часть этих земель мелиорирована, и с них получают 40-50% всех производимых сельскохозяйственных продуктов. Мелиорация земель является объективной необходимостью в деле преобразования

природных комплексов, превращения болот и заболоченных земель в высокопродуктивные сельскохозяйственные угодья, социального и экономического преобразования страны. Как важнейшее звено интенсификации сельскохозяйственного производства мелиорация призвана внести ощутимый вклад в решение Продовольственной программы страны.

Экологические аспекты неразрывно связаны с хозяйственной стороной проблемы и требуют всестороннего внимания и глубокого осмысления. В Грузии и странах ближнего зарубежья площади, охваченные водными мелиорациями, постоянно увеличиваются. Это ведёт к значительному увеличению потребления водных ресурсов. Кроме того, в рассматриваемых странах практически нет земель, которые бы не нуждались в тех или иных видах мелиорации для коренного улучшения их плодородия.

Развивая орошение, необходимо в его основу заложить водосберегающую технологию полива, таковыми являются капельное орошение и дождевание, способствующие резкому увеличению эффективности этого вида мелиорации. Но до сих пор коэффициент полезного действия оросительной сети остаётся невысоким. Существенным резервом нормированного использования влаги является правильный выбор и рациональное применение различных способов полива сельскохозяйственных угодий. За два последних десятилетия в Грузии возросли площади полива методом дождевания, что привело к снижению оросительных норм на 25-30%. Более прогрессивные способы полива: капельное и аэрозольное, обеспечивающее до 50% экономии воды. С развитием орошаемых земель увеличивается объем коллекторно-дренажных вод. Они образуются в результате периодических поливов, когда отмечается избыточный сток вод, а также при рассолении почв промывкой. В этих случаях повышается минерализация речных вод и они становятся непригодными для орошения земель. Такие воды, например, в Средней Азии отводят в специальные водоёмы (Арнасайские озёра, Сарыкамышская впадина). В большом объёме дренажные воды сбрасываются в Амударью. За последние 15 лет

минерализация воды в Амударье в связи с этим увеличилась в два раза. Так, только с территории Таджикистана в реку Амударью и её притоки ежегодно направляют 3 км³ коллекторно-дренажных и сбросных вод с минерализацией 1-4 г/л, в результате вода Амударьи в нижнем течении стала непригодной для питьевого водоснабжения без предварительной очистки, так как минерализация её достигла 2-3 г/л. Для решения этой проблемы необходимо составлять схемы комплексного использования коллекторно-дренажного стока для различных народнохозяйственных целей (обводнение пастбищ, выращивание солеустойчивых и очищающих воду растений, водоснабжение на основе опреснения и т.п.). Следует также существенно уменьшить расход воды при промывке засоленных земель, снизить оросительные нормы, повысить эффективность гидромелиоративных систем, организовать деминерализацию коллекторно-дренажных вод с одновременной очисткой их от вредных примесей.

Осушительные мелиорации являются одним из основных направлений развития водного хозяйства Грузии. Ими обеспечиваются высокие урожаи сельскохозяйственной продукции на землях, до этого малопригодных для такого использования. Осушение широко распространено на территориях, где имеются заболоченные и переувлажнённые земли, что в первую очередь характерно для Колхидской низменности Грузии, стран Балтии и Беларуси. Осушение низинных, переходных и верховых болот осуществляется с помощью открытых каналов и закрытого дренажа разных типов. Влияние осушительной мелиорации на окружающую среду всегда волновало широкую общественность. Интересно, что доводы, выдвигавшиеся против мелиорации сто лет назад, практически в той же формулировке выдвигаются и сейчас, несмотря на то, что к настоящему времени накоплен значительный научный и практический опыт. Широкомасштабные мелиорации ставят много проблем, одной из которых является получение высоких урожаев в сочетании с эффективными и экономичными решениями по сохранению природной среды.

Переувлажнённые минеральные почвы и

торфяники предназначены для проведения осушительных мероприятий. При их осуществлении необходимо учитывать двойственный характер функционирования современных мелиоративных систем, рассчитанных не только на осушение, но и увлажнение. Уменьшение объёмов стока в результате возрастания водопотребления при интенсивном луговоеводческом использовании осушенных болот (на естественных болотах по сравнению с мелиорируемыми испаряется и используется воды меньше, примерно на 1500 м³/га) компенсируется за счёт строительства водохранилищ и прудов. Такие системы должны обеспечивать своевременное удаление избыточных вод с заболоченных земель и, в то же время, могут быть водоприёмниками и накопителями вод для увлажнения почв в засушливые периоды года. В связи с интенсификацией сельскохозяйственного производства в настоящее время на первый план выдвигается вопрос защиты вод от загрязнения. Следует иметь в виду, что с дренажными водами, которые сбрасываются в мелиоративные системы, при водоотведении выносятся биогенные вещества, пестициды и другие химические соединения, оказывающие вредное воздействие на природные воды. Как показали гидрохимические исследования, конструкции мелиоративных систем оказывают существенное влияние на качество грунтовых вод, регулирующей, проводящей сети и водоприёмника. Главным вопросом, особенно при крупномасштабной мелиорации, является влияние осушительных мелиораций на водный режим регионов. После создания осушительной системы гидрологический режим

существенно трансформируется. Наибольшие изменения отмечаются в речном стоке. В первые годы начальной эксплуатации осушительных систем в бассейне происходит некоторое увеличение годового стока за счёт интенсивного сброса избыточных вод. Впоследствии он может снизиться до своей первоначальной величины (до начала мелиоративных работ). Установлено, что после проведения осушения земель, особенно в первые годы, в речном стоке повышается доля подземного питания. Анализ послемелиоративных изменений стока в летне-осенний промежуток показал, что в этот период водность реки увеличивается. Сток весеннего половодья меняется мало, в основном, в сторону его снижения, так как на мелиорируемых землях он формируется под влиянием двух основных факторов, действующих в противоположных направлениях: увеличение ёмкости зоны аэрации, что вызывает большие потери талых вод и возрастание скорости стекания весенних вод.

В настоящее время высказывается много нареканий в адрес мелиораторов в связи с регулированием и спрямлением малых рек. Часто в мелиоративных целях строятся многочисленные водохранилища, пруды. Без сомнения, мелиорация земель играет ведущую роль, без неё интенсификация сельского хозяйства была бы просто невозможна. Главным из нерешённых в настоящее время вопросов в науке является установление допустимого объёма мелиорации для каждого конкретного водооборота с учётом рационального использования всех природных ресурсов и интересов всех отраслей народного хозяйства.

Л и т е р а т у р а

1. **Воронин Н.Г.** Орошаемое земледелие М., 1989.
2. **Маслов Б.С., Безменов А.И.** Сельскохозяйственная мелиорация. М.: Колос, 1984.
3. **Карловский В.Ф.** Влияние мелиорации земель на окружающую среду. //В кн. Мелиорация и охрана окружающей среды. Сборник научных трудов. — Минск, изд-во БелНИИМиВХ, 1989. 212 с, с. 3-8.
4. **Mays, Larry W.** Water resources engineering. Printed in the United State of America, 2005.
5. **ჩხენკელი ი.** სასოფლო-სამეურნეო მედიორაცია. თბილისი. განათლება, 1970.

ზედაპირული რწყვის ჰიდრაულიკა, მათემატიკური მოდელირების
და კომპიუტერული იმიტაციის შესაძლებლობები

რევაზ კილაძე, ვლადიმერ შურღაია, ლენა კეკელიშვილი
Email: itriashvili@mail.ru

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, 0162, თბილისი, საქართველო

შესავალი

სარწყავი სისტემის ძირითადი დანიშნულებაა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის და მოსავლიანობის გაზრდა. არის ისეთი რეგიონები, სადაც მოსავალი საერთოდ არ მოდის მორწყვის გარეშე. ამიტომ სარწყავი სისტემის ფუნქციონირება უშუალოდ უკავშირდება სასურსათო პროგრამას და სოციალურ სფეროს. რაც შეეხება ამ სისტემის ეფექტურ მუშაობას, ის მთლიანად დამოკიდებულია მის ბოლო ნაწილზე – დროებით სარწყავ ქსელზე, რომელსაც წყალი მიჰყავს მცენარემდე კვლების და ზოლების საშუალებით. ამიტომაც, რომ მათი პარამეტრების ოპტიმალურ შერჩევას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება. ასეთ პარამეტრებს მიეკუთვნება: კვლების და ზოლების სიგრძე, ფსკერის ქანობი, სარწყავი წყლის ხარჯი, მისი მიწოდების დრო, მორწყვის წარმადობა და სხვ. ეს პარამეტრები, მათი დასაშვები ვარიანტების ფარგლებში, უნდა შეირჩეს ისე, რომ დაკმაყოფილდეს მორწყვის მაღალი ხარისხის მოთხოვნები.

ზედაპირული რწყვის ჰიდრაულიკა რთული ჰიდროეკოლოგიური პროცესია, რომელიც წარმოიქმნება წყლის ნაკადის ზემოქმედებით ნიადაგზე (შესაძლოა გამორეცხვა) და იმავდროულად ნიადაგის ზემოქმედებით ამ ნაკადზე (ინფილტრაცია და წყლის ხარჯის ართმევა). ასეთი ურთიერთქმედების შედეგად წარმოიქმნება ცვალებადი მასის მქონე დაუმყარებელი (არასტაცი-

ონარული) წყლის ნაკადები (ბუნებრივ პირობებში – ნალექებით, ხელოვნურად კი ზედაპირული მორწყვის დროს). ამ პროცესებმა დადებით ეფექტთან ერთად, შეიძლება გამოიწვიოს უარყოფითი ეკოლოგიური მოვლენებიც: ნიადაგის გამორეცხვა, დაჭაობება და სხვა, რასაც თან ახლავს წყლის რესურსების არაეკონომიური ხარჯვა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის დაქვეითება. ამიტომ საჭიროა ჰიდროეკოლოგიური პროცესები გახედეს მართვადი, რაც დადებითი ეფექტის მიღებას გულისხმობს მინიმალური ეკოლოგიური ზიანის პირობებში. მართვის ასეთი მეთოდების შექმნას წინ უნდა უძღოდეს ამ პროცესების მეცნიერული შესწავლა, რომელიც შეიძლება წარიმართოს ორი მიმართულებით:

პირველი (არსებული მეთოდი) – ტარდება რეალური ექსპერიმენტები ველზე, ხდება მათი დამუშავება და გარკვეული კანონზომიერებების დადგენა კონკრეტული პირობებისათვის, ხოლო გამოყენებული თეორიული ბაზა, მისი გამარტივების გამო, რეალური პროცესის არაადეკვატურია. საქმე იმაშია, რომ ჰიდროეკოლოგიური პროცესები დროსა და სივრცეში ცვალებადია (ანუ არასტაციონარული) და მათი სტაციონარულ რეჟიმში განხილვა თავად პროცესის ცნების უგულვებელყოფას ნიშნავს. დარგში არსებული უახლესი მონაცემები (ჩვენს შედეგების გარდა), სწორედ ამ გზით არის მიღებული ცხრილების და ემპირიული

ფორმულების სახით [2, 3, 6, 10, 11].

მეორე მიმართულება – შეიქმნას ჰიდროეკოლოგიური პროცესების კომპიუტერული იმიტაციის მეთოდი სრული თეორიული ბაზის გამოყენებით იმიტაციის რეალურ

პროცესთან მაქსიმალური მიახლოების მიზნით, რომელიც იმის საშუალებას მოგვცემს, რომ ძვირადღირებული (და ზოგჯერ შეუძლებელი) ექსპერიმენტების ნაცვლად ველზე, ისინი ჩატარდეს კომპიუტერზე.

პირითაღი ნაწილი

წარმოდგენილი სტატია ერთდროულად უკავშირდება რამდენიმე აქტუალურ პრობლემას, ესენია: ზედაპირული რწყვის ხარისხი, ნიადაგის დაცვა, რომელმაც უნდა გამოკვებოს კაცობრიობა და წყლის რესურსების ეკონომიური ხარჯვა, რომლის დეფიციტი მსოფლიოში უკვე სახეზეა [5, 13].

ამოცანა 1 ეხება ზედაპირულ, თვითღინებით რწყვებს კვლებსა და ზოლებში, რომლებიც სარწყავი სისტემის ბოლო და ყველაზე მნიშვნელოვანი რგოლია, საიდანაც ს/ს კულტურები უშუალოდ იკვებება წყლით. მორწყვის ხარისხიც მათი პარამეტრების სწორად შერჩევაზე დამოკიდებული. ამ პარამეტრებს მიეკუთვნება: კვლების და ზოლების სიგრძე, ფსკერის ქანობი, სარწყავი ხარჯი, წყლის მიწოდების დრო, სასაზღვრო პირობები და სხვ. ეს პარამეტრები მორწყვის პროცესის კომპიუტერული იმიტაციის დროს შესაყვანი მონაცემების როლს თამაშობს, ხოლო გამოსაყვანი მონაცემები (დატენიანების სითანაბრე, წყლის მაქსიმალური სიღრმეები და სიჩქარეები, მისი კარგეები, ეკოლოგიური უსაფრთხოება და სხვ.) განსაზღვრავენ მორწყვის ხარისხს. ამიტომ შესაყვანი მონაცემები (პარამეტრები) უნდა შეირჩეს ისეთნაირად, რომ რწყვების ხარისხი, მათ სახეობათა სპეციფიკის გათვალისწინებით, იყოს მაღალი ან საუკეთესო. იმის გამო, რომ ამ რწყვების ხარისხი განისაზღვრება რამდენიმე კრიტერიუმით, საქმე გვექნება ვექტორული ოპტიმიზაციის ამოცანებთან.

ამოცანა 1, თავის მხრივ, შეიცავს სამ ქვეამოცანას:

ამოცანა 1.1 – მორწყვა კვლებში, **ამოცანა 1.2** – მორწყვა ზოლებში და **ამოცანა 1.3** – მორწყვა ნულოვანი ქანობის დროს.

მიუხედავად მათი მსგავსებისა, ისინი საგრძნობლად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან როგორც ინფილტრაციით, ასევე მათემატიკური აღწერით. ასე მაგალითად, ოპტიმიზაციის ყველაზე დიდ შესაძლებლობებს შეიცავს ამოცანა 1.2 ხოლო ყველაზე ნაკლებს – ამოცანა 1.3.

ამოცანების 1.1, 1.2, 1.3 რეალიზების მოსალოდნელი შედეგი უშუალოდ უკავშირდება მორწყვის ხარისხის ამაღლებას და ამის შედეგად სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლისა და მოსავლიანობის ზრდას, რაც ძალზე მნიშვნელოვანია განსაკუთრებით ისეთი რეგიონებისათვის, სადაც მოსავალი საერთოდ არ მოდის მორწყვის გარეშე.

2. კვლევის მეორე მიმართულება ემყარება სრულ თეორიულ ბაზას, რიცხვით მეთოდებსა და პროცესების კომპიუტერული იმიტაციას, რის შედეგად ფასდება ამ პროცესების ხარისხი, ან საშიშროება. ეს თანამედროვე მეთოდიკა, რომელიც სხვა დარგებშიც წარმატებით გამოიყენება [4, 16], სრულად შეესაბამება დასახულ მიზნებსა და ამოცანებს. უფრო მეტიც, ამ მიზნების მისაღწევად ეს მეთოდიკა, ალბათ, ერთადერთია, რასაც მოყვანილი მეცნიერული და ტექნიკური მიდგომები ადასტურებს.

2.1. ზედაპირული რწყვების შედეგად ჰიდროეკოლოგიური პროცესები წარმოიქმნება წყლის ნაკადის ზემოქმედებით ნიადაგზე (შესაძლოა გამორეცხვა) და იმავედროულად ნიადაგის ზემოქმედებით ამ ნაკადზე (ინფილტრაცია და წყლის ხარჯის ართმევა). ასეთი ურთიერთქმედების შედეგად წარმოიშობა ცვალებადი მასის მქონე წყლის ნაკადის დაუმყარებელი (არასტაციონარული) მოძრაობა, რომელიც აისახება

დინამიკის და უწყვეტობის არაწრფივ დიფერენციალური განტოლებათა სისტემით, რომელსაც წყლის ნაკადის სიგანის ერთეულისათვის აქვს შემდეგი სახე [8, 9]:

$$\left. \begin{aligned} \bar{U} \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial t} + g \frac{\partial H}{\partial x} &= gi - g \frac{U^2}{C^2 H} + q \frac{U}{H}, \\ \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial t} + q &= 0, \end{aligned} \right\} (1)$$

სადაც $H(x,t)$ და $U(x,t)$ – წყლის ნაკადის სიღრმე და სიჩქარეა, $Q=U \cdot H$ – წყლის ხარჯი სიგანის ერთეულზე, i – ფსკერის ქანობი, g – სიმძიმის ძალის აჩქარება, C – შეზის კოეფიციენტი, $q(x,t)$ – წყლის ხარჯის ართმევა ან მომატება ან ორივე ერთდროულად სიგრძისა და სიგანის ერთეულზე, x – მანძილი, t – დრო. იგულისხმება, რომ $q(x,t)$ ცნობილი ფუნქციაა, რომელიც შეიძლება განისაზღვროს როგორც თეორიულად, ასევე ინფილტრაციაზე სავსე ცდებით.

წყლის მოძრაობა პრიზმატულ კალაპოტში (ანუ კვლებში მორწყვისას) აისახება ანალოგიური განტოლებებით.

განტოლებათა სისტემა (1) გარკვეული საწყისი და სასაზღვრო პირობებით იხსნება სასრულ-სხვაობიანი მეთოდით და არაცხადი სქემის გამოყენებით მისი მაღალი მდგრადობის გამო. ამის შედეგად მიღებული ალგებრულ განტოლებათა სისტემა დროის ყოველ შრეზე იხსნება მატრიცული „პროგრამის“ (ანუ გაუსის) მეთოდით.

2.2. სასრულ-სხვაობიანი სქემების გამოკვლევა მდგრადობასა და კრებადობაზე (1) სისტემისათვის იგეგმება ჯონ ნეიმანის, რ. რიხტმაიერის და ბ. როუდესტვენსკის მიდგომათა გამოყენებით. იმის გამო, რომ სისტემა (1) არაწრფივია, საანგარიშო ფორმულების მისაღებად გამოყენებული იქნება ტეილორის მწკრივები. ამიტომ სასრულ-სხვაობიანი მეთოდის ბიჯების Δx და Δt შერჩევა მოხდება საკმარისი სიზუსტის და წარმოებულების უწყვეტობის მოთხოვნათა გათვალისწინებით.

2.3. (1) სისტემის სასრულ-სხვაობიანი

მეთოდით ამოხსნის ალგორითმი შესაბამისი საწყისი და სასაზღვრო პირობებით საფუძვლად უდევს ჰიდროეკოლოგიური პროცესების კომპიუტერულ იმიტაციას. ასეთი მიდგომა იმის საშუალებას იძლევა, რომ ძვირადღირებული (და ზოგჯერ შეუძლებელი) ექსპერიმენტების ნაცვლად ველზე, ისინი ჩატარდეს კომპიუტერზე და მიღებულ იქნეს ყველა ის საჭირო ინფორმაცია პროცესის ირგვლივ, რომელსაც იძლევა რეალური ექსპერიმენტი.

2.4 ჰიდროეკოლოგიური პროცესის კომპიუტერული იმიტაციის შედეგად მყარდება კავშირი შესაყვან და გამოსაყვან მონაცემთა შორის. მორწყვის შემთხვევაში შესაყვანი მონაცემებია: სარწყავი ხარჯი Q_0 , ფსკერის ქანობი i , ზოლების (ან კვლების) სიგრძე l , მორწყვის ნორმა W , ხორკლიანობა n_0 , ზღუდის სიმაღლე ბოლოში P და ინფილტრაციის მონაცემები, ხოლო გამოსაყვანი მონაცემები განსაზღვრავს მორწყვის ხარისხს, ესენია: დატენიანების დონე და სითანაბრე, წყლის ნაკადის მაქსიმალური სიღრმეები და სიჩქარეები, მორწყვის დრო და სხვ.

2.5 სასრულ-სხვაობიანი მეთოდის გამოყენება განპირობებულია არა მხოლოდ იმით, რომ სისტემა (1) არ იხსნება ანალიტიკური მეთოდებით, არამედ იმითაც, რომ არასტაციონარული პროცესის სრული იმიტაცია შეუძლებელია რაიმე სხვა მეთოდით, რადგან თავად პროცესი რამდენიმე ეტაპისაგან შედგება, განსხვავებული სასაზღვრო პირობებით, რომელთა შეცვლის მომენტი წინასწარ უცნობია და დგინდება მხოლოდ პროცესის მიმდინარეობისას დროის ყოველ ბიჯზე გარკვეული პირობების შემოწმებით. ამ მეთოდის უნიკალურობაც სწორედ ამაშია. აღსანიშნავია ისიც, რომ კომპიუტერული იმიტაციის მეთოდი გამოირჩევა გაზრდილი (პრაქტიკულად შეუზღუდავი) შესაძლებლობებით: შესაყვანი მონაცემები შეიძლება იყოს არა მუდმივები, არამედ x და t -ს ცნობილი ფუნქციები (მაგალითად, ფსკერის ტეხილი პროფილი $i(x)$ და სხვ.,

შესაძლებელი ხდება ინფილტრაციაზე პირველადი მონაცემების უშუალოდ გამოყენება გავრცელებული მაპროქსიმირებული ფორმულების გარეშე, შეიძლება შესწავლილ იქნეს შესაყვანი პარამეტრების რყევების გავლენა გამოსაყვანი მონაცემებზე, რომლებიც განსაზღვრავს პროცესის ხარისხს და სხვ.

2.6 ზედაპირული რწყევების ოპტიმალური დაგეგმვის მეთოდი ითვალისწინებს შესაყვანი მონაცემების (ყველას ან ნაწილის) ისეთ შერჩევას, როცა გამოსაყვანი მონაცემების მიხედვით მიღწეული მორწყვის ხარისხი იქნება მისაღები ან საუკეთესო. მეთოდის მიმდევრობა ასეთია: შესაყვანი მონაცემების პირველ მიახლოებას ვირჩევთ ტრადიციული მეთოდით – დაგროვილი გამოცდილების საფუძველზე [25] და ვახდენთ

მორწყვის პროცესის კომპიუტერულ იმიტაციას. თუ გამოსაყვანი მონაცემების მიხედვით მორწყვის ხარისხი დაბალია, ვცვლით (გარკვეული მოსაზრებების საფუძველზე) ერთ ან რამდენიმე შესაყვანი მონაცემს და კვლავ ვახდენთ სახეცვლილი პროცესის იმიტაციას კომპიუტერზე. ასეთი იმიტაციების ციკლი სქემით: ანალიზი–შეცვლა–იმიტაცია გრძელდება მორწყვის მისაღები ან საუკეთესო ხარისხის მიღწევამდე, ხოლო ასეთნაირად შერჩეულ შესაყვანი პარამეტრებს შეიძლება ვუწოდოთ ოპტიმალურები, რაც მეთოდის ძირითად მიზანს წარმოადგენს. ჰიდროეკოლოგიური პროცესების კომპიუტერული იმიტაცია არა მარტო გააღრმავებს ჩვენს ცოდნას ამ პროცესების შესახებ, არამედ ხელს შეუწყობს მათი მართვის ახალი მეთოდების შექმნას.

დასკვნა

წარმოდგენილ სტატიაში განიხილება საერთო თეორიული ბაზის მქონე ზედაპირული რწყევების სხვადასხვა სახეობა. მათ შორის არის მსგავსება და სხვაობებიც, მაგრამ ორივე შემთხვევაში ადგილი აქვს ცვალებადი მასის მქონე წყლის ნაკადის დაუმყარებელ (არასტაციონარულ) მოძრაობას, რომელიც აისახება დინამიკის და უწყვეტობის კერძო წარმოებულებიან, არაწრფივ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემით. მისი რიცხვითი (სასრულო-სხვაობიანი) მეთოდებით ამოხსნის ალგორითმი საფუძვლად უდევს ამ პროცესების კომპიუტერულ იმიტაციას, რის შედეგად მყარდება კავშირი კომპიუტერში შესაყვანი და გამოსაყვანი მონაცემთა შორის. შესაყვანი (ანუ საწყისი) მონაცემები განსაზღვრავს პროცესის მსვლელობას, ხოლო გამოსაყვანი მონაცემები ახასიათებს მის ხარისხს. ზედაპირული რწყევების შემთხვევაში მაღალი ხარისხი მიიღწევა საწყისი პარამეტრების შერჩევით. ამ პრობლემას ეძღვნება ემპირიული მიმართულების მრავალი შრომა [2, 3, 12÷15]. ჩვენს მიერ ადრე მიღებული შედეგები [7÷9, 16÷19] ეფუძნება მორწყვის მათემატიკურ

მოდელირებას, მაგრამ დღეისათვის ისინიც საჭიროებს სრულყოფას, როგორც შინაარსობრივად, ასევე თანამედროვე კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენებით.

სისტემა (1)-ის ამოხსნა ანალიზური მეთოდებით არ მიიღება. ამიტომ პროექტის შესაბამისი სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნას რიცხვითი (სასრულო-სხვაობიანი) მეთოდებით გარკვეული მეცნიერული მნიშვნელობაც აქვს. ამ მეთოდების გამოყენება განპირობებულია არა მხოლოდ იმით, რომ სისტემა (1) არ იხსნება ანალიტიკური მეთოდებით, არამედ იმითაც, რომ არასტაციონარული პროცესის სრულად იმიტაცია შეუძლებელია რაიმე სხვა მეთოდით, რადგან თავად პროცესი რამდენიმე ეტაპისაგან შედგება, განსხვავებული სასაზღვრო პირობებით, რომელთა შეცვლის მომენტი წინასწარ უცნობია და დგინდება მხოლოდ პროცესის მიმდინარეობისას დროის ყოველ ბიჯზე გარკვეული პირობების შემოწმებით. ამ მეთოდის უნიკალურობაც სწორედ ამაშია. აღსანიშნავია ისიც, რომ კომპიუტერული იმიტაციის მეთოდი გამოირჩევა გაზრდილი (პრაქტიკულად შეუზღუდავი)

შესაძლებლობებით: შესაყვანი მონაცემები შეიძლება იყოს არა მუდმივი, არამედ x და t -ს ცნობილი ფუნქციები (მაგალითად, ფსკერის ტეხილი პროფილი $i(x)$ და სხვა).

შესაყვანი მონაცემები, შესაძლებლობის ფარგლებში, უნდა იქნენ შერჩეული ისე, რომ მიღწეულ იქნეს ზედაპირული რწყვის კარგი (ან საუკეთესო) ხარისხი და

შეფასდეს მათი ეკოლოგიური უსაფრთხოება ან საფრთხე.

ორივე შემთხვევაში საქმე გვაქვს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის და მოსავლიანობის ზრდასთან, რაც უშუალოდ უკავშირდება სასურსათო პროგრამას, ეკონომიკას, სოციალურ სფეროს.

ლიტერატურა

1. ბურკაძე ვ., ბურკაძე თ. ეკოლოგიის სწორად მართვა ქვეყნის ეკონომიკის ამაღლების მნიშვნელოვანი პირობაა. //საქ. სოფლ. მეურნეობის მეცნ. აკადემიის მოამბე, №14, 2005, გვ. 15-18.
2. მურგანიძე ჭ., რეხვიაშვილი ი. მორწყვის ზემოქმედების გამოკვლევა გარე კახეთის ეკოლოგიურ პირობებზე. //საქ. მეცნ. აკადემიის ჰიდროეკოლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული. თბილისი, 2005, გვ. 145-148.
3. ყრუაშვილი ი., ლობჯანიძე ზ. ნიადაგ-გრუნტის კაპილარული წყალშთანთქმის ექსპერიმენტული შესწავლა. //საქ. სოფლ. მეურნეობის მეცნ. აკადემიის მოამბე, №8, 2000, გვ. 81-85.
4. Белоцерковский О.М. Математическое моделирование на суперкомпьютерах (опыт и тенденции). Доклад на Российско-Американском семинаре. //ж. Вычислительной математики и математической физики, т. 40, №8, 2000, с. 1221-1236.
5. Бондарик И.Г. 19-я Европейская региональная конференция МКИД "Устойчивое использование земельных и водных ресурсов. //ж. Мелиорация и водное хозяйство, №5, 2001, с. 46-47.
6. Истомина М.Н. Экологические последствия наводнений. //ж. Инженерная экология, №4, 2004, с. 3-19.
7. Киладзе Р.М. Эколого-экономический подход к решению задач оптимизации поливов по бороздам (на основе компьютерной имитации). //ж. Инженерная экология, №6, 2005, с. 46-57.
8. Киладзе Р.М. Методические указания и алгоритмы расчета оптимальных параметров при поверхностных способах полива. Минводхоз СССР, в/о Союзводпроект, М., 1989, 108 с.
9. Киладзе Р.М. Имитация поверхностного орошения с помощью численных методов. //ж. Водные ресурсы, М., 1987, №3, с. 146-153.
10. Линслей Р.К., Колер М.А. Паулюс Д.Л. Прикладная гидрология. Пер. англ. Я. 1982. 760 с.
11. Одиладзе Т.В., Купрейшвили Ш.З. Определение основных гидромеханических и морфометрических параметров склонового стока. //Известия аграрной науки, т. 3, №1, 2005, Тбилиси, с. 101-104.
12. Орошение. Справочник под. ред. Б.Б. Шумкова. М., Агропромиздат, 1990, 415 с.
13. Попов В.А. Мелиорация: эколого-экономические аспекты. //ж. Мелиорация и водное хозяйство, №5, 2000, с. 35-35.
14. Alemi M.H., Goldhamer D. Surge irrigation. //Trans. ASAE v. 31, No2, 1988, pp. 519-526.
15. Cornick P.G. Dure H.R. Field evaluation procedure for surge irrigation. //Trans. ASAE, v. 31, No 1, 1988, pp. 168-176.
16. Kiladze R.M. Numerical modeling of surface irrigation. International Conference on Numerical Modeling of River, Channel and Overland Flow. Sect. 4.1, Bratislava: (May 4-8), 1987, pp. 1-12.
17. Kiladze R.M. The effect of the spatial variability of the water permeability of soils on the parameters of irrigation systems. //Eurasian Soil Science, vol. 38. No 2, 2005, pp. 212-218.
18. Kiladze R.M. Vector optimization of border irrigation. //Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, vol. 161, No 2, 2000, pp. 287-289.
19. Kiladze R.M. Space variability of water conductivity and its effect on calculation of melioration system. //Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, vol. 161, No 3, 2000, pp. 483-485.

DETERMINATION OF WATER MOVEMENT VELOCITY IN A SOIL

L. Klimiashvili, A. Davitashvili, I. Inashvili, G. Natroshvili

Email: *irmainashvili@yahoo.com*

Georgian Technical University
0175, M. Kostava str. 77, Tbilisi, Georgia

INTRODUCTION

The factors determining the intensity of the water velocity in a clay soils pores, as well as other porous capillary systems are: acting forces intensity, axonometric projection of the porous space and the rheological characteristics of water. Formation of seepage parameters and creation of water films on soils specific surface area causes by

acting forces intensity. Itself is essential and extremely significant the water film thickness, which are surrounded pore diameter, the water productive capacity used by the plants, the costs of the irrigation system, definition of watering and irrigation norms.

GENERAL PART

Equation of water in separate pipe of soil porous system is:

$$V = \frac{\partial}{\mu} n^* \frac{8R^2}{A} \left(1 - \frac{I_0}{I}\right), \quad (1)$$

where ∂ is a volumetric weght of water (kg / m^3);
 μ – the coefficient of dynamic viscosity
 $\left(\frac{\text{kg} / \text{seq.}}{\text{m}^2}\right)$;
 n^* – the soil porosity;
 R – the radius of the porous system pipeline (m);
 I – the total velocity gradient;
 I_0 – an appropriate velocity gradient of initial shift resistance;
 A – the coefficient and it is a function of hydraulic resistance and the Reynolds number $A = \lambda \text{Re} r^2$.

If we introduce the designation in mentioned above equation (1): $K_0 = 8R_2 \frac{n^2}{A} \left(1 - \frac{I_0}{I}\right)$, which has the dimension of the area. In essence it is a part of the pipe cross-section area where the water has a free stream and in theory of seepage it is known as the water-spill. In the case of the circular section of

the pipeline we can write:

$$\omega_0 = K_0 = 8R^2 \frac{\eta^*}{A} \left(1 - \frac{I_0}{I}\right), \quad (2)$$

i.e.
$$\pi = 8 \frac{\eta^*}{A} \left(1 - \frac{I_0}{I}\right). \quad (3)$$

The initial gradient have of particular importance in estimation of seepage and soil-ground water leakage process in terms of its physical nature and basically with what parameters it has relatively close correlation.

In some experimental studies were obtained the different values of initial gradient and the highest magnitude was observed in Montmorillonite clays. Some of researchers the reasons for its formation considered water enveloping of ground particles and because of its effect decreases diameter of water pipe-line pores [1, 2].

In existing situation water movement needs to bring extra workload, which mechanisms of action gradually involve water masses from tangent layers that are in connection with reduction of its thickness increasing of porosity. According to the above mentioned, after reforming and simplifying equation (3), we get:

$$\frac{I_0}{I} = 1 - \frac{0.392\lambda \text{Re}r^{2-1}}{n^*}. \quad (4)$$

In reporting approach (4), when $n = 1$ and accordingly, hydraulic resistance coefficients changes in the range $\lambda = (0.011 \div 0.019) \approx 0.015$, we get:

$$\frac{I_0}{I} = 1 - \frac{0.0099 \text{Re}r}{n^*}. \quad (5)$$

When $n = 2$, we get:

$$\frac{I_0}{I} = 1 - \frac{0.059}{n^*}. \quad (6)$$

The numerous experimental studies were devoted for universal connectivity between hydraulic resistance coefficient and Reynolds numbers. But due to the different composition of the porous structure of the system, could not establish a connection between them. Only based on Ch. Slichters results was obtained the Reynolds numbers creative value, varying in a range $7,5 \leq \text{Re}r \leq 9$. Often, plant supplied by the productive water from irrigation area requires knowledge of such radius of the porous system, that result in a modification of the water and it approaches a quasi-solid body properties. Under these conditions fluid reveals complete anomaly in relation to the physical constants. Based on the transmissivity of the porous system, we can write:

$$r_0 = R \left(1 - \sqrt{\frac{2.55((1 - I_0/I))}{\lambda R}} \right). \quad (7)$$

When $n = 1$

$$r = R[1 - 0.04(1 - I_0/I)]. \quad (8)$$

When $n = 2$

$$r = R \left[1 - \sqrt{\frac{2.55}{\lambda} \left(1 - \frac{I_0}{I} \right)} \right]. \quad (9)$$

In the first equation, the connection between seepage coefficient and water leakage coefficient has a form:

$$K = K_0 \frac{\partial}{\mu}. \quad (10)$$

From the equation (10) we can determine the radius of the pipeline in connection with seepage coefficient:

$$\text{when } n = 1 \quad R = \sqrt{8 \frac{\mu}{\partial} \frac{K}{(1 - I_0/I)n^*}}, \quad (11)$$

when $n = 2$

$$R = \sqrt{\lambda \frac{\mu}{K} \frac{K}{8(1 - I_0/I)n^*}}. \quad (12)$$

Also the radius of the pipeline can be defined in connection with water leakage coefficient:

$$\text{when } n = 1 \quad R = \sqrt{\frac{8K_0}{(1 - I_0/I)n^*}}. \quad (13)$$

$$\text{when } n = 2n \quad R = \sqrt{\lambda \frac{K_0}{(1 - I_0/I)n^*}}. \quad (14)$$

According to the received equation of pipeline radius, the equivalent radius of initial shift of resistance can be determined. When coefficient of seepage is known:

when $n = 1$

$$r_0 = \sqrt{\frac{\mu}{\partial} \frac{K}{(1 - I_0/I)n^*}} \left[1 - 0.004 \left(1 - \frac{I_0}{I} \right) \right], \quad (15)$$

when $n = 2$

$$r_0 = \sqrt{\lambda \frac{\mu}{\partial} \frac{K}{(1 - I_0/I)n^*}} \left[1 - \sqrt{\frac{2.55}{\lambda} \left(\frac{I_0}{I} \right)} \right]. \quad (16)$$

In connection with water leakage coefficient:

when $n = 1$

$$r_0 = \sqrt{\frac{8K_0}{(1 - I_0/I)n^*}} \left[1 - 0.04 \left(1 - \frac{I_0}{I} \right) \right], \quad (17)$$

when $n = 2$

$$r_0 = \sqrt{\lambda \frac{K_0}{(1 - I_0/I)n^*}} \left[1 - \sqrt{\frac{2.55}{\lambda} \left(1 - \frac{I_0}{I} \right)} \right]. \quad (18)$$

The equation of the average velocity of the water pipeline has a form:

$$V = \frac{\partial IR^2}{8\mu} = \frac{KI}{(1 - I_0/I)n^*}. \quad (19)$$

Because constant velocity of the water in pipeline $V = C\sqrt{RI}$, equation (19), when $n = 1$, will have a form:

$$C^* = \sqrt[4]{\frac{\partial}{8\mu n^*} \left(\frac{K}{1 - \frac{I_0}{I}} \right)} I^0. \quad (20)$$

$$\text{But, when } n = 2 \quad C = \frac{C^* \lambda \sqrt{\lambda}}{8}. \quad (21)$$

CONCLUSION

Using equation (20) and (21) it can be determined the value of velocity coefficient. As the analysis of the equations shows, the coefficient of water velocity is directly proportional to the

volumetric weight of water, coefficient of seepage and values of initial and total gradients. While increasing of dynamic viscosity, coefficient of the porosity causes its reduction.

References

1. **Kruashvili I., Kukhalashvili E., Inashvili I., Bziava K., Natroshvili G.** Issues of water filtration anomalies in the soils. //Water Management Institute of Georgian Technical University, Collected papers №67, 2012, pp. 231-236.
2. **Kruashvili I., Kukhalashvili E., Inashvili I., Bziava K., Natroshvili G.** Filtration characteristics in the soil. // Water Management Institute of Georgian Technical University, Collected papers №67, 2012, pp. 226-230.

მარეგულირებადი ქსელი ზედაპირული წყლებით კვების შემთხვევაში
და მისი მოქმედების პრინციპი

შორენა კუპრეიშვილი, პაატა სიჭინავა, კონსტანტინე ბზიავა

Email: shorena_12@mail.ru

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, 0162, ქ. თბილისი, საქართველო

შესავალი

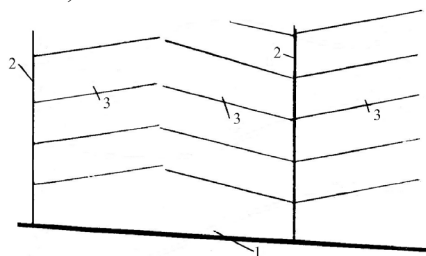
დასაშრობ ფართობზე ჭარბი ზედაპირული და გრუნტის წყლების რეგულირება ხდება მარეგულირებელი ქსელის საშუალებით.

ატმოსფერული ნალექებით გამოწვეული ნიადაგის ჭარბად გადატენიანების შემთხვევაში დასაშრობი ტერიტორიიდან ზედმეტი წყლის გაყვანა ხორციელდება ჰიდროტექნიკური და აგროტექნიკური ღონისძიებების გატარებით. ჰიდროტექნიკურ ღონის-

ძიებებში იგულისხმება ღია წყალშემკრები არხების მოწყობა, ხოლო აგრომელიორაციაში – ნიადაგის პროფილირება, ღრმა გაფხვიერება, დასოროვება, კვლების მოწყობა და სხვ. ამ შემთხვევაში მარეგულირებელი ქსელი შეიძლება დახურულიც იყოს, მაგრამ ატმოსფერული ნალექების დიდი რაოდენობისა და მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე უფრო ეფექტურია ღია მარეგულირებელი ქსელის მოწყობა [1].

ძირითადი ნაწილი

ღია მარეგულირებელი არხების ძირითადი ნიშანთვისება ის არის, რომ ისინი უნდა გატარდეს ჰორიზონტალების მიმართულებით, ე.ი. წყლის ნაკადის მართობულად, მაგრამ ვინაიდან არხებს აუცილებლად უნდა მიეცეს გარკვეული ქანობი (0,0005...0,0003 და არა უმეტეს 0,001), მათი ტრასირება ხდება ჰორიზონტალებთან გარკვეული კუთხით, ერთმანეთის პარალელურად (ნახ. 1).

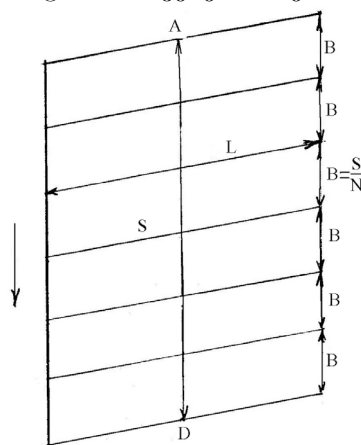


ნახ. 1. 1 – მაგისტრალური არხი; 2 – ღია კოლექტორი; 3 – ღია მარეგულირებელი (შემკრები) არხი

მარეგულირებელი არხების შეუღლება კოლექტორებთან უნდა მოხდეს 90°-თან მიახ-

ლოებული კუთხით. კოლექტორები ვარდება მაგისტრალურ არხში ან პირდაპირ წყალმიმღებში. მარეგულირებელი არხები კოლექტორს შეიძლება შეუერთდეს ცალი მხრიდან ან ორივე მხრიდან, არხის სიღრმე აიღება 0,8–1,2 მ-ის ფარგლებში, ძირის სიგანე – 0,4–0,5 მ; არხის კვეთი ტრაპეციული ფორმისაა, დაფერდება – 1:1.

ღია მარეგულირებელი ქსელის მოქმედების პრინციპი ნაჩვენებია მე-2 ნახაზზე.



ნახ. 2

დავუშვათ, რომ წყალშემკრების ზედა თავიდან, A წერტილიდან, ბუნებრივი ქანობის მიმართულებით ხდება თხელი ფენით (y) წყლის ჩამოდინება D წერტილამდე. წყლის მიერ განვლილი მანძილი აღვნიშნოთ S -ით. სიჩქარე, რომლითაც წყალი გაივლის S მანძილს V_S -ით, რომელიც ზოგიერთი დაშვებით შეიძლება განისაზღვროს შეზის ფორმულით:

$$V_S = C\sqrt{yi}, \quad (1)$$

სადაც y – წყლის საშუალო სისქვა; i – ზედაპირის ქანობი; C – სიჩქარის კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია ხორკლიანობის კოეფიციენტზე – n . n -ის დიდი მნიშვნელობის შემთხვევაში C და შესაბამისად, წყლის მოძრაობის სიჩქარეც, მეტად მცირე იქნება, რაც მკვეთრად ანელებს ფართობიდან ზედაპირული წყლების გაყვანას.

S სიგრძის ერთეული სიგანის ფართობის ზედაპირიდან ჭარბი წყლის A წერტილიდან D წერტილში გარბენის დრო იქნება:

$$t_s = \frac{S}{V}. \quad (2)$$

თუ A და D წერტილებს შორის გავატარებთ შემკრებებს მათ შორის $B = \frac{S}{N}$ მანძილით და ჩავატარებთ ფართობის მოშანდაკებას გარკვეული ქანობის მიცემით, მაშინ საგრძნობლად შემცირდება ხორკლიანობა n_B და მკვეთრად გაიზრდება ზედაპირიდან წყლის გაყვანის სიჩქარე.

ამ შემთხვევაში $B \leq S$, $n_B \leq n_s$, $V_B \geq V_S$, სადაც V არის წყლის მოძრაობის სიჩქარე ზედაპირის მოშანდაკების და შემკრებების მოწყობის შემდეგ და მაშასადამე, $t_B \leq t_s$, ე.ი. წყლის ნაკადის გარბენის დრო შემკრებების მოწყობის შემდეგ გაცილებით ნაკლები იქნება, ვიდრე მათ მოწყობამდე და რაც უფრო ნაკლებია არხებს შორის მანძილი, ეს დრო მით უფრო მცირე იქნება [2, 3].

დასკვნა

არხთა შორის მანძილების გარკვეულ ზომაზე მეტად შემცირება მნიშვნელოვნად ზრდის დამშრობი სისტემის მშენებლობაში ჩადებულ კაპიტალდაბანდებას, ამცირებს მიწის გამოყენების კოეფიციენტს და ართულებს ფართობზე მექანიზაციის სრულყოფილად გამოყენებას. ამ უარყოფითი ფაქტორების თავიდან ასაცილებლად მიღებულია, რომ მანძილი ორ მარეგულირებელ არხს შორის არ იყოს 200 მ-ზე ნაკლები, მათი სიგრძე უნდა მერყეობდეს 750–1500 მ-ის ფარგლებში, ხოლო ფართობი ორ არხს შორის 20 ჰა-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს.

იმ შემთხვევაში, თუ დამშრობი სისტემა მარეგულირებელ არხებს შორის 200 მ მანძილით ვერ უზრუნველყოფს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოთხოვნებს წყლის რეჟიმის მიმართ, უფრო ხშირი ქსელის თავიდან ასაცილებლად მიმართავენ არხთა შორის დამატებით ჰიდრო- და აგრომელიორაციული ღონისძიებების გატარებას (დახურული დრენაჟი, დროებითი არხები, სორო დრენაჟი, ნიადაგის ღრმა გაფხვიერება, მოშანდაკება და სხვ.).

არხთა შორის მანძილებისა და ზემოაღნიშნული ღონისძიებებისადმი ძირითადი მოთხოვნებია, რომ დასაშრობი ტერიტორიიდან ჭარბი წყლის გაყვანა უზრუნველყოფილ იქნეს ამა თუ იმ მცენარისათვის დასაშვებ ნორმატიულ T დროში.

არხთა შორის მანძილებისა და ზემოაღნიშნული ღონისძიებებისადმი ძირითადი მოთხოვნებია, რომ დასაშრობი ტერიტორიიდან ჭარბი წყლის გაყვანა უზრუნველყოფილ იქნეს ამა თუ იმ მცენარისათვის დასაშვებ ნორმატიულ T დროში.

ლიტერატურა

1. **Моцерелия А.В.** Мелиорация и сельскохозийственное освоение Колхидской низменности. М.: Колос, 1974.
2. **კუპრეიშვილი შ., კიკნაძე ხ., მაისაია ლ., ხუციშვილი მ.** კოლხეთის დაბლობის ნიადაგების ფიზიკური თვისებები. //საერთა-

შორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენციის „ინოვაციური ტექნოლოგიები და გარემოს დაცვა“, შრომათა კრებული, ქუთაისი, 2012 წ. გვ. 152-154.

3. **Naqvi-Matin** Design of Linear Drainage Systems. 2003.

მარეზულირებელი ქსელის სქემები ბრუნტის წყლის რეზულირების დროს

შორენა კუპრეიშვილი

Email: shorena_12@mail.ru

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, 0162, ქ. თბილისი, საქართველო

შეშავალი

დაშრობითი მელიორაცია ჰიდრო და აგროტექნიკური ღონისძიებების კომპლექსია, რომლის დანიშნულებაა ადამიანის სამეურნეო საქმიანობაზე ჭარბი წყლის არასასურველი გავლენის თავიდან აცილება. დაშრობითი მელიორაციის ძირითადი ამოცანა კი – ზედაპირული და გრუნტის წყლების გენეზისისა და დინამიკის შესწავლა და მართვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოთხოვნებიდან გამომდინარე.

დაშრობის პროცესის განხორციელების დროს, ზედაპირიდან წყლის დროული გაყვანითა და ნიადაგ-გრუნტის წყლის დონეების დაწვეით, ნიადაგში უმჯობესდება საჰა-

ერო, სითბური და კვების რეჟიმები, მიკრობიოლოგიური პროცესები, რითაც იქმნება ხელსაყრელი პირობები მიწების მელიორაციული გაუმჯობესებისა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მაღალი და მყარი მოსავლის მიღებისათვის.

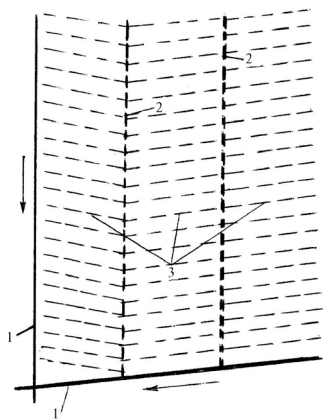
დაშრობილი მიწების მაღალეფექტურად ათვისების ერთ-ერთი უმთავრესი პირობაა დამშრობი სისტემების სწორი ექსპლუატაცია, ანუ დამშრობი ქსელისა და მასზე არსებული შენობა-ნაგებობების და ტექნიკური საშუალებების გამართულ მდგომარეობაში შენახვა და მიწების კარგი მელიორაციული მდგომარეობის უზრუნველყოფა [1, 2, 3].

ძირითადი ნაწილი

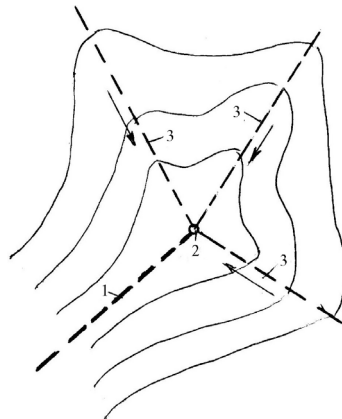
დასაშრობ ფართობზე განლაგების მიხედვით, მარეზულირებელი ქსელი გრუნტის წყლით კვების შემთხვევაში შეიძლება იყოს სისტემატური და შერჩევითი. პირველ შემთხვევაში დახურული დრენები თანაბარზომიერად არის განლაგებული ერთმანეთისაგან გარკვეულ მანძილზე (ნახ. 1), მეორე შემთხვევაში დრენაჟი ეწყობა ცალკეულ ჩადაბლებებსა და ჩავარდნილ ადგილებში (ნახ. 2).

შერჩევითი დრენების განლაგება დამოკიდებულია დასაშრობი ნაკვეთის კონფიგურაციაზე. ამასთან, ითვალისწინებენ ისეთ თავისებურებებს, როგორცაა წნევიანი წყლებების გამოსვლის ადგილები, ის ადგილები საიდანაც ხდება გრუნტის წყლის შემოდინება მოსაზღვრე მთისწინებიდან და ა.შ.

დახურული მარეზულირებელი ქსელი ეწყობა ქანობის განივად ან მისი მიმართულებით. პირველ შემთხვევაში დრენაჟის განლაგების სქემას ეწოდება **განივი სქემა**. დრენებისათვის აუცილებელი საჭირო მინიმალური ქანობის მისაცემად (0,003) მათი ტრასირება ხდება ჰორიზონტალურად გარკვეული კუთხით, ხოლო კოლექტორებს ატარებენ ადგილმდებარეობის უდიდესი ქანობის მიმართულებით. ეს სქემა გამოიყენება ზედაპირის არანაკლებ 0,005 ქანობის შემთხვევაში (ნახ. 3). როდესაც $i < 0,005$, დრენებს ატარებენ ქანობის მიმართულებით და ამ შემთხვევაში საქმე გვაქვს **გრძივ სქემასთან** (ნახ. 4). კოლექტორებს ამ შემთხვევაში ატარებენ ჰორიზონტალურად გარკვეული კუთხით.

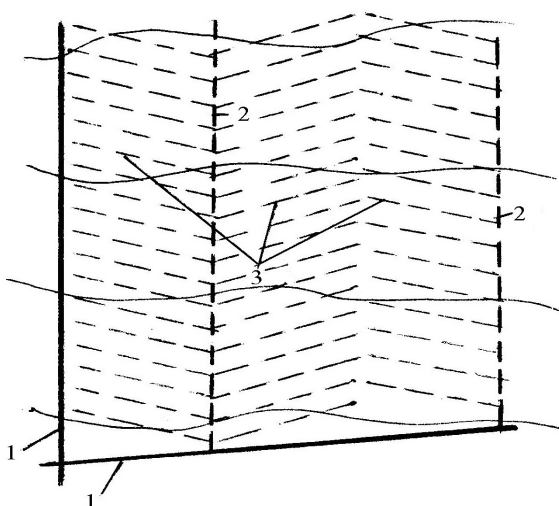


ნახ. 1 - ღია არხები; 2 - დახურული კოლექტორი; 3 - დახურული დრენაჟი.

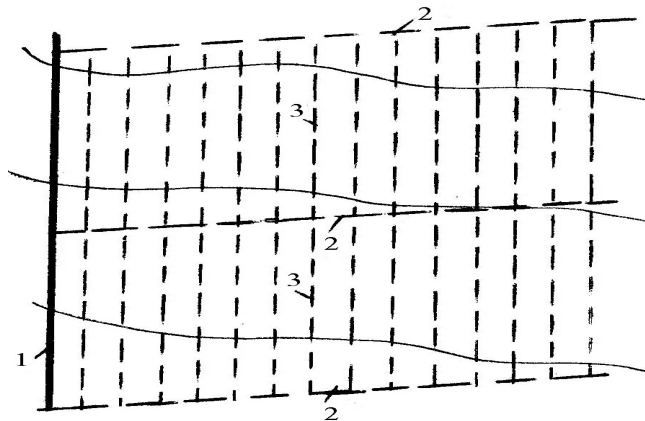


ნახ. 2 - დახურული კოლექტორი;

2 - სათვალთვალო ჭა; 3 - დახურული დრენები.



ნახ. 3. დახურული დრენაჟის განლაგების განივი სქემა



ნახ. 4. დახურული დრენაჟის განლაგების გრძივი სქემა

დასაშრობი ობიექტის ზედაპირს იშვიათად აქვს ერთგვაროვანი ქანობი, ამიტომ დაპროექტების დროს ხშირად იყენებენ განივი და გრძივი სქემების შეთანაწყობას.

დახურული დრენაჟის გრძივი სქემით განლაგების დროს დახურულ კოლექტორს აქვს მცირე ქანობი და, შესაბამისად, წყლის პატარა სინქარეები, ამიტომ სწრაფად ხდება მიღების დალექვა და გაჭედვა. ამასთან ერთად, მარეგულირებელი დრენები კი არ

კვეთს გრუნტის წყლის ნაკადს, არამედ ეწყობა მისი მიმართულებით, რის შედეგადაც გრუნტის წყლის ცალკეული ჭავლები არ ხვდება დრენებში, რაც გამორიცხულია განივი სქემის დროს. ამიტომ, რომ დაშრობის ერთი და იმავე ეფექტის მისაღწევად გრძივი სქემის შემთხვევაში დრენთაშორისი მანძილები აიღება 20-25%-ით ნაკლები, ვიდრე განივი სქემის დროს.

დასკვნა

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ცხადია, უპირატესობა ენიჭება დრენაჟის განლაგების განივი სქემას.

დრენაჟის სიგრძე პრაქტიკულად არ შეიძლება განუსაზღვრელი იყოს, ვინაიდან, რაც უფრო გრძელია სადრენაჟო ხაზი, მით

მეტია მისი დაღექვისა და გაჭედვის სა-
შიწრობა. ღრენის სიგრძეს, ჩვეულებრივ,
ადგენენ გამომდინარე ქანობიდან და
 $i=0,003$ ქანობის ღროს იგი 200...250 მ-ის
ფარგლებში მერყობს; ღრენის მინიმალურ
სიგრძედ მიღებულია 50 მ.

ღრენებს გეგმაზე უნდა მიეცეთ სწორ-
ხაზოვანი მიმართულება, თავიდან უნდა
იქნეს აცილებული მოსახვევები და ა.შ.,
ვინაიდან ამ ადგილებში შესაძლებელია
მოხდეს მიღების დაღექვა, გაჭედვა და ა.შ.

ლიტერატურა

1. **Моцерелия А.В.** Мелиорация и сельскохозяйственное освоение Колхидской низменности. М.: Колос, 1974.
2. **კუბრეიშვილი შ., სიჭინავა პ., მაისაია ლ. კიკაბიძე მ., ლობჯანიძე ზ.** დახურული შემკრებების მუშაობის თავისებურებების დადგენა. //საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, თბილისი, სამეცნიერო შრომათა კრებული, №67, 2012, გვ. 141-145.
3. **კუბრეიშვილი შ., სიჭინავა პ., მაისაია ლ.** კოლხეთის დაბლობის ჭარბტენიანი მიწების მელიორაცია და გარემოს ეკოლოგიური უსაფრთხოება. //აკაკი წერეთლის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „თანამედროვე ტექნოლოგიები და გამოყენებითი დიზაინი“ შრომათა კრებული, ქუთაისი, 19-20 მაისი, 2011 წ. გვ. 229-231

სატრანზიტო უბნებსა და ბამოტანის კონუსებზე
ღვარცოფული პროცესების რიბი თავისებურებანი

ედუარდ კუხალაშვილი
Email: e.kukhalashvili@agruni.edu.ge

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, 0162, თბილისი, საქართველო

შესავალი

მაღალკონცენტრირებული ქვატალახიანი ნაკადების სატრანზიტო უბნებზე და ბამოტანის კონუსებზე მოძრაობის დროს ადგილი აქვს დანალექი ღვარცოფული გამონატანის მათ მიერ მიერთებას და შემხვედრი წინააღმდეგობების გადალახვის დროს მოძრაობის პირობების შეცვლას.

ენერჯის დანაკარგის განსაკუთრებულობებისა და ნაკადის არასტაციონარულობის გამო მნიშვნელოვნად იცვლება როგორც ნაკადის თავისუფალი ზედაპირის ფორმის სახე და კრიტიკულ მახასიათებელ სიდიდეთა მნიშვნელობები, ასევე ადგილი აქვს ნახტომისა და ტალღის წარმოშობის თავისებურებებს [1, 2, 3].

კვლევის არსებული მასალები და სტატისტიკური მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ჰიპერკონცენტრირებული ნაკადების პარამეტრების მათემატიკური მოდელებით გამოსახვით შესაძლებელია როგორც მათი რეგულირების, ისე კატასტროფის თავიდან აცილების საინჟინრო გადაწყვეტათა საპროექტო პარამეტრების სწორად შერჩევა.

აღსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ ასეთი ნაკადების გაუთვალისწინებელი მასშტაბები და კატასტროფით მიღებული ზარალის შედეგები ისეთი მთიანი რეგიონისათვის, როგორც საქართველოა, საკითხს კიდევ უფრო მეტ ინტერესსა და აქტუალობას მატებს.

პირითაღი ნაწილი

გლობალური დათბობის გარემოზე ზემოქმედების შედეგად შეიმჩნევა ასეთი ნაკადების განმეორებადობის სისშირის მნიშვნელოვანი გაზრდა. დასტურად შეიძლება მოყვანილ იქნეს მოვლენაზე არსებული მონიტორინგის მასალები და 2014 წელს 17 და 20 აგვისტოს დარიალის ხეობაში ფიქსირებული ღვარცოფის გავლის შედეგები, რომელმაც 5 ადამიანის სიცოცხლე შეიწირა.

ქანობი i -სა და ℓ სიგრძის სატრანზიტო უბანზე ჰიპერკონცენტრირებული ნაკადი, რომელიც ხასიათდება i_f წინააღმდეგობის ქანობით, h სიღრმით, B სიგანით, ω ცოც-

ხალი კვეთის ფართობით, V საშუალო სიჩქარით, C ბმულობით და მისი ეკვივალენტური h_0 სიღრმით, შინაგანი ხახუნის კუთხის მახასიათებელი ξ კოეფიციენტით, ხასიათდება სრული ენერჯის სიდიდით, რომლის საანგარიშო დამოკიდებულებას აქვს შემდეგი სახე:

$$E = Z + h \left(1 - \frac{h_0}{h} \right) \xi + \frac{\alpha V^2}{2g}. \quad (1)$$

სრული ენერჯის განტოლების დიფერენცირებით, შესაბამისი გარდაქმნებითა და გამარტივებებით დაუმყარებელი მოძრაობის ერთგანზომილებიანი დიფერენციალური

განტოლება, როდესაც $\alpha = 1$, შემდეგ სახეს მიიღებს:

$$\frac{dh}{dl} = \frac{i - i_f + \frac{Q}{g\omega^3} \cdot \frac{\partial \omega}{\partial l}}{\left(1 - \frac{h_0}{h}\right) \xi - \frac{Q^2}{g\omega^3} B}. \quad (2)$$

მიღებული მე-(2) განტოლება შესაძლებლობას იძლევა შევავასოთ როგორც სიჩქარის, ისე სიღრმის ცვალებადობის ხასიათი მოძრაობის მიმართულებით, როცა კალაპოტის B სიგანე აკმაყოფილებს უტოლობას $\frac{dB}{dt} \geq 0$. აქვე შესაძლებელია ანალიზი მოვა-

ხდინოთ როგორც ნაკადის თანაბარ მოძრაობაზე, ისე კრიტიკულ მახასიათებლებზე, რომლის დროსაც განიხილება სამი შემთხვევა: პირველი, როცა კალაპოტი პრიზმა-

ტულია $\frac{dB}{dt} = 0$, ე.ი. მოძრაობა არის დამყარებული;

მეორე, როცა ადგილი აქვს ნაკადის დამყარებულ არათანაბარ მოძრაობას; მესამე, როცა ნაკადის დამყარებულ არათანაბარ მოძრაობას ადგილი აქვს არაპრიზმატულ კალაპოტებში. მე-(2) განტოლების მნიშვნელის ცალკეული წევრის ერთთან ტოლობა შეიძლება მიჩნეულ იქნეს როგორც სიღრმის ცვალებადობის, ისე უწყვეტობის რღვევის განმსაზღვრელ პირობად.

ნახტომის მოვლენა, რომელიც ნაკადის თავისუფალი ზედაპირის მკვეთრი ცვლილების გამოხატულებას წარმოადგენს, რთული დინამიკური პროცესია და იგი განუწყვეტლივ იცვლის როგორც ფორმას, ზომებს, ადგილმდებარეობას, ისე მასში ადგილი აქვს მცირე სიდიდის გადატანით მოძრაობებს.

ნაკადის პირველი შეუღლებული სიღრმიდან მეორეში გადასვლის პროცესის შეფასება ნახტომის განტოლებით არის შესაძლებელი, ხოლო ამ უკანასკნელის გამოყვანა, რომელიც ქვემოთ არის მოყვანილი, მოძრაობის რაოდენობის კანონის საფუძველზე ხდება.

$$\frac{\alpha Q^2}{g\omega_1^3} + \frac{h_1^2}{2} \left(1 - \frac{h_0}{h_1}\right) \xi = \frac{\alpha Q^2}{g\omega_1^3} + \frac{h_2^2}{2} \left(1 - \frac{h_0}{h_2}\right) \xi.$$

(3) კალაპოტის სწორკუთხა განივი კვეთის შემთხვევაში, როცა $\omega = Bh$, ხარჯი $Q = qB$ -ს, მე-(3) განტოლების საფუძველზე შესაძლებელია h_1 და h_2 სიღრმეების საანგარიშო დამოკიდებულებების გამოყვანა, რომლისათვის საბაზისო განტოლებას აქვს შემდეგი სახე:

$$\frac{2q^2}{g\varphi} = h_1^2 h_2 + h_2^2 h_1 - 2h_0 h_1^2 h_2^2. \quad (4)$$

მე-(4) განტოლების ამოხსნის საფუძველზე მივიღებთ:

$$h_1 = 0,5h_2 \left(1 - \frac{2h_0}{h_2}\right) \left[\sqrt{1 + \frac{8\alpha q^2}{gh_2^2 \left(1 - \frac{2h_0}{h_2}\right)^2 \xi}} - 1 \right], \quad (5)$$

$$h_2 = 0,5h_1 \left(1 - \frac{2h_0}{h_1}\right) \left[\sqrt{1 + \frac{8\alpha q^2}{gh_1^2 \left(1 - \frac{2h_0}{h_1}\right)^2 \xi}} - 1 \right]. \quad (6)$$

ბერნულის განტოლების ნახტომზე ადაპტირების შემთხვევაში ენერჯის დანაკარგის სიდიდეს აქვს შემდეგი სახე:

$$h_{დას} = \xi \frac{(h_2^3 - h_1^3) - 2h_0(h_2^2 - h_1^2)}{4h_1 h_2}. \quad (7)$$

რეოლოგიური მახასიათებლების გავლენის უგულებელყოფის შემთხვევაში, როცა $h_0 = 0$ და $\xi = 1$, ზემოთ მიღებული განტოლებები ემთხვევა წყლის ნაკადის საანგარიშო დამოკიდებულებებს.

ბმული ღვარცოფის ჰიდრაულიკის ამოცანების გადაწყვეტის დროს განსაკუთრებული როლი კრიტიკულ მახასიათებლებს გააჩნია. წყლის ჰიდრაულიკის ამოცანების გადაწყვეტის ანალოგიურად შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს ბმული ღვარცოფის კრიტიკული მახასიათებლები. თუ პირველ განტოლებაში მნიშვნელის მარცხენა წევრი 1-ის ტოლია და რეოლოგიური მახასიათებლები, კერძოდ, ბმულობა C , მოცულობითი წონა γ და შინაგანი ხახუნის კუთხე θ -სგან

განსხვავებული მნიშვნელობით ხასიათდება, კრიტიკული სიღრმის საანგარიშო დამოკიდებულებას ექნება სახე:

$$h_k = \frac{2c}{\gamma} \frac{\xi^2}{1-\xi}. \quad (8)$$

ანალოგიურად მე-(2) წვერის 1-თან ტოლობის შემთხვევაში, როცა ღვარცოფის ხვედრითი ხარჯი q -ს ტოლია

$$h_k = h_0 + \frac{1}{\xi} \sqrt{\frac{2q^2}{g}}. \quad (9)$$

პირველი განტოლების შესაბამისად, მისი მნიშვნელის 0-თან ტოლობა შეესაბამება კრიტიკულ მდგომარეობას. როცა ნაკადის სიჩქარე V -ს და ტალღის სიჩქარე c -ს ტოლია გვექნება:

$$\xi \left(1 - \frac{h_0}{h}\right) = \frac{V^2}{gh} = \frac{V^2}{c^2}. \quad (10)$$

მე-(10) განტოლებიდან ნაკადის მოძრაობის სიჩქარე

$$V = C \sqrt{\left(1 - \frac{h_0}{h}\right) \xi}. \quad (11)$$

რადგან კრიტიკული მდგომარეობის დროს $V = c$, მაშინ ტალღის გავრცელების სიჩქარის საანგარიშო დამოკიდებულება მიიღებს სახეს:

1. როცა ტალღის სიმაღლე Ψ უმნიშვნელოა

$$C = \sqrt{gh} \sqrt{\left(1 - \frac{h_0}{h}\right) \xi}. \quad (12)$$

2. როცა ტალღის სიმაღლე Ψ მნიშვნელოვანია

$$C = \sqrt{gh} \sqrt{\left(1 - \frac{h_0}{h}\right) \xi \left(1 + \frac{3\Psi}{4h}\right)}. \quad (13)$$

ანალოგიურად ტალღის გავრცელების სიჩქარისა, ხარჯის საანგარიშო დამოკიდებულებები შემდეგ სახეს მიიღებს:

როცა ტალღის სიმაღლე უმნიშვნელოა

$$g = h \sqrt{gh \left(1 - \frac{h_0}{h}\right) \xi}. \quad (14)$$

1. როცა ტალღის სიმაღლე მნიშვნელოვანია

$$g = h \sqrt{gh \left(1 - \frac{h_0}{h}\right) \xi \left(1 + \frac{3\Psi}{4h}\right)}. \quad (15)$$

სწორკუთხა კვეთის მქონე კალაპოტში ტალღის H სიმაღლიდან $h = hk$ სიმაღლემდე ვარდნის დროს კავშირი ნაკადის V სიჩქარესა და ტალღის ვარდნის სიმაღლეს შორის, როცა საწყისი სიჩქარე V_0 -ის ტოლია

$$V = \pm 2\sqrt{gh} \pm \sqrt{gH} + V_0. \quad (16)$$

მე-(16) განტოლების საფუძველზე ბმული ღვარცოფის ხარჯი, როცა საწყისი სიჩქარე 0-ის ტოლია

$$g = h \left(-2\sqrt{gh} + 2\sqrt{gH}\right). \quad (17)$$

მე-(17) განტოლების განტოლებით მე-(14) და მე-(15) განტოლებათა, მივიღებთ:

1. ტალღის უმნიშვნელო სიღრმის შემთხვევაში

$$h = \frac{4H}{\left(2 + \sqrt{\left(1 - \frac{h_0}{h}\right) \xi}\right)^2}. \quad (18)$$

2. როცა ტალღის სიმაღლე მნიშვნელოვანია

$$h = \frac{4H}{\left(2 + \sqrt{\left(1 - \frac{h_0}{h}\right) \xi \left(1 + \frac{3\Psi}{4h}\right)}\right)^2}. \quad (19)$$

მიღებული მე-(16) და მე-(17) განტოლებების საფუძველზე შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს ტალღის საწყისი სიმაღლე. როცა ტალღის სიმაღლე უმნიშვნელოა მე-(18) განტოლების საფუძველზე ნაკადის სიმაღლე მისი საწყისი სიღრმის

$H \left(2 + \sqrt{\left(1 - \frac{h_0}{h}\right) \xi}\right)^2$ ნაწილს შეადგენს, ხოლო როცა $h_0 = 0$ და $\xi = 1$, დამოკიდებულება ემთხვევა წყლის საანგარიშო დამოკიდებულებას და $h > \frac{4}{9}H$ -ის ტოლია.

დასკვნა

მიღებული საანგარიშო დამოკიდებულებით ნაკადის სიღრმე რჩება მუდმივი, სანამ დამუშავების ტალღა არ მივა ბოლომდე და გამოსატული არ დაბრუნება საწყის კვეთამდე.

ზემოთ მოყვანილ საინჟინრო ამოცანა-

თა მათემატიკური მოდელები აღწერის მცდელობა და მიღებული შედეგები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს რიგი საპროექტო გადაწყვეტებში სამშენებლო ნორმებისა და წესების ნორმატივების შემუშავების დროს.

ლიტერატურა

1. ყრუაშვილი ი., კუხალაშვილი ე., ინაშვილი ი., ბზიავა კ., კირტავა ვ. ჰიპერკონცენტრირებული ნაკადების ჰიდრაულიკური მახასიათებლების გაანგარიშება ღვარსაშეხე გადაღინების შემთხვევაში. //საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემია. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია.
2. **ნატიშვილი ო.გ., ტევადზე ვ.ი.** Волны в селях. Москва, ООО Издательство "Научтехлитиздат", 2011 г. 160 с.
3. **ნატიშვილი ო.გ., ტევადზე ვ.ი.** Одномерные наносонесущие русловые потоки. Москва, ООО Издательство "Научтехлитиздат", 2012 г. 192 с.

იზოტროპული ფერდოს ზღვრული-წონასწორული ფორმის ზოგადი მოდელო

ზ. ლობჯანიძე,¹ ნ. მეზონია,² თ. კვარაცხელია³

Email: zurablobjanidze@mail.ru

1) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, 0162, ქ. თბილისი, საქართველო

2) საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი
დ. აღმაშენებლის ხეივანი მე-13 კმ. 0131, ქ. თბილისი, საქართველო

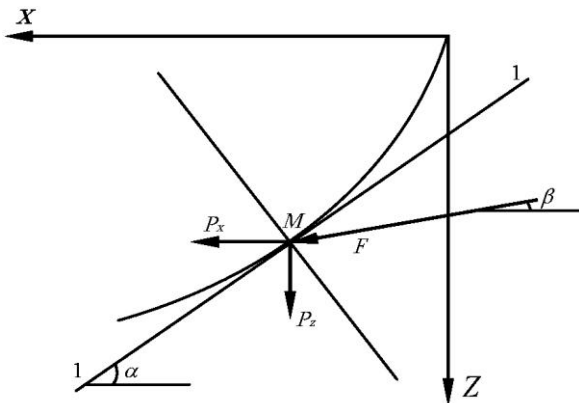
3) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
მ. კოსტავას ქ. 77, 0175, ქ. თბილისი, საქართველო

შეშავალი

ფერდოს მდგრადი ფორმის განსაზღვრას მრავალრიცხოვანი სამეცნიერო კვლევა მიეძღვნა [1-5]. ფერდოს მდგრადობის შესახებ წარმოდგენა ეფუძნება მისი შემადგენელი გრუნტების სიმტკიცის შეფასებას.

ძირითადი ნაწილი

იზოტროპული ფერდოს ზღვრული-წონასწორული მდგომარეობის ამსახველი მრუდის ანალიზური განსაზღვრისათვის განვიხილოთ ნახ. 1-ზე ნაჩვენები სქემა, რომლის მიხედვითაც ფერდოს ბერძის ზედაპირზე მოქმედებს თანაბრად განაწილებული დატვირთვა.



ნახ. 1 იზოტროპული გრუნტის ზღვრულ-წონასწორული ფერდოს მრუდი პიდრო-მექანიკური წნევის ძალის მონაწილეობით

თუ დაეუშვებთ, რომ ბუნებრივი ქანის, გრუნტის სამთო წნევა ემორჩილება განაწილების ხაზოვან კანონს, რომელიც ანალოგიურია პიდროსტატიკური წნევის ვერტიკალზე განაწილების კანონისა, მაშინ (X,Z) წერტილში მოქმედი წნევა შეიძლება დაეშალოთ ორ მდგენელად, რომლის კომპონენტებიც – მხები და ნორმალური მდგრადი ზედაპირის შესაბამის წერტილში გამოითვლება:

$$P_N = P \cos \alpha, \quad P_\tau = P \sin \alpha. \quad (1)$$

ასევე, თუ დაეუშვებთ, რომ $P = \gamma z$, სადაც γ გრუნტის კუთრი წონაა, ზღვრული-წონასწორობის პირობა მოცემულ წერტილში გამოიხატება:

$$\gamma z \sin \alpha = \gamma z \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi + c. \quad (2)$$

(2)-ის მცირედი გარდაქმნით მივიღებთ:

$$\gamma \operatorname{tg} \alpha = \gamma \operatorname{tg} \varphi + \frac{c}{\cos \alpha}. \quad (3)$$

მიღებულია [1]-ის მიხედვით $\frac{dz}{dx} = \operatorname{tg} \varphi + \frac{c}{\gamma + P_0}$.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ $\operatorname{tg} \alpha = \frac{dz}{dx}$, მაშინ მივიღებთ:

$$\frac{dz}{dx} = \operatorname{tg} \varphi + \frac{c}{\gamma z} \sqrt{1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2}. \quad (4)$$

რადგან $\frac{dz}{dx} = \frac{1}{x'}$, მე-(4) განტოლების ორივე მხარე ავიყვანოთ კვადრატში

$$\frac{1}{x'^2} - \frac{2\operatorname{tg} \varphi}{x'} - \frac{c^2}{\gamma^2 z^2 x'^2} - \frac{c^2}{\gamma^2 z^2} + \operatorname{tg}^2 \varphi = 0, \quad (5)$$

გვექნება:

$$\left(1 - \frac{c^2}{\gamma^2 z^2}\right) \frac{1}{x'^2} - \frac{2\operatorname{tg} \varphi}{x'} - \frac{c^2}{\gamma^2 z^2} + \operatorname{tg}^2 \varphi = 0. \quad (6)$$

შემოვიტანოთ აღნიშვნა

$$\frac{1}{x'} = y, \quad (7)$$

$$\left(1 - \frac{c^2}{\gamma^2 z^2}\right) y^2 - 2y \operatorname{tg} \varphi - \frac{c^2}{\gamma^2 z^2} + \operatorname{tg}^2 \varphi = 0. \quad (8)$$

(8) არის y -ის მიმართ კვადრატული განტოლება და მისი ამონახსნია:

$$y = \frac{\operatorname{tg} \varphi \pm \sqrt{\operatorname{tg}^2 \varphi - \left(1 - \frac{c^2}{\gamma^2 z^2}\right) \left(\operatorname{tg}^2 \varphi - \frac{c^2}{\gamma^2 z^2}\right)}}{1 - \frac{c^2}{\gamma^2 z^2}}. \quad (9)$$

სათანადო გარდაქმნებით მივიღებთ შემდეგ განტოლებას:

$$\begin{aligned} \frac{\operatorname{tg} \varphi \pm \sqrt{\operatorname{tg}^2 \varphi - \left(1 - \frac{c^2}{\gamma^2 z^2}\right) \left(\operatorname{tg}^2 \varphi - \frac{c^2}{\gamma^2 z^2}\right)}}{1 - \frac{c^2}{\gamma^2 z^2}} &= \frac{\operatorname{tg} \varphi \pm \sqrt{\operatorname{tg}^2 \varphi - \operatorname{tg}^2 \varphi + \frac{c^2}{\gamma^2 z^2} + \frac{c^2}{\gamma^2 z^2} \operatorname{tg}^2 \varphi - \frac{c^4}{\gamma^4 z^4}}}{\frac{\gamma^2 z^2 - c^2}{\gamma^2 z^2}} = \\ &= \frac{\operatorname{tg} \varphi \pm \frac{c}{\gamma z} \sqrt{\operatorname{tg}^2 \varphi - \frac{c^2}{\gamma^2 z^2} + 1}}{\frac{\gamma^2 z^2 - c^2}{\gamma^2 z^2}} = \frac{\operatorname{tg} \varphi \pm \frac{c}{\gamma z} \frac{1}{\gamma z} \sqrt{\gamma^2 z^2 \operatorname{tg}^2 \varphi + \gamma^2 z^2 - c^2}}{\frac{\gamma^2 z^2 - c^2}{\gamma^2 z^2}} = \frac{\operatorname{tg} \varphi \pm c \sqrt{\gamma^2 z^2 \operatorname{tg}^2 \varphi + \gamma^2 z^2 - c^2}}{\gamma^2 z^2 - c^2} \end{aligned} \quad (10)$$

განვიხილოთ $\gamma^2 z^2 \operatorname{tg}^2 \varphi + \gamma^2 z^2 - c^2$ ფესვქვეშა გამოსახულება, $\gamma^2 z^2 \operatorname{tg}^2 \varphi > 0$, რადგან $0 < c < 1$ -ზე, ამიტომ $\gamma^2 z^2 - c^2 \geq 0$, მაშასადამე $\gamma^2 z^2 \operatorname{tg}^2 \varphi + \gamma^2 z^2 - c^2 \geq 0$ ფესვქვეშა გამოსახულება არაუარყოფითია, რაც იმას ნიშნავს, რომ $\sqrt{\gamma^2 z^2 \operatorname{tg}^2 \varphi + \gamma^2 z^2 - c^2}$ ნებისმიერი φ, γ, z, c -სთვის არსებობს ნამდვილ რიცხვთა სიმრავლეში. თუ გავითვალისწინებთ (7) აღნიშვნას, მივიღებთ:

$$\frac{1}{x'} = \frac{\gamma z \operatorname{tg} \varphi \pm \sqrt{\gamma^2 z^2 \operatorname{tg}^2 \varphi + \gamma^2 z^2 - c^2}}{\gamma^2 z^2 - c^2}. \quad (11)$$

აქედან გვექნება:

$$x' = \frac{\gamma^2 z^2 - c^2}{\gamma z \operatorname{tg} \varphi \pm \sqrt{\gamma^2 z^2 \operatorname{tg}^2 \varphi + \gamma^2 z^2 - c^2}}. \quad (12)$$

ვიგულისხმობთ, რომ $x' = \frac{dx}{dz'}$, მაშინ

$$\frac{dx}{dz} = \frac{\gamma^2 z^2 - c^2}{\gamma z \operatorname{tg} \varphi \pm \sqrt{\gamma^2 z^2 \operatorname{tg}^2 \varphi + \gamma^2 z^2 - c^2}}. \quad (13)$$

მე-(13) განცალკებად ცვლადიანი დიფერენციალური განტოლებაა, რომლის ამონახსნებია:

$$X = \int \frac{\gamma^2 z^2 - c^2}{\gamma z \operatorname{tg} \varphi \pm \sqrt{\gamma^2 z^2 \operatorname{tg}^2 \varphi + \gamma^2 z^2 - c^2}} dz. \quad (14)$$

ეს ინტეგრალი ელიფსური ტიპისაა, ამიტომ მას ამოვსხნით *სიმპსონის* ფორმულის (პარაბოლის ფორმულა) გამოყენებით. რადგან ინტეგრალქვეშა გამოსახულებას გააჩნია ყველა რიგის წარმოებული 4 რიგის ჩათვლით, ამიტომ ვიღებთ საინტეგრაციო კვანძებს $\left(H, \frac{H}{2}, 0\right)$ $[0, H]$ სეგმენტებიდან და არგუმენტის ამ წერტილებისათვის ვიპოვოთ ინტეგრალ-

ქვეშა ფუნქციის $f(H)$, $f\left(\frac{H}{2}\right)$, $f(0)$ მნიშვნელობები:

$$\left. \begin{aligned} f(H) &= \frac{\gamma^2 H^2 - c^2}{\gamma H \operatorname{tg} \varphi \pm c \sqrt{\gamma^2 H^2 \operatorname{tg}^2 \varphi + \gamma^2 H^2}} \\ f\left(\frac{H}{2}\right) &= \frac{\gamma^2 \frac{H^2}{4} - c^2}{\gamma \frac{H}{2} \operatorname{tg} \varphi \pm c \sqrt{\gamma^2 \frac{H^2}{4} \operatorname{tg}^2 \varphi + \gamma^2 \frac{H^2}{4}}} \\ f(0) &= \frac{c}{\pm c \sqrt{1 - c^2}} \end{aligned} \right\}. \quad (15)$$

$H; f(H), \left(\frac{H}{2}; f\left(\frac{H}{2}\right)\right), (0; f(0))$ წერტილებზე უამრავი წირის გავლება შეიძლება, აუცილებელია ვიპოვოთ ფუნქციათა ისეთი კლასი, რომელშიც იარსებებს ერთადერთი ფუნქცია, რომელიც დააკმაყოფილებს (15) პირობას, ხოლო ამ ფუნქციის რიგი არ გადააჭარბებს 3-ს. ვიპოვოთ $p(z)$ ფუნქცია, რომელსაც *ლაგრანჟის* საინტეგრაციო მრავალწევრი ეწოდება.

$$\begin{aligned} p(z) &= \frac{\left(z - \frac{H}{2}\right)(z - H)}{\left(0 - \frac{H}{2}\right)(0 - H)} f(0) + \frac{(z - 0)(z - H)}{\left(\frac{H}{2} - 0\right)\left(\frac{H}{2} - H\right)} f\left(\frac{H}{2}\right) + \frac{(z - 0)\left(z - \frac{H}{2}\right)}{(H - 0)\left(H - \frac{H}{2}\right)} f(H) = \\ &= \frac{\left(z - \frac{H}{2}\right)(z - H)}{\frac{H^2}{2}} f(0) + \frac{z(z - H)}{\frac{H^2}{2}} f\left(\frac{H}{2}\right) + \frac{z(z - H)}{\frac{H}{2}} f(H) = \frac{2}{H^2} \left[\left(z - \frac{H}{2}\right)(z - H) \right] f(0) + \\ &+ z(z - H) f\left(\frac{H}{2}\right) + z(z - H) f(H) = \frac{2}{H^2} \left[\left(z^2 - \frac{H}{2} z - Hz + \frac{H^2}{2}\right) f(0) + (z^2 - Hz) f\left(\frac{H}{2}\right) + \right. \\ &\left. + \left(z^2 - \frac{H}{2} z\right) f(H) \right] = \frac{2}{H^2} \left[\left(z^2 - \frac{3H}{2} z + \frac{H^2}{2}\right) f(0) \right] - \left[\frac{2}{H^2} (z^2 - Hz) f\left(\frac{H}{2}\right) \right] + \left[\frac{2}{H^2} \left(z^2 - \frac{H}{2} z\right) f(H) \right] \end{aligned} \quad (16)$$

$$p(z) = \frac{2}{H^2} \left[\left(z^2 - \frac{3H}{2}z + \frac{H^2}{2} \right) \frac{c}{\pm\sqrt{1-c^2}} \right] - \frac{2}{H^2} \left[\frac{\gamma^2 \frac{H^2}{4} - c}{\gamma \frac{H}{2} \operatorname{tg}\varphi \pm c \sqrt{\gamma^2 \frac{H^2}{4} \operatorname{tg}^2 \varphi - c^2 + 1}} \right] + \frac{2}{H^2} \left[\frac{\gamma^2 H^2 - c^2}{\gamma H \operatorname{tg}\varphi \pm c \sqrt{\gamma^2 H^2 \operatorname{tg}^2 \varphi - c^2 + 1}} \right] \quad (17)$$

ტოლობის მარჯვენა მხარის მოდიფიცირებით მივიღებთ:

$$p(z) = \frac{2}{H^2} \left(\frac{c}{\pm\sqrt{1-c^2}} - \frac{\gamma^2 \frac{H^2}{4} - c}{\gamma \frac{H}{2} \operatorname{tg}\varphi \pm c \sqrt{\gamma^2 \frac{H^2}{4} \operatorname{tg}^2 \varphi - c^2 + 1}} + \frac{\gamma^2 H^2 - c^2}{\gamma H \operatorname{tg}\varphi \pm c \sqrt{\gamma^2 H^2 \operatorname{tg}^2 \varphi - c^2 + 1}} \right) z^2 + \left(\frac{3c}{\pm 2\sqrt{1-c^2}} - \frac{\gamma^2 \frac{H^3}{2} - 2c^2 H}{\gamma \frac{H}{2} \operatorname{tg}\varphi \pm c \sqrt{\gamma^2 \frac{H^2}{4} \operatorname{tg}^2 \varphi - c^2 + 1}} + \frac{c^2 \frac{H}{2} - \gamma \frac{H^3}{2}}{\gamma H \operatorname{tg}\varphi \pm c \sqrt{\gamma^2 H^2 \operatorname{tg}^2 \varphi - c^2 + 1}} \right) z + \frac{H^2 c}{\pm 2\sqrt{1-c^2}}$$

შევაფასოთ ცდომილება $R(z)$

$$R(z) = \frac{H^2}{192} \left(\frac{\gamma^2 z^2 - c^2}{\gamma z \operatorname{tg}\varphi \pm c \sqrt{\gamma^2 z^2 \operatorname{tg}^2 \varphi + \gamma^2 z^2 - c^2}} \right)''' = \frac{H^2}{192} \left(\frac{\left(\gamma z + \operatorname{tg}\varphi \pm \frac{2z}{c \sqrt{\gamma^2 z^2 \operatorname{tg}^2 \varphi + \gamma^2 z^2 - c^2}} \gamma^2 z^2 - c^2 \right)''}{\gamma \left(z \operatorname{tg}\varphi \pm c \sqrt{\gamma^2 z^2 \operatorname{tg}^2 \varphi + \gamma^2 z^2 - c^2} \right)^8} \right)'' = \frac{H^2}{192} \left(\frac{\left(\frac{2\gamma z + \operatorname{tg}\varphi \pm \frac{2\sqrt{\gamma^2 z^2 \operatorname{tg}^2 \varphi + \gamma^2 z^2 - c^2}}{8c - 3\sqrt{\gamma^2 z^2 \operatorname{tg}^2 \varphi + \gamma^2 z^2 - c^2}}}{\gamma \left(z \operatorname{tg}\varphi \pm c \sqrt{\gamma^2 z^2 \operatorname{tg}^2 \varphi + \gamma^2 z^2 - c^2} \right)^8} \right)} \right) \quad (18)$$

რადგან ინტეგრალქვეშა ფუნქციის რიგი არ აღემატება 3-ს, ამიტომ $\lim_{z \rightarrow 0} |R(z)| = 0$, მაშასადამე $R(z)$ ცდომილების უგულებელყოფა შეიძლება. საბოლოოდ *სიმბხონის* ფორმულა მიიღებს სახეს:

$$X = \int \frac{\gamma^2 z^2 - c^2}{\gamma z \operatorname{tg}\varphi \pm c \sqrt{\gamma^2 z^2 \operatorname{tg}^2 \varphi + \gamma^2 z^2 - c^2}} dz \approx \frac{H}{18} \left\{ \frac{2}{H^2} \left[\frac{c}{\pm\sqrt{1-c^2}} - \frac{\gamma^2 \frac{H^2}{4} - c}{\gamma \frac{H}{2} \operatorname{tg}\varphi \pm c \sqrt{\gamma^2 \frac{H^2}{4} \operatorname{tg}^2 \varphi - c^2 + 1}} + \right. \right.$$

$$\left. \begin{aligned}
 & + \frac{\gamma^2 H^2 - c^2}{\gamma H \operatorname{tg} \varphi \pm c \sqrt{\gamma^2 H^2 \operatorname{tg}^2 \varphi - c^2 + 1}} \right\} z^2 + \left[\frac{3c}{\pm \sqrt{1-c^2}} - \frac{\gamma^2 \frac{H^2}{2} - 2c^2 H}{\gamma \frac{H}{2} \operatorname{tg} \varphi \pm c \sqrt{\gamma^2 \frac{H^2}{4} \operatorname{tg}^2 \varphi - c^2 + 1}} + \right. \\
 & \left. + \frac{\gamma^2 H^2 - c^2}{\gamma H \operatorname{tg} \varphi \pm c \sqrt{\gamma^2 \frac{H^2}{4} \operatorname{tg}^2 \varphi - c^2 + 1}} + \frac{c^2 \frac{H}{2} - \gamma \frac{H^3}{2}}{\gamma H \operatorname{tg} \varphi \pm c \sqrt{\gamma^2 H^2 \operatorname{tg}^2 \varphi - c^2 + 1}} \right] z + \frac{H^2 c}{\pm 2\sqrt{1-c^2}} \left. \right\} \quad (19)
 \end{aligned}$$

ამ რთული მათემატიკური ჩანაწერის კომპიუტერული პროგრამებით გაანგარიშება სირთულეს არ წარმოადგენს.

განვიხილოთ კონკრეტული მაგალითი, როდესაც $\varphi = 15^\circ$, $c = 0,04$ მპა, $\gamma = 20$ კნ/მ³, $H = 15$ მ.

ცხრილი 1

სიღრმე	$\operatorname{tg} \varphi$	Z (მ)	$\gamma H^2 - c^2$	$c \sqrt{\gamma^2 \frac{H}{4} \operatorname{tg}^2 \varphi - c^2 + 1}$	$1 - c^2$	X
Z ₁	0,027	2	9000	0,17	0,9	1,25
Z ₂	0,027	4	9000	0,17	0,9	3,6
Z ₃	0,027	6	9000	0,17	0,9	7,3
Z ₄	0,027	8	9000	0,17	0,9	10,7
Z ₅	0,027	10	9000	0,17	0,9	15,6
Z ₆	0,027	12	9000	0,17	0,9	20,5
Z ₇	0,027	15	9000	0,17	0,9	27,8

ზემოთ მიღებული ზღვრულ-წონასწორული ფორმა არ შეიცავს ჰიდრომექანიკური წნევის ძალის გავლენას ფერდოს მდგრადობაზე. ამ ფაქტორის გათვალისწინებით მოვახდინოთ ნახ. 1-ზე მოცემული სქემის ანალიზი. განვიხილოთ მრუდის ნებისმიერ M წერტილში ყველა მოქმედი ძალის ზღვრული წონასწორობა ისეთი გრუნტებისათვის, რომლებიც ხასიათდება ძირითადი სიმტკიცობრივი პარამეტრების: შინაგანი ხახუნის კუთხისა და ბმულობის ხვედრითი ძალით. ამასთანავე, დაძაბული მდგომარეობის ფორმირებაში მონაწილეობს ჰიდრომექანიკური წნევის ძალა F, რომლის გასაშუალებელი ვექტორი X ღერძთან ადგენს β კუთხეს.

P_z წარმოადგენს ვერტიკალურ მდგენელს, რომელიც აიღება, როგორც იდენტური ჰიდროდინამიკური წნევისა და ემორჩილება განაწილების ხაზოვან კანონს. სრული წნევის მეორე კომპონენტი P_x აიღება სპეციალურ ლიტერატურაში [2, 3] გაბატონებული კონცეფციების მიხედვით, გვერდითი წნევის განსაზღვრის ანალოგიურად, რომელიც წარმოადგენს მთავარი წნევის რაღაც ფუნქციას.

ზღვრული წონასწორობის პირობა M წერტილში გავლებული τ-τ და n-n სიბრტყეში რეალიზებულია ხახუნის დეფორმაციის ცნობილი კანონით, რომელიც ჩაიწერება შემდეგი სახით:

$$\Sigma F_\tau = \operatorname{tg} \varphi \Sigma F_n + c. \quad (20)$$

ნახ. 1-ზე მოცემული ძალები დავაგეგმილოთ ჯერ ტანგენციალურ და ნორმალურ

მდგენელებზე და განვსაზღვროთ F_x და F_z სიდიდეები. დავწეროთ თითოეული დასაბეგმი-
ლებელი ძალის მნიშვნელობა:

$$\sum F_\tau = P_x \cos \alpha + P_z \sin \alpha + D \cos(\alpha - \beta), \quad (21)$$

$$\sum F_n = -P_x \sin \alpha + P_z \cos \alpha - D \cos(\alpha - \beta). \quad (22)$$

შემოვიტანოთ აღნიშვნები:

$$\begin{aligned} P_x &= a_1 z, \quad a_1 = \gamma \operatorname{tg}^2(45^\circ - \varphi/2), \quad P_z = a_2 z, \\ a_2 &= \gamma, \quad D = a_3 z, \quad a_3 = \gamma_0 I \end{aligned} \quad (23)$$

აღნიშვნები შევიტანოთ ფორმულაში (20):

$$a_1 z \cos \alpha + a_2 z \sin \alpha + a_3 z \cos(\alpha - \beta) = \operatorname{tg} \varphi \times [-a_1 z \sin \alpha + a_2 z \cos \alpha - a_3 z \sin(\alpha - \beta)] + c \quad (24)$$

სადაც $P_x = \gamma z \operatorname{tg}^2(45^\circ - \varphi/2)$ არის გვერდითი წნევა;

$P_z = \gamma z$ - სამთო წნევა;

$D = \gamma_0 z$ - ჰიდროდინამიკური წნევა;

$\alpha - M$ წერტილზე გავლებული მხების მიერ შედგენილი კუთხე x დერძთან;

c - გრუნტის ბმულობის ხვედრითი ძალა;

γ - გრუნტის კუთრი წონა.

გავამარტივოთ (24) ფორმულა:

$$\begin{aligned} a_1 z \cos \alpha + a_2 z \sin \alpha + a_3 z (\cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta) &= \\ = \operatorname{tg} \varphi [-a_1 z \sin \alpha + a_2 z \cos \alpha - a_3 z (\sin \alpha \cos \beta - \cos \alpha \sin \beta)] + c & \\ a_1 z \cos \alpha + a_2 z \sin \alpha + a_3 z \cos \alpha \cos \beta + a_3 z \sin \alpha \sin \beta &= \\ = f(-a_1 z \sin \alpha + a_2 z \cos \alpha - a_3 z \sin \alpha \cos \beta - a_3 z \cos \alpha \sin \beta) + c & \end{aligned} \quad (25)$$

$$\begin{aligned} a_1 z \cos \alpha + a_2 z \sin \alpha + a_3 z \cos \alpha \cos \beta + a_3 z \sin \alpha \sin \beta &= \\ = -fa_1 z \sin \alpha + fa_2 z \cos \alpha - fa_3 z \sin \alpha \cos \beta + fa_3 z \cos \alpha \sin \beta + c & \\ a_1 z \cos \alpha + z \cos \alpha \cos \beta - fa_2 z \cos \alpha - fa_3 z \cos \alpha \sin \beta + a_2 z \sin \alpha + & \\ + a_3 z \sin \alpha \sin \beta + fa_1 z \sin \alpha + fa_3 z \sin \alpha \cos \beta - c = 0 & \end{aligned} \quad (26)$$

$$z \cos \alpha (a_1 + a_3 \cos \beta - fa_2 - fa_3 \sin \beta) + z \sin \alpha (a_2 + a_3 \sin \beta + fa_1 + fa_3 \cos \beta) - c = 0.$$

(26)-ე ფორმულაში შემოვიტანოთ აღნიშვნები:

$$A = a_2 + a_3 \sin \beta + fa_1 + fa_3 \cos \beta, \quad (27)$$

$$B = a_1 + a_3 \cos \beta - fa_2 - fa_3 \sin \beta.$$

(26)-ე მიიღებს სახეს:

$$Az \sin \alpha = Bz \cos \alpha + c, \quad (28)$$

$$Az \operatorname{tg} \alpha = Bz + \frac{c}{\cos \alpha}, \quad (29)$$

$$Az \frac{dz}{dx} = Bz + c \sqrt{1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2} dx. \quad (30)$$

ფერდოს ამსახველი მრუდი აზრობრივად გავყოთ წერტილით ორ ნაწილად, სადაც:
1) წარმოებული ნაკლებია 1-ზე (ქვედა შტო), და 2) წარმოებული მეტია 1-ზე (ზედა შტო).
ჩვენი ამოცანიდან გამომდინარე, განსაკუთრებული ყურადღება გავამახვილოთ ქვედა

შტოზე ე.ი. სადაც $\frac{dz}{dx} < 1$:

$$Az + Bz \frac{dz}{dx} = c \sqrt{1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2} \quad (31)$$

განტოლების ამოსახსნელად გამოვიყენოთ მიახლოებითი ფორმულა

$$\sqrt{1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2} \approx 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{dz}{dx}\right)^2, \quad (32)$$

რის შედეგადაც გარდაქმნებით მივიღებთ:

$$Az + Bz \frac{dz}{dx} = c \left[1 + \frac{1}{2} \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 \right] \rightarrow Az + Bz \frac{dz}{dx} = \frac{2c + c \left(\frac{dz}{dx}\right)^2}{2} \rightarrow 2Az + 2Bz \frac{dz}{dx} = 2c + c \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 \rightarrow$$

$$c \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 - 2Bz \frac{dz}{dx} + (2c - 2Az) = 0$$

$$\frac{dz}{dx} = \frac{Bz \pm \sqrt{B^2 z^2 - c(2c - 2Az)}}{c} = \frac{Bz \pm \sqrt{B^2 z^2 + 2Acz - 2c^2}}{c}$$

$$\left(\frac{dz}{dx}\right)_1 = \frac{Bz + \sqrt{B^2 z^2 + 2Acz - 2c^2}}{c} \quad \text{და} \quad \left(\frac{dz}{dx}\right)_2 = \frac{Bz - \sqrt{B^2 z^2 + 2Acz - 2c^2}}{c}$$

განვიხილოთ თითოეული შემთხვევა ცალ-ცალკე:

$$\int \frac{dz}{Bz + \sqrt{B^2 z^2 + 2Acz - 2c^2}} = \frac{Bz - \sqrt{B^2 z^2 + 2Acz - 2c^2}}{-2Acz + 2c^2} dz = \int \frac{Bz dz}{-2Acz + 2c^2} + \int \frac{\sqrt{B^2 z^2 + 2Acz - 2c^2}}{2Acz - 2c^2} dz \quad (34)$$

გავამარტივოთ პირველი შესაკრები

$$\begin{aligned} \int \frac{Bz dz}{-2Acz + 2c^2} &= \frac{B}{2c} \int \frac{z dz}{Az - c} = -\frac{B}{2Ac} \int \frac{Az - c + c}{Az - c} = -\frac{B}{2Ac} \left[1 + \frac{c}{Az - c} \right] dz = -\frac{B}{2Ac} \left[z + c \int \frac{dz}{Az - c} \right] = \\ &= -\frac{B}{2Ac} \left[z + c \int \frac{dz}{Az - c} \right] = -\frac{B}{2Ac} \left[z + \frac{c}{A} \ln(Az - c) \right] \end{aligned} \quad (35)$$

გავამარტივოთ მეორე შესაკრები

$$\begin{aligned} \int \frac{\sqrt{b^2 z^2 + 2acz - 2c^2}}{2acz - 2c^2} dz &= \frac{1}{2c} \int \frac{\sqrt{b^2 z^2 + 2acz - 2c^2}}{(az - c)^2} dz = \frac{1}{2c} \int \sqrt{1 + \frac{b^2 z^2 + 2acz - 2c^2}{(az - c)^2}} - 1 dz = \\ &= \frac{1}{2c} \int \sqrt{1 + \frac{b^2 z^2 + 2acz - 2c^2 - a^2 z^2 + 2acz - c^2}{(az - c)^2}} dz = \frac{1}{2c} \int \sqrt{1 + \frac{(b^2 - a^2)z^2 + 4acz - 3c^2}{(az - c)^2}} dz \approx \\ &\approx \frac{1}{2c} \int \left(1 + \frac{(b^2 - a^2)z^2 + 4acz - 3c^2}{(az - c)^2} \right) dz = \frac{z}{2c} + \frac{1}{4c} \int \left(\frac{(b^2 - a^2)z^2 + 4acz - 3c^2}{(az - c)^2} \right) dz \end{aligned} \quad (36)$$

ინტეგრალქვეშა ფუნქციაში გამოვიყოთ მთელი ნაწილი

$$\left. \begin{aligned} &(b^2 - a^2)z^2 + 4acz - 3c^2 \\ &(b^2 - a^2)z^2 \pm \frac{2c(b^2 - a^2)}{a} + \frac{c(b^2 - a^2)}{a^2} \end{aligned} \right\} \frac{a^2 z^2 - 2acz + c^2}{\frac{b^2 - a^2}{a^2}} \quad (37)$$

მაშინ

$$2c\left(2a + \frac{b^2 - a^2}{a}\right)z - c^2\left(3 + \frac{b^2 - a^2}{a^2}\right) = \frac{2c(a^2 + b^2)}{a}z - \frac{c(2a^2 + b^2)}{a^2}$$

მიღებული ტოლობა შევიტანოთ (36)-ში:

$$\begin{aligned} & \frac{z}{2c} + \frac{1}{4c} \left[\int \left(\frac{b^2 + a^2}{a^2} + \frac{\frac{2c(a^2 + b^2)}{a}z - \frac{c^2(2a^2 + b^2)}{a^2}}{a^2 z^2} \right) dz = \right. \\ & = \frac{z}{2c} + \frac{1}{4c} \left[\frac{b^2 + a^2}{a^2} z + \frac{2c(a^2 + b^2)}{a} \frac{1}{a^2} \int \left(\frac{z - \frac{c^2(2a^2 + b^2)}{a(a^2 + b^2)}}{z^2 - 2\frac{c}{a}z + \frac{c^2}{a^2}} \right) dz = \right. \\ & = \frac{z}{2c} + \frac{1}{4c} \left[\frac{b^2 - a^2}{a^2} z + \frac{2c(a^2 + b^2)}{a^3} \right] \int \left[\frac{c}{a} \frac{1}{\left(z - \frac{c}{a}\right)^2} + dz \right] - \frac{c^2(2a^2 + b^2)}{a(a^2 + b^2)} \int \frac{dz}{\left(z - \frac{c}{a}\right)^2} = \\ & = \frac{z}{2c} + \frac{1}{4c} \left\{ \frac{b^2 - a^2}{a^2} z + \frac{2c(a^2 + b^2)}{a^3} \left[\frac{c}{a} \int \frac{dz}{\left(z - \frac{c}{a}\right)^2} + \int \frac{dz}{z - \frac{c}{a}} - \frac{c}{a} \frac{2a^2 + b^2}{a^2 + b^2} \int \frac{dz}{z - \frac{c}{a}} \right] \right\} = \\ & = \frac{z}{2c} + \frac{1}{4c} \left\{ \frac{b^2 - a^2}{a^2} z + \frac{2c(a^2 + b^2)}{a^3} \left[\frac{c(b^2 - a^2)}{a^2 + b^2} \int \frac{dz}{\left(z - \frac{c}{a}\right)^2} + \int \frac{dz}{z - \frac{c}{a}} \right] \right\} = \\ & = \frac{z}{2c} + \frac{1}{4c} \left\{ \frac{b^2 - a^2}{a^2} z + \frac{2c(a^2 + b^2)}{a^3} \left[\frac{ac(b^2 - a^2)}{a^2 + b^2} \int \frac{dz}{(az - z)^2} + a \int \frac{dz}{az - c} \right] \right\} = \\ & = \frac{z}{2c} + \frac{1}{4c} \left\{ \frac{b^2 - a^2}{a^2} z + \frac{2c(a^2 + b^2)}{a^3} \left[\frac{c(b^2 - a^2)}{a^2 + b^2} \left(-\frac{1}{az - c} \right) + \ln(az - c) \right] \right\} = \\ & = \frac{z}{2c} + \frac{1}{4c} \left\{ \frac{b^2 - a^2}{a^2} z + \frac{2c(a^2 + b^2)}{a^3} \left[\ln(az - c) + \frac{c(b^2 - a^2)}{a^2 + b^2} \frac{1}{az - c} \right] \right\} \end{aligned} \quad (38)$$

(35)-ე და (38)-ე შევიტანოთ (34)-ში, გვექნება:

$$\frac{x}{c} = -\frac{b}{2ac} \left[z + \frac{c}{a} \ln(az - c) \right] + \frac{z}{2c} + \frac{1}{4c} \left\{ \frac{b^2 - a^2}{a^2} z + \frac{2c(a^2 + b^2)}{a^3} \left[\ln(az - c) + \frac{c(b^2 - a^2)}{a^2 + b^2} \frac{1}{az - c} \right] \right\} \quad (39)$$

$$X = -\frac{b}{2a} \left[z + \frac{c}{a} \ln(az - c) \right] + \frac{z}{2} + \frac{1}{4} \left\{ \frac{b^2 - a^2}{a^2} z + \frac{2c(a^2 + b^2)}{a^3} \left[\ln(az - c) + \frac{c(b^2 - a^2)}{a^2 + b^2} \frac{1}{az - c} \right] \right\} + G \quad (40)$$

განვიხილოთ მეორე შემთხვევა

$$\left(\frac{dz}{dx}\right)_2 = \frac{Bz - \sqrt{B^2 z^2 + 2Acz - 2c^2}}{c} \quad (41)$$

$$\int \frac{dz}{Bz - \sqrt{B^2 z^2 + 2Acz - 2c^2}} = \int \frac{dx}{c} + G$$

ე.ი.

$$\frac{x}{c} = \int \frac{dz}{Bz - \sqrt{B^2 z^2 + 2Acz - 2c^2}} - G \quad (42)$$

სადაც G – ინტეგრირების მუდმივაა:

$$\int \frac{dz}{bz - \sqrt{b^2 z^2 + 2acz - 2c^2}} = \int \frac{bz + \sqrt{b^2 z^2 + 2acz - 2c^2}}{-2acz + 2c^2} = \int \frac{bz dz}{-2acz + 2c^2} + \int \frac{\sqrt{b^2 z^2 + 2acz - 2c^2}}{-2acz + 2c^2} dz \quad (43)$$

გავამარტივოთ პირველი შესაკრები. როგორც ვიცით:

$$\int \frac{bz dz}{-2acz + 2c^2} = -\frac{b}{2ac} \left[z + \frac{c}{a} \ln(az - c) \right] \quad (44)$$

გარდავქმნათ მეორე შესაკრები:

$$\int \frac{\sqrt{b^2 z^2 + 2acz - 2c^2}}{-2acz + 2c^2} dz = -\int \frac{\sqrt{b^2 z^2 + 2acz - 2c^2}}{2acz - 2c^2} dz \quad (45)$$

უკანასკნელი ინტეგრალი ზემოთ გამოთვლილი ინტეგრალისაგან განსხვავდება მხოლოდ ნიშნით, ამიტომ

$$\int \frac{\sqrt{b^2 z^2 + 2acz - 2c^2}}{-2acz + 2c^2} dz = -\frac{z}{2c} - \frac{1}{4c} \left\{ \frac{b^2 - a^2}{a^2} z + \frac{2c(a^2 + b^2)}{a^3} \left[\ln(az - c) + \frac{c(a^2 - b^2)}{a^2 + b^2} \frac{1}{az - c} \right] \right\} \quad (46)$$

(43)-ე და (44)-ე შევიტანოთ (42)-ში, გვექნება:

$$\frac{x}{c} = -\left[\frac{b}{2a} \left[z + \frac{c}{a} \ln(az - c) \right] + \frac{z}{2} + \frac{1}{4} \left\{ \frac{b^2 - a^2}{a^2} z + \frac{2c(a^2 + b^2)}{a^3} \left[\ln(az - c) + \frac{c(a^2 - b^2)}{a^2 + b^2} \frac{1}{az - c} \right] \right\} \right] + G \quad (47)$$

სასაზღვრო პირობაა $x = z$.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ ჩვენ მივიღეთ შეზღუდვა ინტეგრებისათვის, რომლის წარმოებულზე მეტია 1-ზე, ხოლო თვით ამ წერტილის ზედა ზღვრად მიღების შემთხვევაში პირველი მიახლოებით შეიძლება მივიჩნიოთ, რომ $x = z$. რაც ნიშნავს, რომ ინტეგრების მუდმივა არის ნულის ტოლი. დასმულ ამოცანაში ამ შეზღუდვის გათვალისწინება საშუალებას მოგვცემს დავადგინოთ ფერდოს ზღვრული-წონასწორობის ამსახველი მრუდი შემდეგი დამოკიდებულების საფუძველზე $G = 0$

$$X = -\frac{b}{2a} \left[z + \frac{c}{a} \ln(az - c) + \frac{z}{2} + \frac{1}{4} \left\{ \frac{b^2 - a^2}{a^2} z + \frac{2c(a^2 + b^2)}{a^3} \left[\ln(az - c) + \frac{c(a^2 - b^2)}{a^2 + b^2} \frac{1}{az - c} \right] \right\} \right].$$

დასკვნა

თუ გავითვალისწინებთ ფუნქციის შესაძლო წყვეტას, მაშინ წინასწარ მიღებული მრუდის აპროქსიმაციით რომელიმე რიგის პოლინომთან, შესაძლებლობა გვეძლევა, ამოხსნის განზოგადება მოვახდინოთ მრავალშრიან ანიზოტროპულ ფერდოზე, რაც ცხადია სცილდება ჩვენი კვლევის ფარგლებს და მოითხოვს სპეციალურ მათემატიკურ კვლევას.

მიღებული შედეგები წარმოადგენს საკითხის მკაცრად დასმას მექანიკა-მათემატიკის პოზიციებიდან და ამდენად, ეს პირველი ცდა ნათელს მოჰფენს მომავალ კვლევებში მთელ რიგ, ჯერჯერობით არასრულყოფილად გაშუქებული აზრის ფიზიკურ ასხნას.

ლიტერატურა

1. ყრუაშვილი ი., ლობჯანიძე ზ. მდგრადობის კრიტერიუმებით ნიადაგ-გრუნტების წყლისმიერი ეროზიის შეფასება. //აგრარული მეცნიერების პრობლემები. სსაუ, თბილისი, 2000, გვ. 320-328.
2. Купрейшвили Ш.З., Мебония Н.Г., Кавтуашвили Д.С. Экспериментальное исследование начального градиента фильтрации в высокодисперсных глинистых сорбентах. //„Проблемы Аграрной наук, сб. научных трудов, ГГАУ, т. XXXII, Тбилиси, 2005, с. 161-164.
3. Голованов А.И., Айдаров И.П., Григоров М.С. и др. Мелиорация земель. Издательство: Колос, 2011, 320 с.
4. Мирцхулава Ц.Е. Основы физики и механики эрозии русел. Л., Гидрометеиздат, 1990, 312 стр.
5. Алтунин В.С. Деформация русел каналов. М., Колос, 1978, 120 с.

ფერდოს მღვრადი ფორმის ამსახველი ფუნქციონალური დამოკიდებულებანი

ზ. ლობჯანიძე,¹ ნ. მეზონია,² თ. კვარაცხელია³

Email: zurablobjanidze@mail.ru

1) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, 0162, ქ. თბილისი, საქართველო

2) საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი
დ. აღმაშენებლის ხეივანი მე-13 კმ. 0131, ქ. თბილისი, საქართველო

3) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
მ. კოსტავას ქ. 77, 0175, ქ. თბილისი, საქართველო

შესავალი

ფერდოს ზღვრული წონასწორული ზედაპირის განსაზღვრა, რომლის ყველა წერტილში წარმოშობილი მსხვილი და ნორმალური ძაბვები აკმაყოფილებენ ძვრის დეფორმაციის პირობას, ხახუნის უნივერსალური კანონის შესაბამისად წარმოადგენს გამოყენებითი მექანიკის ერთ-ერთ ურთულეს ამოცანას.

გრუნტის მასივების მდგრადობა წარმოადგენს გრუნტის ზღვრული დაძაბული მდგომარეობის კერძო ამოცანას, თუმცა გააჩნია მეტად არსებითი თავისებურებანი, განპირობებული ტანების დეფორმაციისა და მოძრაობის სპეციფიკით მათი წონასწორობის დარღვევის პირობებში.

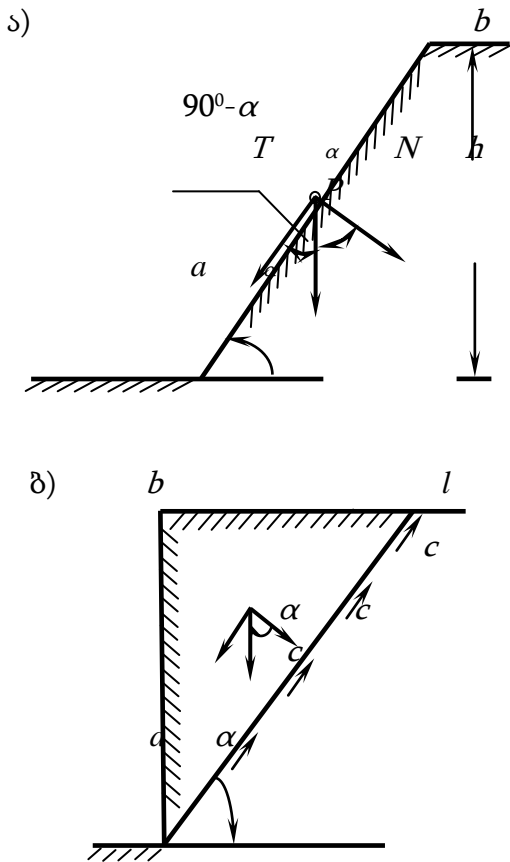
ძირითადი ნაწილი

შეფხერდეთ გრუნტის მასივების მდგრადობის ანგარიშის ზოგიერთ ძირითად პრინციპზე, რათა გამოვკვეთოთ იმ განსახილველ ამოცანათა არსი და მათი გადაწყვეტის მეთოდები, რომლებიც შედარებით ფართოდაა გამოყენებული პრაქტიკაში. ამ საკითხზე გამოქვეყნებული მრავალრიცხოვანი ნაშრომებიდან განსაკუთრებით აღსანიშნავია მონოგრაფია [1], რომელშიც ფართოდ აისახა და მკაცრი მათემატიკური ინტერპრეტაცია კპოვა დღემდე არსებულმა ყველა მეთოდმა უწყვეტი დრეკად-დეფორმირებადი ტანის მექანიკის პოზიციებიდან. გრუნტის მასივის მდგრადობის რღვევის ძირითადი მიზეზია ეროზიული პროცესები და წონასწორობის დარღვევა. ცნობილია,

რომ ეროზიული პროცესები ვითარდება მდორედ, თითქმის შეუმჩნეველად და პროცესის ინტენსივობა დამოკიდებულია მეტეოროლოგიურ ფაქტორებზე და ფიზიკურ-გეოლოგიურ პირობებზე. გრუნტის მასივების წონასწორობის დარღვევა შეიძლება მოხდეს უეცრად გრუნტის მნიშვნელოვანი სიმძლავრის მქონე სხეულის დაცურებით ე.წ. დაცურების ზედაპირზე, რომლის ანალიზური კვლევა წარმოადგენს ფხვიერი ტანის სტატიკის ერთ-ერთ ძირითად საკითხს. ამ ტიპის დეფორმაცია ყველაზე მეტად გავრცელებულია, როგორც ბუნებრივ, ასევე ხელოვნურ ფერდობებზე და უშუალო შედეგია გრუნტის მასივზე დატვირთვების გაზრდის.

საინჟინრო გეოლოგიაში ზოგადი კლასიფიკაციის მიხედვით გრუნტის სხვადასხვა დეფორმაციები გაერთიანებულია საერთო სახელწოდებით „მეწყერები“ და წარმოდგენილია შემდეგ ძირითად სახეებად: 1. ბრუნვითი მეწყერი (ჩამოზვავების მრუდხაზოვანი ზედაპირით). 2. ძერის მეწყერი (დაფიქსირებული ზედაპირით). 3. გათხიერებული მეწყერი (ტალახოვანი, სოლიფლიქციური ნაკადები).

განვიხილოთ იდეალური ქვიშისაგან წარმოდგენილი ფერდო, ნახ. 1ა).



ნახ. 1. ა) იდეალური ფხვიერი გრუნტის ფერდოს ნაწილაკებზე მოქმედი ძალის სქემა; ბ) ბმული გრუნტის ვერტიკალურ მასივზე მოქმედი ძალის სქემა.

ქვიშის ფერდოზე თავისუფლად მდებარე ნაწილაკის წონის ვექტორს წარმოვადგენთ ნორმალური და ტანგენციალური მდგენელებით სახით (ნახ. 1ა). T ძალა ცდილობს დაძრას ნაწილაკი ფერდოს ძირის-

კენ, რასაც ეწინააღმდეგება ხახუნის წინაღობის ძალა T' , რომელიც კულონის კანონის მიხედვით პროპორციულია ნორმალური ძალის, ე.ი. $T' = fN$ (სადაც f – ხახუნის კოეფიციენტი). თუ ყველა ძალებს დავაგეგმილებთ ფერდოს დახრილ წახნაგის სიბრტყეზე, მაშინ სტატიკის ზღვრული წონასწორობის პირობის თანახმად

$$G \sin \alpha - fG \cos \alpha = 0, \quad (1)$$

საიდანაც $\operatorname{tg} \alpha = f$, მაგრამ, რადგან ხახუნის კოეფიციენტი ტოლია გრუნტის შინაგანი ხახუნის ანუ ბუნებრივი დახრილობის კუთხის $\operatorname{tg} \varphi$, ამიტომ $\alpha = \varphi$.

ფხვიერი გრუნტის ფერდოს დახრილობის კუთხე ზღვრული წონასწორობის პირობის დასაკმაყოფილებლად საჭიროა ტოლი იყოს გრუნტის შინაგანი ხახუნის კუთხის.

იდეალური ბმული გრუნტის წონასწორობის პირობას ვადგენთ ნახ. 1ბ-ზე მოცემული სქემის მიხედვით. პირველი მიახლოებით ვღებულობთ, რომ რაღაც h სიმაღლის ფერდოზე დაცურება მოხდება A ბრტყელ ზედაპირზე, რომელიც ჰორიზონტალურ სიბრტყესთან ადგენს α კუთხეს. მოქმედ აქტიურ ძალას აქ წარმოადგენს ABD პრიზმის წონა.

$$G = \frac{\gamma h^2}{2} \operatorname{ctg} \alpha, \quad (2)$$

სადაც γ არის გრუნტის კუთრი წონა, ნ/მ³.

G ძალა წარმოვადგინეთ Al სიბრტყის მიმართ ნორმალური და ტანგენციალური მდგენელებით. ძერის საწინააღმდეგო ძალა იდეალური ნიადაგ-გრუნტისათვის იქნება ბმულობის ხვედრითი ძალა განაწილებული Al სიბრტყეზე, ანუ $Al = h/\sin \alpha$.

ვინაიდან ABL პრიზმის ზედა l წერტილში წნევა იქნება ნულის ტოლი, ხოლო A წერტილში მაქსიმალური, მაშინ ბმულობის ხვედრითი ძალის საანგარიშო სიდიდედ შეიძლება ავიღოთ მისი ნახევარი, რაც საშუალებას იძლევა ელემენტარული გზით მივიღოთ გადაწყვეტა, რომელიც ემთხვევა

ზღვრული წონასწორობის თეორიის გადაწყვეტის ზუსტ შედეგს. წონასწორობის პირობა AI სიბრტყის მიმართ გვაძლევს:

$$\frac{\gamma h^2}{2} \operatorname{ctg} \alpha \cos \alpha - \frac{c}{2} \frac{h}{\sin \alpha} = 0. \quad (3)$$

აქედან

$$h = \frac{2c}{\gamma \sin 2\alpha}. \quad (4)$$

სიმაღლე h , რომლის ვერტიკალურ მდგომარეობაზეც „გამოიყენება“ ბმულობის ხვედრითი ძალა c თავის მაქსიმალურ მნიშვნელობას მიაღწევს, როცა $\sin 2\alpha = 1$ ანუ $\alpha = 45^\circ$.

შესაბამისად, ფერდოს ვერტიკალური უბნის მნიშვნელობა ტოლი იქნება

$$h = \frac{2c}{\gamma}. \quad (5)$$

ბმული გრუნტის ფერდოს შეიძლება ჰქონდეს შენარჩუნებული ვერტიკალური მდგომარეობა ბმულობის ხვედრითი ძალისა და გრუნტის კუთრი წონასწორული გარკვეული თანაფარდობის შემთხვევაში.

ჩვეულებრივ, იზოტროპული ფერდოსათვის განიხილება ორი ამოცანა: 1. განისაზღვროს გრუნტის ფერდოს თხემის ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მაქსიმალური და-

ტვირთვა, როდესაც ფერდოს წონასწორული მოხაზულობა უცვლელი რჩება და 2. განისაზღვროს ტოლწინააღობიანი ფერდოს ზღვრული სიძრუდის მქონე პროფილი. საანგარიშო სქემის მიხედვით ნახ. 2-ზე მოცემულია დიფერენციალური განტოლების გრაფო-ანალიზური მეთოდით ინტეგრების შედეგები.

$$P_{\text{ფ.}} = P_z \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \cos \varphi} + \operatorname{ctg} \varphi. \quad (6)$$

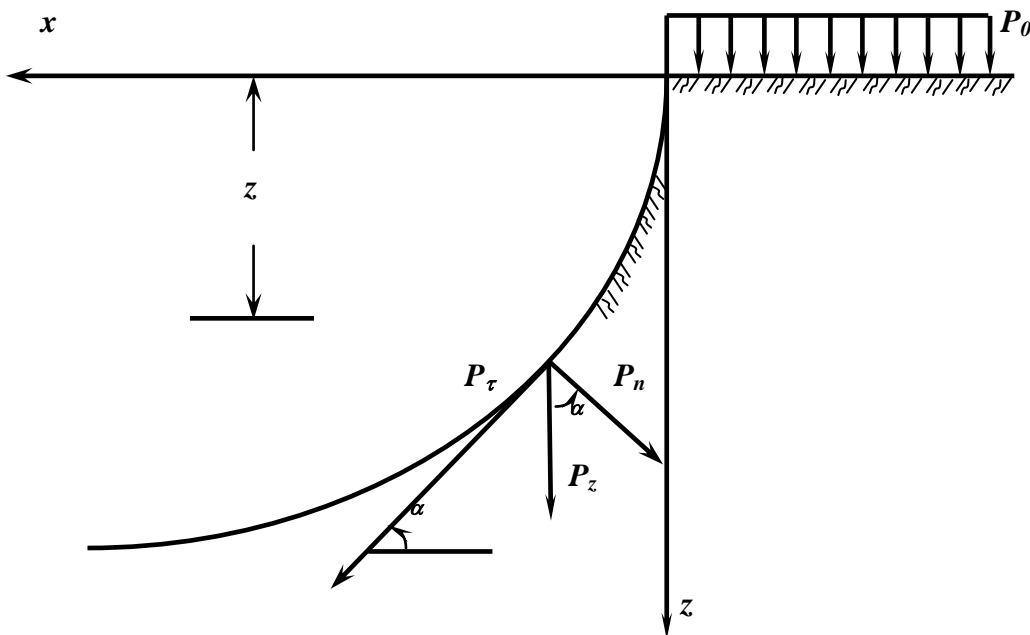
ფერდოს წონასწორული პროფილის კოორდინატები, როცა $\varphi \neq 0$ და $c \neq 0$, სათანადო დიფერენციალური განტოლების რიცხვითი მეთოდების გამოყენებით რეალიზებულია კომპიუტერულ ტექნიკაზე (ნახ. 3).

თანაბარწინააღობიანი ფერდოს ჰორიზონტალურ თხემზე ზღვრული წნევის სიდიდე [2] განისაზღვრება.

$$P_0 = P_z \frac{2c \cos \varphi}{1 - \sin \varphi}. \quad (7)$$

თუ ამ დატვირთვას განვიხილავთ, როგორც h სიმაღლის გრუნტის პრიზმის წონის ეკვივალენტს, მაშინ

$$P_1 = P_z \frac{2c \cos \varphi}{\gamma(1 - \sin \varphi)}. \quad (8)$$

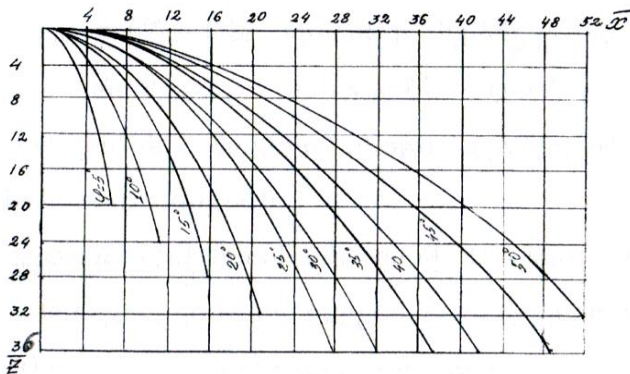


ნახ. 2. ბრტყელ ზედაპირიან ფერდოზე ზღვრული წნევის განსაზღვრის საანგარიშო სქემა

($\varphi=0$) – იდეალური ბმული გრუნტისათვის გვექნება ზემოთ მიღებული (4) ფორმულის ზუსტი ანალოგი. შემოთავაზებული, მრავალრიცხოვანი მეთოდებიდან დაცურების ზედაპირის ამსახველი მრუდის საპოვნელად, პრაქტიკაში ფართო გამოყენება პოვა წრიულ-ცილინდრულმა გრაფო-ანალიზურმა მეთოდმა. [3] ავტორი თვლის, რომ ეს მეთოდი იძლევა ფერდოს მოხაზულობის ზღვრული წონასწორული ფორმის განსაზღვრისას მდგრადობის გარკვეულ მარაგს და ეფუძნება ნატურული მონაცემების მასალებს. ფორმის შერჩევა ხდება სათანადო ანგარიშის საფუძველზე, რომელიც პასუხობს მდგრადობის ყველაზე არახელსაყრელ მდგომარეობას, მთელი რიგი დაშვებები ბუნებრივია მეთოდს მიახლოებით ხასიათს ანიჭებს. ავტორი [4] მიიჩნევს, რომ პრაქტიკაში იშვიათობას წარმოადგენს ფერდოს პროფილები, რომლებიც რამდენადმე, გარკვეული მიახლოებით ემსგავსებიან წრიულ-ცილინდრულ მრუდსაზოვან ზედაპირებს. მიუხედავად ამისა, ჩვენ საჭიროდ მივიჩნიეთ გარკვეული კრიტიკული შენიშვნების დართვით განვიხილოთ ამ მეთოდის პრინციპული საანგარიშო მოდელი და ცალკეული პარამეტრების განსაზღვრის სქემები.

დავუშვათ, რომ გრუნტის დასაცურებელი პრიზმის ზედაპირი წრიულ-ცილინდრულია, რომლის ცენტრიც მოთავსებულია O წერტილში.

თუ სტატისტიკის წონასწორობის პირობიდან ავიღებთ $\sum M_0 = 0$, მაშინ იგულის-



ნახ. 3. თანაბარწონასწორული ფერდოს მოხაზულობა ფარდობით კოორდინატებში

ხმება, რომ ყველა ძალების მომენტების ალგებრული ჯამი, აღებული O წერტილის მიმართ, ნულის ტოლია.

მომენტების განტოლების შესადგენად დაცურების პრიზმას ვყოფთ ცალკეულ ბლოკებად ვერტიკალური მსახველებით და პირობითად ვღებულობთ, რომ ბლოკის გრავიტაციული მდგენელი მოდებულია წონის ვექტორის ფუძესა და რკალის გადაკვეთის წერტილში, ხოლო ბლოკებს შორის მოქმედი გვერდითი გამბჯენი ძალები ერთმანეთს აბათილებენ. P_i წონის ძალას ვშლით მდგენელებად: N_i ემთხვევა რადიუსის მიმართულებას, T_i მისი მართობულია. ყველა ძალების მომენტების ალგებრული ჯამი ბრუნვის წერტილის მიმართ გვაძლევს წონასწორობის განტოლებას:

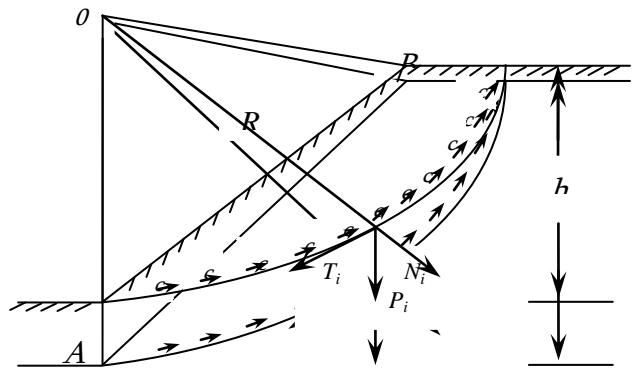
$$\sum T_i R - \sum N_i f R - ClR = 0 \quad (9)$$

ანუ

$$\sum T_i - \sum N_i f - Cl = 0. \quad (9^*)$$

(9) და (9^{*}) განტოლებაში მიღებულია შემდეგი აღნიშვნები:

- l – ძვრის რკალის AC სიგრძე;
- f და C – ხახუნის კოეფიციენტი და ბმულობის ხვედრითი ძალა;
- T_i და N_i – ბლოკის წონის მდგენელები, განსაზღვრული გრაფიკულად ან კიდევ მოცემულ წერტილში დახრის კუთხის გაზომვის შედეგად, სათანადო გაანგარიშებით მიიღება ელემენტარული ბლოკის მნიშვნელობები: $T_i = G_i \sin \alpha_i$; $N_i = G_i \cos \alpha_i$.



ნახ. 4. დაცურების წრიულცილინდრულ ზედაპირზე ფერდოს წონასწორობის საანგარიშო სქემა

მდგრადობის მარაგის კოეფიციენტი მიიღება დამჭერი და დამძრავი ძალების ჯამური მომენტების თანაფარდობით, ე.ი.

$$K = \frac{M_d}{M_{გრ}} = \frac{\left(\sum_{i=1}^{i=n} N_i f + Cl \right) R}{\sum_{i=1}^{i=n} T_i R} = \frac{\sum N_i f + Cl}{\sum T_i} \quad (10)$$

გაანგარიშება მოითხოვს არა მხოლოდ წინასწარ ნებისმიერად აღებულ რკალზე დამჭერ და დამძრავ ძალებს შორის თანაფარდობის დადგენას, არამედ სხვადასხვა რადიუსით შემოსახულ რკალზე K -ს შესაბამისი სიდიდის განსაზღვრას. მიღებული მნიშვნელობებიდან აიღება K -ს ყველაზე მინიმალური მნიშვნელობა. საკმაოდ ხშირად გამოიყენება ზღვრული წონასწორობის მიერ შემოთავაზებული მეთოდი, რაც ბულისხმობს K -ს ერთთან ტოლობას, ხოლო შესაბამისად, განსაზღვრული იმ C -ს უდიდესი მნიშვნელობის პოვნას, რომელიც პასუხობს ზღვრულ წონასწორობულ მდგომარეობას. მე-(10) დამოკიდებულებიდან $K = 1$ შემთხვევაში, გვაქვს:

$$C = \frac{\sum T_i - \sum N_i f}{l} \quad (11)$$

ყველა აღებული შესაძლო რადიუსებიდან აიღება C -ს მაქსიმალური მნიშვნელობა და (10) ფორმულის მიხედვით გამოითვლება მარაგის კოეფიციენტი.

წრიულცილინდრულ ზედაპირზე გრუნტის დაცურების მეთოდი არ ითვალისწინებს ბლოკის ვერტიკალურ წახნაგებზე ხახუნის ძალების არსებობას, რაც ერთ-ერთი ძირითადი ნაკლია ამ მეთოდის.

მდგრადობის კოეფიციენტის გასაანგარიშებლად ხშირად გამოიყენება შემდეგი სახის დამოკიდებულება:

$$K = Af + \frac{C}{\gamma h} B. \quad (12)$$

A და B კოეფიციენტები, დამოკიდებულია დასაცურებელი პრიზმის გეომეტრიულ ზომებზე და მათი მნიშვნელობები [5] მოცემულია ცხრილი 1-ის სახით.

ზემოთ მოყვანილი (12) ფორმულისა და ცხრილის მონაცემების მიხედვით ადვილად იანგარიშება მარაგის K კოეფიციენტი. ზღვრული წონასწორობის შემთხვევაში ფერდოს სიმაღლე გამოითვლება:

$$h = \frac{cB}{\gamma(K - fA)}. \quad (13)$$

ცხადია ზღვრული სიმაღლის დადგენა შესაძლებელია, როცა $K - fA > 0$.

ჩვენ დეტალურად განვიხილავთ ფერდოს ანგარიშის მეთოდს, რომელიც შემოთავაზებულია შრომაში [6].

გასულ წლებში შემოთავაზებულ იქნა გრუნტის სიმტკიცისა და, აქედან გამომდინარე, ფერდოს მდგრადობის შეფასების ის მეთოდი, რომელმაც მიიღო სახელწოდება „ტოლწინალობიანი ან თანაბარი სიმტკიცის ფერდო“. ამ მეთოდმა, სხვა მეთოდებთან ერთად გაიარა ფართო აპრობაცია. სიმბოლურად მეთოდი შეიძლება აღვნიშნოთ – „ F_M “, ამ მეთოდის გამოყენებით ჩატარებული გაანგარიშების შედეგების შედარებამ, მრავალრიცხოვან მცურავქანებიან ობიექტებზე, აჩვენა მისი მართებულობა.

ცხრილი 1

ფერდოს დახრა	დაცურების ზედაპირი ფუძის ზედაპირის ზემოთ		დაცურების ზედაპირი ფუძის ზედაპირის ქვემოთ							
			$Z_0 = 0,25h$		0.5h		1h		1,5h	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	2,34	5,79	2,56	6,10	3,17	5,92	4,32	5,80	5078	5,75
1,5	2,64	6,50	2,80	6,53	3,32	6,13	5,54	5,93	5,94	5,85
2,0	3,23	6,70	3,10	6,87	3,53	6,40	4,78	6,08	6,10	5,95
2,5	3,53	7,30	3,46	7,62	3,82	6,74	5,08	6,26	6,20	6,02
3,0	3,59	8,91	3,93	8,40	4,24	7,20	5,31	6,47	6,44	6,09

თითქმის ყველა შემთხვევაში ფერდოს მდგრადობის კოეფიციენტი ტოლი ან ახლოს აღმოჩნდა ერთთან. ამასთან ერთად, სხვა დანარჩენი მეთოდების გამოყენებით, იგივე საანგარიშო პარამეტრების მონაცემებით, ამ მაჩვენებლის რიცხვითი მნიშვნელობის ცვალებადობა მოხდა 2-დან 3-ის ფარგლებში, რაც წინასწარ მიღებული პოსტულატებისათვის არარეალურად უნდა ჩაითვალოს.

ზოგადი შეფასებით ყველაზე დაძაბულია (გადატვირთულია) ფერდოს ტანში ზონა, რომელიც მოთავსებულია ქვედა ნაწილში. ამ უბანში სიმტკიცის რღვევა ფერდოს ტანს გარკვეულწილად „ამუშავებს“ როგორც კონსოლს, რაც იწვევს მასში გამჭიმავი ძალებისა და შესაბამისი ნაპრალების წარმოქმნას. ამ პროცესის ფორმირებაში განსაკუთრებით არსებითი მნიშვნელობა გააჩნია ცოცვის, როგორც თიხებისათვის დამახასიათებელი რეოლოგიური თვისებების გამოვლინების ერთ-ერთ ყველაზე გავრცელებული დეფორმაციის ფორმას. ამის გამო გაანგარიშება საჭიროა ჩატარდეს შეუქცევადი ბმულობის ხისტი კავშირების უგულვებელყოფით, საერთო ბმულობის ხვედრითი ძალის შესაბამისად. წინააღმდეგობის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის საჭიროა ვისარგებლოთ ნახაზ 5-ზე მოცემული გრაფიკით.

f_p ძვრის წინააღმდეგობის კოეფიციენტი განისაზღვრება ძვრის წინააღმდეგობისა და შესაბამისი ნორმალური დატვირთვის თანაფარდობით, ე.ი.

$$f_p = \frac{\tau}{P}. \quad (14)$$

ნახ. 5-ის მიხედვით 1, 2 და 3 წერტილებში ძვრის წინააღმდეგობა შესაბამისად τ_1 , τ_2 და τ_3 , დატვირთვები (წნევები) კი P_1 , P_2 და P_3 .

თუ საერთო წინააღმდეგობის კუთხეს აღვნიშნავთ ψ , მაშინ

$$\tau = tg\psi P. \quad (15)$$

(13) და (14) დამოკიდებულებების შედარება გვაძლევს:

$$f_p = tg\psi. \quad (16)$$

ანუ

$$\psi = arctgf_p. \quad (17)$$

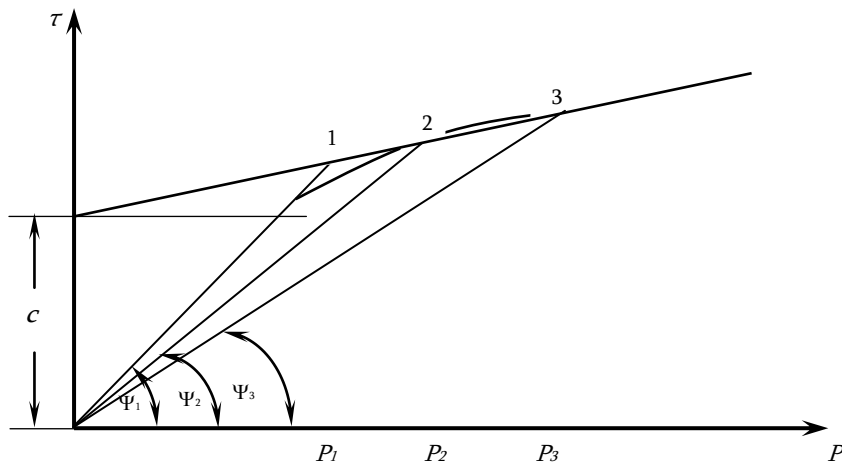
ψ – ძვრის წინააღმდეგობის კუთხე და შესაბამისად ძვრის კოეფიციენტი მცირდება დატვირთვის გაზრდასთან ერთად, ამიტომ ყველა შემთხვევაში ესა თუ ის რიცხვითი მნიშვნელობანი f_p და ψ მიესადაგება შესაბამის დატვირთვას P_1 , როცა გვაქვს ხაზოვანი დამოკიდებულება $\tau = f(P)$, ე.ი.

$$\tau = tg\psi P + C, \quad (18)$$

მაშინ

$$f_p = tg\psi + \frac{C}{P}. \quad (19)$$

მაშასადამე, როგორც ψ , ასევე f_p წარმოადგენს განზოგადებულ მაჩვენებლებს, რომლებიც ითვალისწინებენ გრუნტის ძირითად სიმტკიცობრივ პარამეტრებს შინაგანი ხახუნის კუთხისა ϕ და ბმულობის ხვედრითი ძალის სახით C .



ნახ. 5. ჯამური ძვრის წინააღმდეგობის კუთხის გრაფო-ანალიზური განსაზღვრა

მიღებული შედეგები არაცხადი სახით გამოხატავს განსახილველ წერტილში ისეთი კრიტიკული დაძაბული მდგომარეობის წარმოშობას, რომელიც შეესაბამება ჰიდროსტატიკური კანონის საფუძველზე ბრტყელ ამოცანაში ორი მთავარი ძაბვის ტოლობას.

ჩატარებული კვლევების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ წყლის გარემოში დანალექი გრუნტის ტანში ზედა შრეების დაწოლის შედეგად წარმოშობილი ძაბვების გათანაბრება ხდება განაწილების ისეთი კანონით, რომელიც უახლოვდება ჰიდროსტატიკურს და განსაკუთრებით თვალსაჩინო ხდება მცირე შინაგანი ხახუნის კუთხის მქონე თიხა გრუნტებისათვის. ფერდოს ზედაპირის ამსახველი მრუდის საპოვნელად ნახ. 6-ზე მოყვანილი სქემის მიხედვით „ F_M “ მეთოდის გამოყენების საფუძველზე იწერება ზღვრული წონასწორობის პირობა.

$$P_\tau = tg\varphi P_n + C. \quad (20)$$

ნახაზის მიხედვით $P_\tau = P_z \sin \alpha$, ხოლო $P_n = P_z \cos \alpha$.

ამასთან ერთად, თუ მივიღებთ, რომ წნევის გადაცემა ემორჩილება ჰიდროსტატიკურ კანონს, მაშინ $P_z = \gamma Z + P_0$ და განტოლება (20) მიიღებს სახეს:

$$(\gamma Z + P_0) \sin \alpha = tg\varphi(\gamma_z + P_0) \cos \alpha + C$$

$$tg\alpha = tg\varphi + \frac{C}{\gamma Z + P_0}. \quad (21)$$

აქ მიღებულია, რომ (21) განტოლების მეორე წევრში მამრავლი $\operatorname{cosec} \alpha = 1$ და ფერდოს ზღვრული წონასწორობის ამსახ-

ველი წირის ყველა წერტილში $tg\alpha = \frac{dz}{dx} = \varphi$,

ე.ი.

$$\frac{dz}{dx} = tg\varphi + \frac{C}{\gamma Z + P_0}. \quad (22)$$

P_0 შეიძლება გამოხატულ იქნეს გრუნტის პრიზმის ეკვივალენტური სიმაღლით

$$Z_{\text{ექ}} = \frac{P_0}{\gamma}.$$

(22) დიფერენციალური განტოლების ინტეგრალური სასაზღვრო პირობა $Z = 0$, $X = 0$ გვაძლევს:

$$X = \frac{1}{\gamma g^2 \varphi} (tg\varphi \gamma Z + C \ln(P_0 tg\varphi + C) - C \ln[tg\varphi(\gamma Z + P_0) + C]) \quad (23)$$

ფერდოს ტერასაზე თანაბრად განაწილებული დატვირთვის გარეშე, ე.ი. $P_0 = 0$, მივიღებთ:

$$X = \frac{1}{\gamma f^2} \left(f^2 \gamma Z + C \ln \frac{C}{f \gamma Z + C} \right). \quad (24)$$

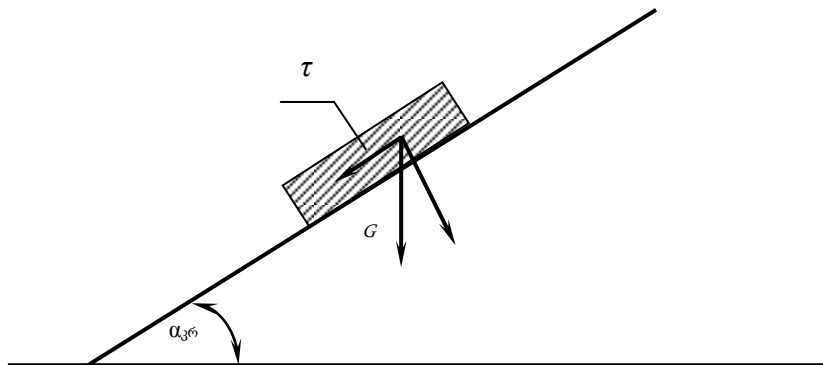
როცა დატვირთვა $P_0 \neq 0, Z = 0$ მაშინ ზღვრული წონასწორობის პირობა იქნება:

$$tg\alpha = \frac{dZ}{dx} = tg\varphi + \frac{C}{P_0}, \quad (25)$$

ხოლო როცა ერთდროულად $P_0 = 0, Z = 0$, მაშინ $tg\alpha = tg\varphi + \infty = \infty$, ე.ი. $\alpha = 90^\circ$, სადაც ფერდოს სიმაღლე $Z \rightarrow \infty$, მაშინ

$$tg\alpha = tg\varphi \text{ და } \alpha = \varphi.$$

ჩვენ არ ვეხებით იმ მათემატიკურ უზუსტობებს, რომელიც გამოყენებულია მიზნის მისაღწევად.



ნახ. 6. გრუნტის ზღვრული წონასწორობის ფერდოს ზედაპირის საანგარიშო სქემა

ნაკადის ზემოქმედების გათვალისწინება მხოლოდ იშვიათად, ცალკეულ კვლევებში განიხილება და ისიც მოვლენის ფიზიკის არასრულყოფილი სურათის გათვალისწინებით. კვლევებში ასევე ყურადღებას ვა-

მახვილებთ ისეთი კომპონენტის ექსპერიმენტულ განსაზღვრაზე და ხელსაწყოთა მუშაობის პრინციპებზე, რომლებიც ვერ უზრუნველყოფენ საანგარიშო პარამეტრების დადგენას როგორც ფიზიკური კონსტანტის იდენტიურ მახასიათებლებს.

ლიტერატურა

1. **Хоу В.Т.** Гидравлика открытых каналов. М. Стройиздат, 1969.
2. **Тевзадзе В.И.** Борьба с эрозийно-селевыми явлениями в Японии. //Ж. Гидромеханика и мелиорация, №2, 1998, с. 107-111.
3. **Абелишвили Г.В., Кацарава Т.Е.** Разработка и усовершенствование современных методов определения фильтрационных параметров грунтов. //Научно-технический отчет ГрузНИИГиМ, Тбилиси, 1968,
4. **Абелишвили Г.В. Кереселидзе Д.А.** Некоторые результаты исследований набухаемости глинистых почво-грунтов. //Труды ГрузНИИГиМ №28, Тбилиси, 1971.
5. **Абрамович И.Г. Левин В.И.** Уравнения математической физики. Изд. Наука, 1975, 289 с.
6. **Маслов Н.Н.** Основы инженерной геологии и механики грунтов. М., 1990.

АГРОМЕЛИОРАТИВНЫЙ КОМПЛЕКС МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПЛОДОРОДИЯ ЛЁГКИХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Мажайский Ю.А.,¹ Шуравилин А.В.,² Курчевский С.М.³

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации
имени А. Н. Костякова (Мещерский филиал)

² Российский университет дружбы народов

³ Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

Малопродуктивные дерново-подзолистые супесчаные почвы в Нечернозёмной зоне России занимают значительные площади. Только в Рязанской области они составляют 205,3 тыс. га или 14% от всех земель сельскохозяйственного назначения. Эти почвы для высокоэффективного использования нуждаются в применении комплекса агротехнических и агромелиоративных мероприятий. Данной проблеме посвящены работы ряда авторов [1÷3], которые установили высокую эффективность внесения органических удобрений (торфа и навоза) в сочетании с минеральными. Однако, до настоящего времени в условиях Рязанской области система мероприятий по высокопродуктивному использованию дерново-подзолистых супесчаных почв практически не разработана. В связи с этим целью работы являлась разработка агротехнических и агромелиоративных приёмов по повышению плодородия малопродуктивных дерново-подзолистых супесчаных почв в условиях Мещерской низменности Рязанской области.

Легкие минеральные почвы, обладающие слабой сорбционной способностью, не могут удерживать питательные вещества вносимых удобрений. Применение торфа и навоза на таких почвах влечет за собой улучшение физических, водных и биохимических свойств. Считается перспективным методом использования специфических популяций микроорганизмов и грибов [4].

Исследования по изучению влияния различных видов удобрений проводились в 2011-2013 гг. на экополигоне "Мещера" в опытно-производственном предприятии "Полково" в пределах

Рязанской Мещеры.

Почва, характеризовалась высокой плотностью сложения ($1,61 \text{ г/см}^3$). Плотность твердой фазы – $2,71 \text{ г/см}^3$, пористость – 40,5%. Полная влагоемкость в пахотном слое была равна 24,1 %, а наименьшая влагоемкость – 14,9%. Почва низко обеспечена гумусом (в среднем 1,31%), *pH* солевой вытяжки в верхнем слое почвы – 5,1 (слабокислая), содержание общего азота очень низкое – 0,028%, подвижного фосфора повышенное – 104 мг/кг, а обменного калия среднее – 72 мг/кг.

Опыт заложен по следующей схеме:

1. Без удобрений – контроль
2. $N_{30}P_{30}K_{60}$ – фон
3. Фон + навоз 25 т/га + торф 25 т/га
4. Фон + навоз 25 т/га + торф 25 т/га + микробный препарат "Байкал ЭМ-1"
5. Фон + навоз 25 т/га + торф 50 т/га
6. Фон + навоз 25 т/га + торф 50 т/га + микробный препарат "Байкал ЭМ-1"
7. Фон + навоз 25 т/га + торф 75 т/га
8. Фон + навоз 25 т/га + торф 75 т/га + микробный препарат "Байкал ЭМ-1"
9. Фон + навоз 25 т/га + торф 100 т/га
10. Фон + навоз 25 т/га + торф 100 т/га + микробный препарат "Байкал ЭМ-1"

Микробиологический препарат "Байкал ЭМ-1" (ЭМ) представляет собой водный раствор, содержащий комплекс микроорганизмов обитающих в природе, и продуктов их жизнедеятельности. Минеральные удобрения вносили ежегодно, как фон в дозе $N_{30}P_{30}K_{60}$.

При закладке опыта проводилось дискование

**АГРОМЕЛИОРАТИВНЫЙ КОМПЛЕКС МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПЛОДОРОДИЯ ЛЁГКИХ
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

дернины в два следа, внесение навоза и торфа, препарата "Байкал ЭМ-1" разведенного в воде 1:1000. Затем вспашка на глубину 18-20 см и ранневесеннее боронование. Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию. Опытная культура – реагент (горохоовсяная смесь). Горох сорт Рокет (40% в смеси) и овес – Горизонт (60% в смеси). Норма высева гороха 0,6 млн. всхожих семян на га, овса – 3,6 млн. всхожих семян на га. Посев осуществляли СЗ-3,6А, на глубину 4-6 см. После посева – прикапывание ЗККШ-6. Уборка механизированная и ручную.

Исследования проводились с использованием стандартных, общепринятых и современных методов, балансовых расчётов и по ГОСТам. Обработка данных проводилась методом дисперсионного анализа.

Внесение в почву органических удобрений в виде навоза и торфа улучшало почвенную структуру более чем в 2 раза. Содержание агрономически ценных агрегатов размером 0,25-10 мм в контроле составляло 53,8 %, при коэффициенте структурности 1,16. Внесение в почву навоза в дозе 25 т/га и торфа 100 т/га на фоне НРК обеспечивало увеличение количества агрономически ценных агрегатов до 70,1-72,1%, коэффициента структурности до 2,35-2,58 %.

Водопрочная структура в варианте 9 увеличилась по сравнению с контролем с 28,9 до 40,4%, а с внесением микробного препарата (вар. 10) до 42,0%.

Внесение в почву 100 т/га торфа, 25 т/га навоза и минеральных удобрений привело к повышению запасов продуктивной влаги в слое почвы 0-20 см с 28,6 до 33,1 мм или на 15,7% за счет повышения водоудерживающей способности почвы, т.е. показателей наименьшей влагоёмкости. Органические удобрения заметно влияли на агрохимические свойства почвы (табл. 1).

Так, в среднем за годы исследований содержание гумуса увеличивалось на 0,32-0,55%. При максимальной дозе внесения торфа 100 т/га содержание легкогидролизуемого азота повысилось с 83 до 438 мг/кг или в 18,9 раза, подвижного фосфора с 107 до 184 мг/кг (в 4,1 раза) и обменного калия с 67 до 115 мг/кг (в 3,5 раза).

При внесении органических и минеральных удобрений снижается степень кислотности от среднекислых до слабокислых и даже до близких к нейтральным величинам. Это обусловлено разложением органических остатков, их минерализацией. Внесение минеральных и органических удобрений положительно сказалось на увеличении суммы обменных оснований, ёмкости поглощения и насыщенности почвы основаниями.

Таблица 1

**Агрохимические показатели дерново-подзолистой супесчаной почвы в слое 0-20 см
(ср. 2011-2013 гг.)**

№ вар.	Варианты опыта	Гумус, %	N _{гидр.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH _{KCl}	Ёмкость поглощения, мг-экв/100г почвы	Степень насыщенности основаниями, %
1	Контроль	1,29	23	45	33	5,1	5,94	52,9
2	Фон (N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀)	1,35	83	107	67	5,2	7,01	55,8
3	Фон +N ₂₅ +T ₂₅	1,48	225	129	73	5,5	8,83	69,4
4	Фон +N ₂₅ +T ₂₅ + ЭМ	1,52	236	136	77	5,6	9,34	71,1
5	Фон +N ₂₅ +T ₅₀	1,58	299	147	84	5,7	9,72	71,2
6	Фон +N ₂₅ +T ₅₀ + ЭМ	1,61	310	156	90	5,8	10,21	71,6
7	Фон +N ₂₅ +T ₇₅	1,68	362	163	96	5,8	10,47	71,3
8	Фон +N ₂₅ +T ₇₅ + ЭМ	1,73	371	169	102	6,0	10,99	72,4
9	Фон +N ₂₅ +T ₁₀₀	1,80	426	180	111	5,8	10,79	73,4
10	Фон +N ₂₅ +T ₁₀₀ + ЭМ	1,84	438	184	115	6,0	11,38	73,4
НСР ₀₅		0,22	34	23	21	0,3		

Примечание: здесь и в других таблицах Н – это навоз, Т – торф, ЭМ – биопрепарат "Байкал ЭМ-1".

Интенсивность разложения целлюлозы свидетельствует о том, что самая высокая активность микроорганизмов в почве отмечалась в варианте 10 (фон + N25 + T100 + ЭМ) и составляла 41,7 %, что в 3,8 раза больше чем на контроле. Применение микробиологического препарата усиливало разложение ткани на 4-8% в зависимости от доз органических удобрений. Биологическая активность микроорганизмов в свою очередь ускоряет разложение органического вещества и образование гумуса в почве.

Внесение органических и минеральных удобрений повышало питательную ценность кормовой массы горохоовсяной смеси: сырого жира на 0,2-0,6%, сырого протеина на 0,6-1,7%, фосфора с 0,34 до 0,38% и кальция – с 0,63 до 0,68%. Дополнительное внесение ЭМ улучшало биохимические показатели на 5-10%.

Наибольшие значения урожайности горохоовсяной смеси в среднем за три года отмечались на варианте 10-32,5 т/га, где на фоне минеральных удобрений вносился навоз в дозе 25 т/га и торф 100 т/га, а также микробиологический препарат (табл. 2). При этом увеличение дозы торфа на 25 т/га повышало урожайность зеленой

массы на 2,8-3,2 т/га, а применение микробиологического препарата повышало урожайность на 2,1-5,6% в зависимости от дозы вносимых органических удобрений. Одновременно с этим существенно лучше развивалась вегетативная масса смеси.

Таким образом, с внесением органических удобрений создается оптимальный питательный режим, что является важнейшим условием получения высоких и устойчивых урожаев зеленой массы.

По сроку окупаемости наиболее эффективным вариантом на дерново-подзолистых почвах является вариант 8, где на фоне минеральных удобрений было внесено 25 т/га навоза, 75 т/га торфа и микробиологический препарат "Байкал ЭМ-1". При этом дисконтированный прирост чистого дохода составил 54430,6 руб/га против 21058,5 руб/га на контроле, что в 2,6 раза выше. Срок окупаемости данного мероприятия наименьший и составил 1,4 года. На всех вариантах учитывался эколого-экономический эффект, который заключается в создании плодородного слоя почвы при внесении больших доз органических удобрений.

Таблица 2

Урожайность зеленой массы горохоовсяной смеси при разных уровнях внесения удобрений, т/га

№ вар.	Варианты опыта	Урожайность, т/га				Прибавка урожайности			
						от контроля		от фона	
		2011г.	2012г.	2013г.	среднее	т/га	%	т/га	%
1	Контроль	13,4	14,7	13,6	13,9	–	–	–	–
2	Фон (N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀)	17,3	18,5	17,6	17,8	3,9	28	–	–
3	Фон +N25 +T25	24,1	22,9	21,1	22,7	8,8	63	4,9	28
4	Фон +N25 +T25+ ЭМ	25,3	24,4	22,9	24,2	10,3	74	6,4	36
5	Фон +N25 +T50	26,7	25,6	24,2	25,5	11,6	84	7,7	43
6	Фон +N25 +T50+ ЭМ	28,3	27,2	25,8	27,1	13,2	95	9,3	53
7	Фон +N25 +T75	29,5	28,1	28,5	28,7	14,8	107	10,9	61
8	Фон +N25 +T75+ ЭМ	31,2	30,0	29,1	30,1	16,2	117	12,3	69
9	Фон +N25 +T100	32,3	31,5	31,0	31,6	17,7	127	13,8	78
10	Фон +N25 +T100+ ЭМ	33,4	32,2	31,8	32,5	18,6	134	14,7	83
	НСР ₀₅ (по фактору А)	1,42	1,97	1,38	–	–	–	–	–
	НСР ₀₅ (по фактору В)	0,14	0,32	0,27	–	–	–	–	–

Примечание: "Фактор А" – без внесения препарата "Байкал ЭМ-1".

"Фактор В" – с внесением препарата "Байкал ЭМ-1".

Таким образом внесение органических и минеральных удобрений с микробиологическим препаратом оказывает положительное влияние на агрофизические и химические свойства дерново-подзолистых почв. Содержание гумуса на фоне минеральных удобрений увеличилось на 0,19% при внесении 25 т/га навоза и 25 т/га торфа и на 0,51% при дозах 25 и 100 т/га. Улучшалась обеспеченность почвы подвижными формами питательных элементов. Емкость катионного обмена дерново-подзолистых почв увеличилась в 2,0-2,5 раза. При этом биологическая активность микроорганизмов при внесении органических и минеральных удобрений существенно усиливается. Внесение микробиологического препарата усиливало разложение льняной

ткани на 4-8%.

Минеральные удобрения увеличивали урожайность зеленой массы горохоовсяной смеси на 28%. Органические удобрения обеспечивали дополнительную прибавку урожая на 35-99%. Прибавка урожая от микробиологического препарата изменялась от 7 до 12%. При этом заметно улучшались кормовые качества горохоовсяной смеси.

В целом, на дерново-подзолистых супесчаных почвах рекомендуется использовать органоминеральную систему удобрений (подстильный навоз КРС 25 т/га + низинный торф 75 т/га + минеральные удобрения $N_{30}P_{30}K_{60}$) с внесением микробиологического препарата "Байкал ЭМ-1".

Л и т е р а т у р а

1. **Дубинок Н.Н., Томин Ю.А., Мажайский Ю.А.** Приёмы окультуривания и принципы земледелия на мелиорируемых минеральных землях Нечернозёмья России и Беларуси. Минск-Москва, 2009, с. 224-255.
2. **Ковалёв Н.Г.** Органические удобрения в XXI веке. /Н.Г. Ковалёв, И.Н. Барановский. Тверь, 2006, 305 с.
3. **Кулаковская Т.Н.** Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений. М., 1990, 218 с.
4. **Курчевский С.М.** Влияние удобрительной навозно-торфяной смеси с применением микробного препарата "Байкал ЭМ-1" на биологическую активность дерново-подзолистой мелиорируемой почвы. //Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: матер. Междунар. научно-практ. конф. Рязань, 2012, с. 285-287.

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ РОССИИ ПРИ ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК

Мажайский Ю.А.,¹ Шуравилин А.В.,² Курчевский С.М.³

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова (Мещерский филиал)

² Российский университет дружбы народов

³ Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

В Нечерноземной зоне Российской Федерации значительные площади занимают мелкозалежные и выработанные торфяники, которые до недавнего времени считались "бросовыми землями". Слабое вовлечение их в сельскохозяйственное производство связано с мелиоративной неблагоустроенностью и отсутствием достаточного опыта их сельскохозяйственного освоения.

Результатами наших исследований и других авторов [1÷4] было установлено, что структурные мелиорации (пескование и глинование) мелкозалежных торфяников в сочетании с внесением минеральных удобрений, является эффективным мероприятием по окультуриванию этих почв.

Применительно к условиям Мещерской низменности Рязанской области остаются малоизученными вопросы высокопродуктивного использования мелкозалежных торфяников. Поэтому изучение этой проблемы является весьма актуальным для региона.

Целью работы являлась разработка агротехнических и агромелиоративных приемов по повышению плодородия мелкозалежных низинных торфяников в условиях Мещерской низменности Рязанской области.

Комплексные исследования проводились в 2011-2013 гг. на экополигоне "Мещера". Опытный участок расположен на маломощном низинном торфянике "Тинки-II" в опытно-производственном хозяйстве "Полково" в пределах Рязанской Мещеры. Он осушен открытыми каналами в 1963 г. уровень грунтовых вод в среднем за вегетацию поддерживается на глубине 90-120 см. Осушительная система длительное время не

обслуживалась.

Почва участка мелкозалежный торфяник с высокой степенью разложения 35 % (0-20 см) и высокой зольностью – 28,1%. Плотность сложения в слое 0-20 см составляла 0,35 г/см³, плотность твердой фазы – 1,71 г/см³, пористость – 80,0%, а пористость аэрации – 46,1%. В пахотном слое полная влагоемкость – 219%, наименьшая влагоемкость – 109 % и максимальная гигроскопичность – 29,2% от массы. рН_{сол} в почвенном слое 0-20 см – 5,0 (среднекислые), общий азот – 3,08%, подвижный фосфор и обменный калий – 122 и 163 мг/кг соответственно.

Опыт заложен на мелкозалежном торфянике по следующей схеме:

1. Без удобрений и мелиорантов – контроль
2. N₄₅P₆₀K₉₀ – фон
3. Фон + глина 400 т/га
4. Фон + глина 600 т/га
5. Фон + глина 800 т/га
6. Фон + песок 400 т/га
7. Фон + песок 600 т/га
8. Фон + песок 800 т/га

При закладке опыта проводили дискование дернины в два следа, вспашку, выравнивание, внесение песка и глины, дискование. Затем боронование, минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию почвы в дозе N₄₅P₆₀K₉₀. Посев овса сорта "Горизонт" с нормой высева 5,5 млн./га. Посев осуществляли СЗ-3,6А с глубиной заделки семян 4-6 см. После посева проводили прикатывание ЗККШ-6. Уборка механизированная и ручную.

Опыт заложен по методике опытного дела

**ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ РОССИИ
ПРИ ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК**

Б.А. Доспехова [5]. Исследования проводились с использованием общеизвестных методов и методик.

Внесение больших доз минерального грунта из глины и песка коренным образом изменяло основные водно-физические и химические свойства мелиорируемой торфяной почвы (табл. 1).

Применение минерального грунта (400 т/га) вызывает повышение плотности сложения на 66,7-81,8%, а при увеличении доз глины и песка в 2 раза (с 400 до 800 т/га) плотность сложения повысилась в 1,5 раза. Плотность твердой фазы по сравнению с контролем (чистая торфяная почва) возрастала в 1,33-1,36 раза при дозах минерального грунта по 400 т/га, в 1,40-1,42 при дозах по 600 т/га и в 1,44-1,46 раза при внесении грунтов по 800 т/га. Что касается зольности, то с увеличением доз глины и песка от 400 т/га до 800 т/га зольность смешанной торфяной почвы повышалась на 38-40 %.

При внесении максимальной дозы минераль-

ного грунта (глина и песок) 800 т/га общая пористость уменьшилась в 1,21 – 1,23 раза, а пористость аэрации – в 2,15 – 3,38 раза.

Торфяно-болотная почва характеризуется высокой влагоемкостью. При внесении глины 400-800 т/га показатели полной влагоемкости (ПВ) по сравнению с контролем снизились в 1,6-2,4 раза, а при использовании песка в таком же количестве – в 1,7- 2,6 раза. Наименьшая влагоемкость (НВ) снижалась в 1,5-1,8 раза при глиновании и в 1,6-1,9 раза при песковании.

Повышение дозы глины до 800 т/га обеспечивало увеличение продуктивных запасов влаги до 60 мм или в 1,5 раза, чем на контроле. Аналогичные изменения были выявлены и при внесении песка. Следует отметить, что продуктивная влажность почвы при внесении минеральных добавок заметно уменьшалась. Однако, объемные величины свидетельствуют о существенном увеличении этих значений.

Таблица 1

Изменение водно-физических и химических свойств торфяной почвы при внесении глины и песка в слое 0-20 см (ср. 2011-2013 гг.)

№ вар.	Плотность сложения, г/см ³	Плотность твердой фазы, г/см ³	Зольность, %	Пористость, %	ПВ, % от массы	НВ, % от массы	рН _{KCl}	NH ₄ +NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	0,33	1,70	28,1	80,6	209,9	105,4	5,0	<u>365</u> 234,0	<u>126</u> 82,9	<u>155</u> 102,0
2	0,35	1,72	28,2	79,7	198,2	104,5	5,1	<u>452</u> 289,4	<u>187</u> 130,4	<u>166</u> 116,1
3	0,60	2,32	51,2	74,1	133,3	70,7	5,4	<u>425</u> 504,4	<u>203</u> 238,0	<u>185</u> 218,6
4	0,73	2,41	62,1	69,7	103,4	64,3	5,9	<u>390</u> 560,8	<u>238</u> 338,8	<u>196</u> 280,2
5	0,86	2,49	71,5	65,3	86,1	60,1	6,2	<u>353</u> 606,4	<u>283</u> 482,0	<u>208</u> 354,9
6	0,55	2,26	50,0	75,8	127,4	67,3	5,3	<u>436</u> 474,3	<u>191</u> 207,4	<u>176</u> 190,4
7	0,69	2,38	60,6	71,1	97,4	59,1	5,6	<u>393</u> 541,9	<u>217</u> 298,0	<u>183</u> 250,7
8	0,82	2,45	69,6	66,5	80,5	54,5	6,1	<u>360</u> 585,8	<u>237</u> 385,4	<u>185</u> 300,7
НСР ₀₅	0,07	0,11	2,12		3,05	1,86	0,3	3,3	1,7	3,2

Глинование торфяной почвы улучшило ее кислотный режим. Так, обменная кислотность, выраженная в единицах рН, стала слабокислой (рН 5,4-5,9) и близкой к нейтральной (рН 6,2). При этом резко снижалась потенциальная (гидролитическая) кислотность с 40,5 мг-экв/100г до 20,7-16,5 мг-экв/100г. Отмечается закономерность в повышении содержания подвижного фосфора и тенденция увеличения обменного калия. Начальная доза глины 400 т/га не изменила содержание подвижных форм азота, а 600 и 800 т/га значительно понизило аммонификацию и нитрификацию торфяной почвы.

Пескование торфяной почвы, как и глинование, заметно снизило накопление аммиачного и нитратного азота. Содержание подвижного фосфора и обменного калия осталось на уровне фона.

Внесение минеральных добавок в торфяную залежь улучшало температурный режим почвы. Различия в температуре почвы между вариантами с добавками минерального грунта сохраняются в течение всего вегетационного периода. Однако выражены они лучше в первой половине вегетации. В среднем за три года вегетации овса (май-август) средняя температура пахотного горизонта почвы в контроле составляла 14,8°С, а в вариантах с внесением в пахотный горизонт минерального грунта была выше на 0,5-1,5°С и варьировала в пределах 15,3-16,3°С в зависимости от дозы добавки и ее гранулометрического состава. Переход температур через 5°С, 10°С и 15°С был на 7-18 дней раньше контроля при внесении минеральной добавки, что

обеспечивает более раннее начало вегетации.

Глинование и пескование торфяно-болотных почв достоверно повышало ее целлюлозолитическую активность практически при всех рассматриваемых дозах. Внесение минеральных добавок по сравнению с контролем повышает степень интенсивности процесса со слабой до средней. Отмечена тенденция усиления интенсивности процесса разложения льняной ткани при внесении глины в качестве минеральной добавки, по сравнению с песком.

Урожайность зерна овса под внесение минеральных удобрений увеличило на 0,46 т/га или на 23% (табл. 2). Внесение в торфяную почву добавки из глины в среднем за три года повышало сбор зерна на 0,54-0,68 т/га (22-28%). Пескование обеспечивало повышение урожайности зерна овса на 0,31-0,44 т/га по сравнению с фоном минеральных удобрений. Следовательно, глинование торфяно-болотных почв повышало урожайность зерна овса в среднем на 8%, по сравнению с пескованием.

Наиболее эффективными является варианты 3 и 6, где минимальный срок окупаемости затрат на проведении структурной мелиорации мелкозалежных торфяников составил 3,0 года при внесении глины или песка в дозах 400т/га на фоне минеральных удобрений. Дисконтированный прирост чистого дохода на третий год мероприятий в варианте 3 составил 158,2 руб. и в варианте 6 – 256,7 руб., тогда как на остальных вариантах с внесением минерального грунта его не было.

Таблица 2

Урожайность овса на торфяной почве, т/га

№ вар.	Варианты опыта	Урожайность, т/га				Прибавка урожайности	
		2011г.	2012г.	2013г.	среднее	т/га	%
1	Контроль	1,82	2,17	2,04	2,01	-0,46	-23
2	Фон (N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀)	2,27	2,65	2,48	2,47	–	–
3	Фон +N25 +T25	2,78	3,16	3,08	3,01	0,54	22
4	Фон +N25 +T25+ ЭМ	2,91	3,29	3,14	3,11	0,64	26
5	Фон +N25 +T50	3,05	3,22	3,18	3,15	0,68	28
6	Фон +N25 +T50+ ЭМ	2,60	2,93	2,80	2,78	0,31	13
7	Фон +N25 +T75	2,65	3,03	2,86	2,85	0,38	15
8	Фон +N25 +T75+ ЭМ	2,71	3,11	2,89	2,91	0,44	18
	НСР ₀₅	0,07	0,10	0,08	–	–	–

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ РОССИИ ПРИ ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК

Показателем целесообразности природозащитных мероприятий является экологический эффект является. Составляющими его являются: снижение вымывания питательных элементов дренажными водами; уменьшение вероятности пожаров; стабилизация баланса органического вещества торфа и продление жизни торфяной залежи; уменьшение вероятности возникновения заморозков и гибели от них урожая; улучшение качества производимой продукции.

Таким образом, на мелкозалежных торфяных почвах рекомендуется использовать минеральный грунт в виде глины дозой 400т/га или песка дозой 600 т/га совместно с минеральными удобрениями ($N_{45}P_{60}K_{90}$) для повышения эффективного плодородия, улучшения структуры, водно-физических, агрохимических и биологических свойств, снижения угрозы возгорания, сработки торфа и исключения ветровой эрозии.

Л и т е р а т у р а

1. **Белковский В.И., Зоткин В.П.** Обогащение торфяных почв минеральным грунтом. М.: Россельхозиздат, 1986, 44 с.
2. **Доспехов В.А.** Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985, 351 с.
3. **Курчевский С.М., Поднебесная Э.И., Виноградов Д.В.** Сравнительная оценка пескования и глинования для повышения продуктивности торфяных почв. //Агрохимический вестник, 2013, №2, с. 27-28.
4. **Стариков Х.Н., Суслов С.А., Важдаева Н.Г.** Повышение экономической эффективности окультуривания и использования почв в Российской Федерации. Нижегород. обл., Изд-во НГИЭИ, 2008, 174 с.
5. **Чернов А.Е., Томин Ю.А., Мажайский Ю.А., Курчевский С.М.** Агромелиоративные направления охраны торфяных почв сельскохозяйственного использования. //Мелиорация и водное хозяйство, 2012, №6, с. 8-10.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОМЫВА НАНОСОВ ИРРИГАЦИОННЫХ ОТСТОЙНИКОВ

Маматканов Д.М.¹, Фазылов А.Р.²

Email: tv_tuzova@mail.ru; alijon53@rambler.ru

¹) Институт водных проблем и гидроэнергетики (ИВПиГЭ)
Национальной академии наук Кыргызской республики
720033, ул. Фрунзе, 533, г. Бишкек, Кыргызстан

²) Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии
Академии наук Республики Таджикистан
ул. Парвина, 12, 734002, г. Душанбе, Таджикистан

ВВЕДЕНИЕ

Совершенствование процессов водозабора, водораспределения и управления твердым стоком невозможно представить без использования средств автоматизации основных технологических процессов на гидротехнических сооружениях. Оросительные системы Таджикистана в большинстве своем расположены в горно-предгорной зоне, где, как правило, сооружения, в том числе и отстойники, отдалены от населенных пунктов и линий электропередач и практически не оснащены средствами автоматизации.

Практика эксплуатации отстойников показывает, что в течение вегетационного периода

режимы работы отстойников различны и находятся в тесной связи с режимом источника орошения и эксплуатационными требованиями, что вызывает необходимость постоянного присутствия эксплуатационного персонала на них. Следовательно, введение автоматизации на отстойниках позволит: ликвидировать поступление вредных наносов в каналы; транспортировать полезные наносы (мелиоранты) в каналы; исключить излишние сбросы оросительной воды и постоянного присутствия эксплуатационного персонала; уменьшить работы по очистке каналов; повысить надежность работы отстойника, и т.д.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Автоматизация технологических процессов ирригационных отстойников сводится к оснащению их средствами автоматической промывки наносов. Основными регулируемыми параметрами отстойников являются: промывной расход и уровень воды в камере; величина призмы отложившихся наносов; определение момента начала и конца промыва, в увязке с которыми должны намечаться технология и типы средств автоматизации.

Разработаны различные затворы-автоматы и датчики (фиксаторы) уровня наносов, которые подразделяются на три группы: гидравлического действия; работа которых основана на примене-

нии электрической энергии; комбинированного действия. Широкое применение автоматических систем второй группы сдерживается наличием ряда особенностей, присущих отстойникам оросительных систем горно-предгорной зоны: удаленность от линий электропередач; разнообразие режима работы отстойника и т.д.

Оснащение отстойников средствами автоматизации требует надежных и эффективно действующих датчиков фиксации уровня наносов и автоматического управления затворами промывных шлюзов, обеспечивающих полный цикл "отстой-промыв". Существует ряд устройств для определения границ наносных отложений и

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОМЫВА НАНОСОВ ИРРИГАЦИОННЫХ ОТСТОЙНИКОВ

автоматизации процесса промыва наносов из отстойников: Ш.С. Бобохидзе, Я.В. Бочкарева, И.Е. Ярыгина, Б.И. Сергеева, И.К. Рудакова, Г.В. Дегтярева, Е.П. Примака и др. [1-3]. Ниже рассмотрены некоторые конструкции, устройства и системы, принцип действия которых может быть применен для автоматизации процесса промыва наносов на ирригационных отстойниках.

Бочкаревым Я.В. и др. [1] разработан ряд технических гидродействующих средств автоматизации процесса промыва наносов: клапанный одноплотный уравновешенный вододействующий автомат; секторный уравновешенный затвор-автомат; сегментный уравновешенный водонаносно-действующий затвор-автомат гидравлической промывки наносов; автоматическое устройство гидравлического действия для промывки сооружений от наносов (рис. 1); автоматическое устройство гидроэлектрического действия для промывки сооружения от наносов.

Принцип действия затворов-автоматов основан на поступлении воды через шахту (фиксатор наносов), имеющую отверстие у дна сооружения, посредством которого она соединена с верхним бьефом. Вода из шахты питания поступает (в зависимости от конструкции затвора) или в шахту противовеса или в емкость затвора. При заилении наносами отверстия в шахте питания расход воды, проходящий через шахту, уменьшается и затвор-автомат под воздействием противовеса открывает промывное отверстие и начинается промывка наносов. После промывки уровень воды в верхнем бьефе понижается,

освобождая вход отверстия в шахту от наносов. Поступление воды в шахту увеличивается, и затворы занимают исходное положение.

Описанные затворы рекомендованы для промывки наносов на водозаборных сооружениях и отстойниках с постоянным или небольшим снижением уровней воды перед промывными отверстиями. Для сооружений с большим снижением уровней воды перед промывными отверстиями рассмотренные затворы неприменимы, т.к. из-за отсутствия фиксатора наносов, устанавливаемого в зоне отложений промываемых последними не фиксируется конец промывного процесса и не обеспечивается полный цикл "отстой-промыв".

Бобохидзе Ш.С. [2] предложен гидравлический автомат для периодической промывки отстойников от наносов (рис. 2).

От вышеописанного он отличается тем, что полный цикл "отстой-промыв" обеспечивается за счет применения подвижной воронки 1, установленной в зоне, промываемой последней, и отстойной воронки 2, установленной в конце камеры отстойника. Наряду с достоинствами, в первую очередь это контроль зоны отложения наносов, промываемых последними, а также возможности обеспечения полного цикла "отстой-промыв", данной системе присущи следующие недостатки: невысокая надежность и длительность периода переходных процессов, связанных с наличием в системе тросов, канатов, блоков и т.д.; малый диапазон (по фракционному составу) работы воронки.

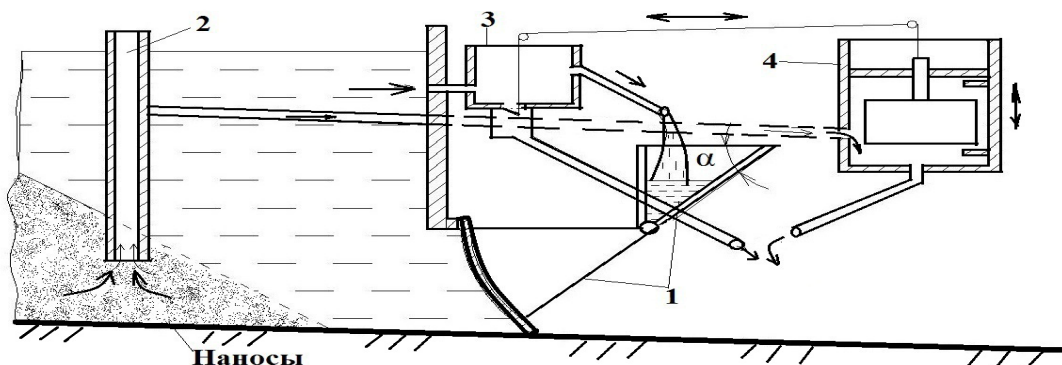


Рис.1. Автоматическое устройство гидравлического действия для промывки сооружений от наносов.

1- затвор-автомат с наливной емкостью; 2 - фиксатор наносов; 3 – гидравлическое реле, 4- фиксатор уровней.

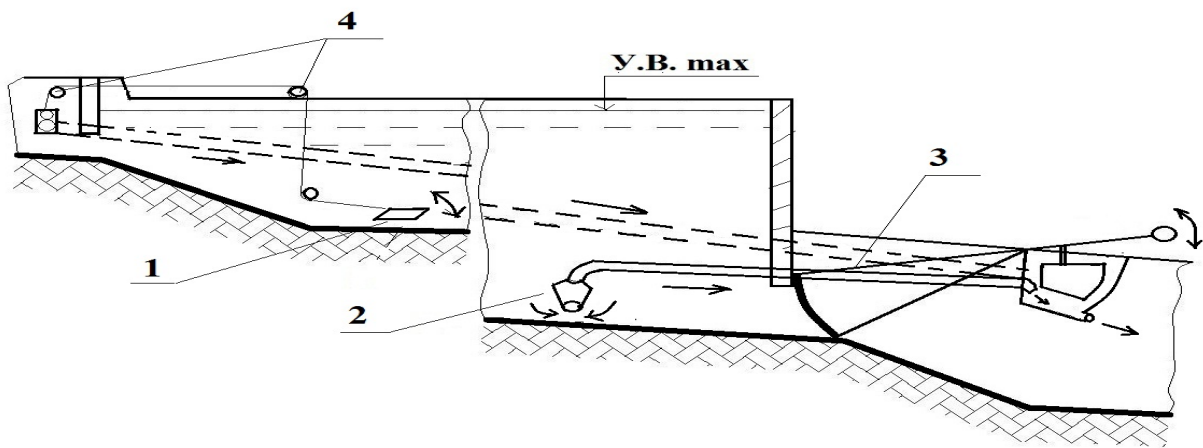


Рис. 2. Гидравлический автомат для периодической промывки отстойников от наносов. 1 - подвижная воронка, устанавливаемая в зоне, промываемой последней; 2 - отстойная воронка, устанавливаемая в зоне, промываемой последней; 3-затвор промывного отверстия; 4 – система тросов и блоков.

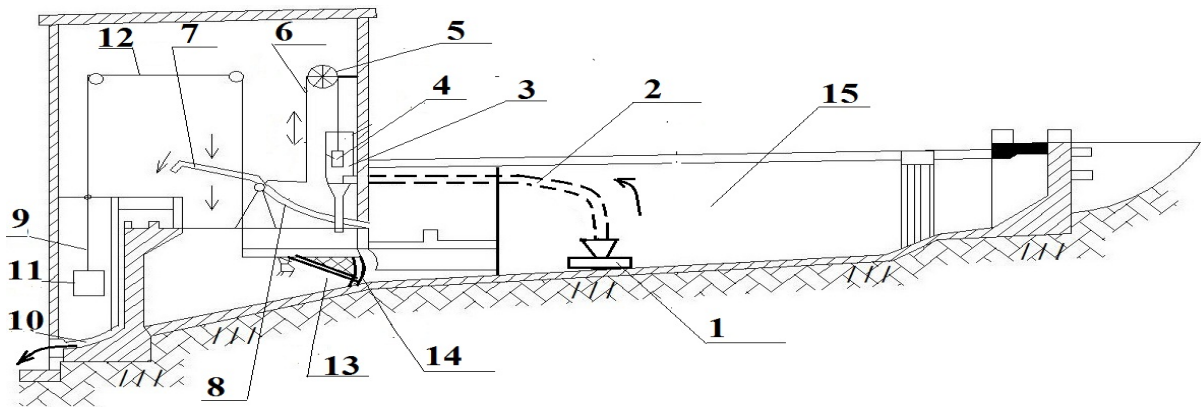


Рис. 3. Автоматическая гравимеловка (отстойник периодического действия). 1-воронка (детектор гравия); 2- питающий трубопровод; 3,9-емкости; 4,11- противовесы; 5-блок; 6-трос; 7-рычаг; 8-гибкая муфта; 10-слив; 12- тросовая система; 13-затвор; 14-промывное отверстие; 15- отстойник.

Для условий рек горно-предгорной зоны с обильным выносом наносов представляется интересным отстойник периодического действия (автоматическая гравимеловка) (рис.3), запроектированная и построенная на водозаборе Реллю для Розеландского гидроузла [3].

Автоматический режим работы системы обеспечивается за счет применения в её составе, так называемого детектора гравия 1, который представляет собой воронку в виде половины конуса, установленного вершиной вниз, в одной из стенок отстойника. Вода поступает в воронку снизу. В начале процесса скорость в воронке достаточна, чтобы увлечь за собой песок и гравий, но по мере подъема уровня она уменьшается, и твердые частицы за счет веса падают

вниз, вследствие чего нижняя часть полуконуса заполняется наносами, перекрывая входную часть. Доступ воды при этом в воронку и далее по питающему трубопроводу 2 в емкость 3 прекращается, уровень воды в нем падает, противовес 4 занимает нижнее положение и через блок 5, трос 6 и рычаг 7 приводит в движение гибкую муфту 8. Доступ воды в емкость 9 прекращается. При этом, вода из емкости 9 постоянно через слив 10 сбрасывается. Уровень в емкости 9 понижается, противовес 11 опускается и посредством тросовой системы 12 приводит в движение затвор 13 промывного отверстия 14 отстойника 15. Начинается промывка наносов. Следующий этап – понижение уровня воды в отстойнике 15, освобождение входа детектора гравия 1 из-за

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОМЫВА НАНОСОВ ИРРИГАЦИОННЫХ ОТСТОЙНИКОВ

уменьшения давления воды со стороны камеры отстойника, перекрытие промывного отверстия 14 затвором 13. Далее начинается процесс осаждения. Уровень воды в отстойнике 15 повышается, вода поступает в емкость 9, противовес 11 поднимается, через рычаг 7 приводит в движение гибкую муфту 8, поступление воды в емкость 9 возобновляется, противовес 11 занимает верхнее положение.

Главным достоинством рассмотренной системы является обеспечение в автоматическом режиме с использованием энергии самого потока полного цикла "отстой-промыв". Но вместе с этим, есть и недостатки. Это малый диапазон работы (детектор гравия работает по строго ограниченному фракционному составу наносов); малое быстродействие (мелкие фракции наносов постоянно находятся во взвешенном состоянии, так как они уравниваются напором поступающей воды, и как следствие, слой воды медленно уплотняется, что ведет к длительному прекращению подачи воды в систему); большие капитальные и эксплуатационные затраты (строительство, осмотр, ремонт, очистка детектора гравия, необходимость резервного датчика наносов и постоянного присутствия персонала).

На наш взгляд, при создании автоматической системы промывки отстойников промыв камеры нужно осуществлять по фактическому наличию наносов, т.е. применять два датчика, фиксирующих призму наносов в конце и в зоне отстойника, промываемой последней. Только в этом случае можно обеспечить полный цикл "отстой-промыв". На основании анализа существующих средств автоматизации ирригационных отстойников возникла необходимость разработки более совершенной системы автоматизации промыва наносов [4]. При этом учитывался ряд особенностей эксплуатации ирригационных отстойников, влияющих как на выбор технологических средств, так и на объем автоматизации. Предусматривалась возможность равноценного применения средств автоматизации на различных типах существующих стационарных отстойников, а также использование отдельных элементов водозаборных сооружений оросительных систем. Возникла необходимость

определения оптимального времени промыва наносов из отстойников с учетом наличия или отсутствия электрической энергии на сооружении фракционного состава наносов, поступающих в отстойник. Учитывалась возможность привязки автоматических устройств к существующим сооружениям с минимальной реконструкцией и изменением режима работы последних, а также возможность телеуправления с использованием имеющихся линий телемеханики и связи.

Обязательным параметром, подлежащим регулированию, являлась глубина потока, поддержание которой постоянной имеет большое значение для нормальной работы отстойника. Также важно регулировать величину промывного расхода. В отстойниках с периодическим промывом надо точно определять момент начала промывки. Все эти задачи можно решить средствами гидравлической автоматики, в частности затворами-автоматами верхнего (ЗВБ) и нижнего (ЗНБ) бьефов и гидравлическим автоматом промывки наносов [4]. Особое значение имеет наличие в системе автоматизированной гидравлической промывки и датчика (фиксатора) уровня наносов. Учитывая все эти факторы, а также технические условия и требования к средствам автоматизации, была разработана гидродействующая автоматическая система промывки наносов на существующих ирригационных отстойниках, приведенная на рис. 4.

Система включает в себя: 1 – ирригационный отстойник; 2 – подводящий канал; 3 – диафрагма-емкость; 4 – входная труба, установленная на отметке НПУ; 5 – выходная (сбросная) трубка; 6 – первый (малый) сифон для наполнения емкости 22; 7 – трубка сообщения с запорным устройством первого сифона; 8 – запорное устройство, установленное в колодце; 9 – нижняя емкость, выполненная из металла или бетона; 10 – поплавков металлический; 11 – шток; 12 – жесткий центр; 13 – тарельчатая мембрана из синтетического материала; 14 – верхняя емкость; 15 – второй (большой) сифон для опорожнения емкости 3 и наполнения емкости затвора 18; 16 – трубка срыва вакуума, выходной патрубков которого установлен на отметке

катастрофического уровня; 17 – питающий трубопровод, соединяющий емкость 3 с емкостью затвора 18; 19 – шарнирно-закрепленный щит к дну диафрагмы-емкости 3 и имеющий противовес 20; 21 – мембрана щита 19; 22 – емкость, образованная щитом 19 и дном диафрагмы-емкости 3 и имеющая сбросное отверстие 23; 24 – устройство для задержания наносов (УЗН-1), установленное в зоне промываемых наносами

отложений; 25 – УЗН-2, установленное в конце отстойной камеры; 26 – трубопровод, соединяющий УЗН-1 с запорным устройством 8; 27 – трубопровод, соединяющий УЗН-2 с емкостью промывного затвора 18; 28 – противовес; 29 – промывное отверстие отстойника; 30 – промывной затвор; 31 – донное протарированное отверстие промывного затвора 30.

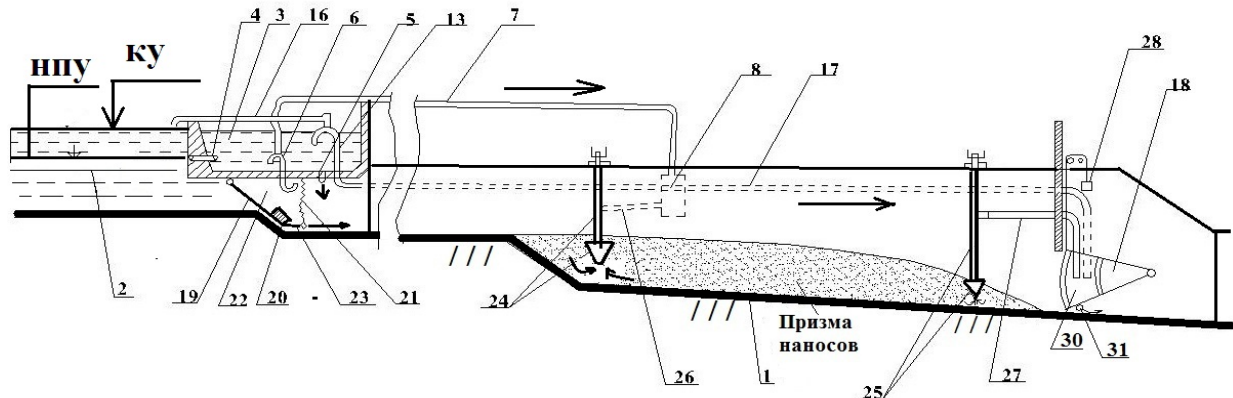


Рис. 4. Гидродействующая автоматическая система промывки наносов ирригационных отстойников

ВЫВОДЫ

Предлагаемая конструкция гидродействующей системы автоматической промывки наносов из ирригационных отстойников, позволяет за счет установки двух датчиков уровня наносов (УЗН-1 в зоне отложений наносов, промываемых последними, и УЗН-2 в конце отстойной камеры), не только фиксировать начало и конец процесса промыва, но также за счет перемещения УЗН-2 вдоль бортов отстойника достигается регулирование объема осаждаемых и промываемых наносных отложений из камеры и обеспечивается полный цикл "отстой-промыв".

Данная система исключает постоянное присутствие эксплуатационного персонала на объекте и сводит к минимуму непроизводительный (холостой) сброс оросительной воды на промывку. Работа всей системы основана на использовании энергии самого потока без подвода электроэнергии. Разработанный нами датчик уровня наносов – "Устройство для задержания наносов" рекомендуется также применять на других гидротехнических сооружениях промыва наносов.

Л и т е р а т у р а

1. Бочкарев Я.В. Гидроавтоматика в орошении. Я.В. М.: Колос, 1979, 188 с.
2. Бобохидзе Ш.С. Гидравлическая автоматизация водораспределения на оросительных системах. М.: Колос, 1973, 248 с. с. 112.
3. Бондарь Ф.И., Ерснов Н.В., Семенов С.И., Суров И.Е. Специальные водозаборные сооружения. М.: Госстройиздат, 1963, с. 103-105.
4. Фазылов А.Р. Совершенствование управления технологическими процессами ирригационных отстойников. //Вестник Таджикского Технического Университета им. М. Осими, Душанбе, 2014, №26, с. 95-99.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД СОСТАВЛЕНИЯ КАРТ ЭКСПОЗИЦИИ СКЛОНОВ

Мехбалиев М.М.

Email: *chingiz@mehbaliev.az*

Бакинский государственный университет
ул. 3. Халилова 23, AZ1148, Баку, Азербайджан

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Экспозиция является одним из морфометрических показателей склонов. Она определяет обеспеченность склонов солнечной энергией. В зависимости от экспозиции склоны нагреваются по-разному, что влияет почти на все виды хозяйственной деятельности человека (Таблица 1).

Поэтому, составление карт экспозиции склонов, кроме теоретического, имеет важное прикладное значение.

Точность составленных карт экспозиции склонов зависит в основном от картографических источников и применяемой методики.

Картографические источники составления карт экспозиции склонов. Для составления

карт экспозиции склонов наиболее приемлемым картографическим источником является крупномасштабная топографическая карта, на которой рельеф изображается с необходимой детальностью. С этой целью можно использовать и аэрокосмические снимки. При составлении карт экспозиции склонов по аэрокосмическим снимкам очень ответственным этапом является определение границ экспозиции склонов.

Экспозиция склонов на топографической карте определяется направлением и частотой горизонталей, которые на аэрокосмических снимках отсутствуют.

Таблица 1

Влияние экспозиции склонов на хозяйственную деятельность

№№	Виды хозяйственной деятельности	Влияние
1	2	3
1	Сельское хозяйство	Влияет на тепловой и снеговой режимы, затененность склонов, температуру и увлажнение, направление и скорость ветра, характер снегоотложения, промерзания и оттаивания, размещение и созревание сельскохозяйственных культур, распространение сельскохозяйственных вредителей, болезней и т.д.
2	Инженерные работы	Каждая экспозиция по-разному влияет на размещение инженерных сооружений. Наиболее благоприятными являются склоны южной экспозиции, так как они интенсивно нагреваются, быстро освобождаются от снега и просыхают. Экспозиция влияет на направление, скорость ветра, что необходимо учитывать при строительстве инженерных сооружений.
3	Зимний туризм	Определяется теплообеспеченностью склонов солнечной энергией. На склонах южной экспозиции снег рыхлый, быстро тает, лыжный сезон более короткий, а на северных склонах, наоборот, остальные экспозиции занимают промежуточное положение

По нашему мнению, при составлении карт экспозиции склонов преимущество аэрокосмических снимков состоит в том, что на них границы склонов горных территорий выделяются точнее, чем на топографической карте, а на равнинных территориях выделить водораздельные линии трудно.

Для составления карт экспозиции склонов горных территорий границы склонов можно выделить по аэрокосмическим снимкам, а направление (экспозиция) определить по топографической карте того же масштаба, тогда как для равнинных территорий можно использовать только топографические карты.

Аэрокосмические снимки равнинных территорий, при наличии сплошного лесного покрова, по сравнению с топографическими картами мало информативны. Однако на сильно расчлененных территориях снимки дают дополнительные сведения о морфометрических показателях рельефа. При таких условиях нужно использовать и топографические карты, и аэрокосмические снимки, и выделить районы, где целесообразнее применять аэрокосмические снимки или топографические карты.

На аэрокосмических снимках хорошо выделяются более глубокие тальвеги и перегибы склонов. При определении контуров склона на аэрокосмических снимках водораздел дешифрируется четко. На топографических картах из-за плавного изображения рельефа горизонталями выполнить такую работу с большой точностью невозможно. Результаты проведенных научно-исследовательских работ показывают, что на сильно расчлененных территориях на аэрокосмических снимках выделяется склонов больше, чем на топографической карте. На равнинных территориях наблюдается обратная картина.

Таким образом, при составлении карт экспозиции склонов целесообразно границы склонов выделять на аэрокосмических снимках, а экспозиции определять по топографическим картам того же масштаба, а на незалесенных равнинных территориях использовать топографическую карту.

Одновременное применение топографичес-

ких и аэрокосмических снимков называется картографо-аэрокосмическим методом и широко используется в морфометрических исследованиях.

Методика составления карт экспозиции склонов. Условно можно выделить два основных метода составления карт экспозиции склонов: традиционный (классический) и современный (применение ГИС-технологий). Классический метод составления карт экспозиции склонов характеризуется низкой точностью и трудоемкостью. Поэтому нами использованы современные методы.

После появления ГИС-технологий (60-е годы XX века) они стали широко использоваться во всех сферах деятельности человека, в том числе в морфометрии [1-5,7-10]. Для составления карт экспозиции склонов при помощи ГИС-технологий сперва строится цифровая модель рельефа (ЦМР).

Детальный анализ технических средств морфометрического анализа рельефа показывает, что ГИС – быстро развивающаяся область информационных технологий, важнейшая часть современного инструментария морфометрических исследований, имеющая большую перспективу и возможности.

Предпосылкой автоматизации карто- и морфометрических работ служит преобразование картографических (фотографических) изображений из аналоговой в цифровую форму, которое осуществляется на различных цифрователях и картометрических автоматах, работающих по принципу слежения или сканирования. Далее строится цифровая модель (ЦМ) в вычислительной системе путем формализованного структурного описания объектов (алгоритмического и эвристического характера [8, с. 43].

На основе ЦМР можно быстрее и точнее составить серии морфометрических карт склонов. Такие карты отличаются и хорошим дизайном.

Цифровое моделирование рельефа – построение дискретной модели, основанное на переходе от аналоговой модели непрерывной поверхности (рельефа) к дискретной модели набора точек, оптимально отображающей форму этой

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД СОСТАВЛЕНИЯ КАРТ ЭКСПОЗИЦИИ СКЛОНОВ

поверхности [10, с. 279].

Существует две альтернативные модели ЦМР: регулярная сеть (GRID) и нерегулярная сеть – TIN (Triangulated Irregular Network).

Нами в морфометрическом исследовании экспозиции склонов использована TIN модель. В векторных ГИС модель TIN очень удобно использовать для построения карт углов наклона и экспозиции склонов, так как эту модель можно рассматривать как полигоны с атрибутами угла наклона, экспозиции и площади, с тремя вершинами, имеющими атрибуты высоты, и с тремя сторонами, характеризующимися углом наклона и направлением [9, с. 221].

Основным достоинством ЦМР для морфометрического анализа геоморфосистем является: получение морфометрических показателей в любой точке модели с большой точностью в течение короткого промежутка времени, их анализ, обновление информации, простота проведения морфометрических исследований, выделение морфометрических районов и т.д.

Морфометрические карты, составленные с применением ГИС-технологий отличаются своей привлекательностью, красотой, быстротой изготовления, обновлением, возможностью показать содержание карт в виде отдельных слоев и т.д. На основе комплекса морфометрических исследований можно создать морфометрическую ГИС склона. На наш взгляд, морфометрическая ГИС-это не просто набор морфометрических показателей, а это своеобразный мир, новая методика исследования рельефа, компьютерно-программная система, упорядоченная информационная система морфометрических показателей рельефа, которая дает возможность сбора, ввода, хранения, проверки, моделирования, манипулирования, поиска, анализа, визуализации, доступа, интегрирования рельефа земной поверхности и других планет. Морфометрическая ГИС позволяет выбрать, наблюдать, характеризовать любой морфометрический показатель. Их можно рассматривать как частный случай ГИС-а.

Нами ЦМР (ДЕМ-файл, 3D) построена на примере Большого Кавказа в пределах Азербайджана (рис. 1) при помощи программы ArcGIS

10.2.1, на основе топографической карты масштаба 1:100 000 в следующей последовательности:

1. Сканируется картографический источник и переносится на компьютер.
2. Источник привязывается к координатной системе.
3. Обрабатываются все горизонталы в виде полигонов в программе Arc GIS.
4. В атрибуте пишутся отметки каждой горизонталы.
5. Вызывается подпрограмма ArcGIS-а Arc Scene.
6. Из панели инструмента 3D Anglyst отмечается Create TIN From Features, открывается окно.
7. На шейп файле отмечается (V), а затем OKEY.

Определены основные картометрические и морфометрические показатели исследуемой территории:

двухмерная (2D) площадь – 19727 кв.км,
трехмерная (3D) площадь – 21806 кв.км,
разница (3D-2D) – 2079 кв.км,
объем – 17808,38 км³;
максимальная высота – 4466 м;
минимальная высота – (- 26 м),
средняя высота – 871,99 м,
средние углы наклона – 12,42°,
средняя экспозиция по азимуту – 132,36°
(юго-восток).

Карта экспозиции склонов (Рис.2) Большого Кавказа (в пределах Азербайджана) нами составлена при помощи 3D модели, где выделены 11909 горизонтальных территорий и 689442 склона (геоморфосистемы, территории) с различной экспозицией. Горизонтальные территории занимают 17,13% площади исследуемой территории. На основе картометрических и морфометрических данных 3D модели рельефа Большого Кавказа (в пределах Азербайджана) составлена таблица 2 и построены розы-диаграммы. Анализ результатов этих работ показал, что на исследуемой территории в целом по количеству преобладают склоны северной (142011; 20,25 %) экспозиции. Они занимают 1866,04 кв.км (9,41 %) площади исследуемой территории. Наибольшей площадью характеризуются склоны северо-восточной экспозиции. Они занимают 14,73% площади исследуемой территории.

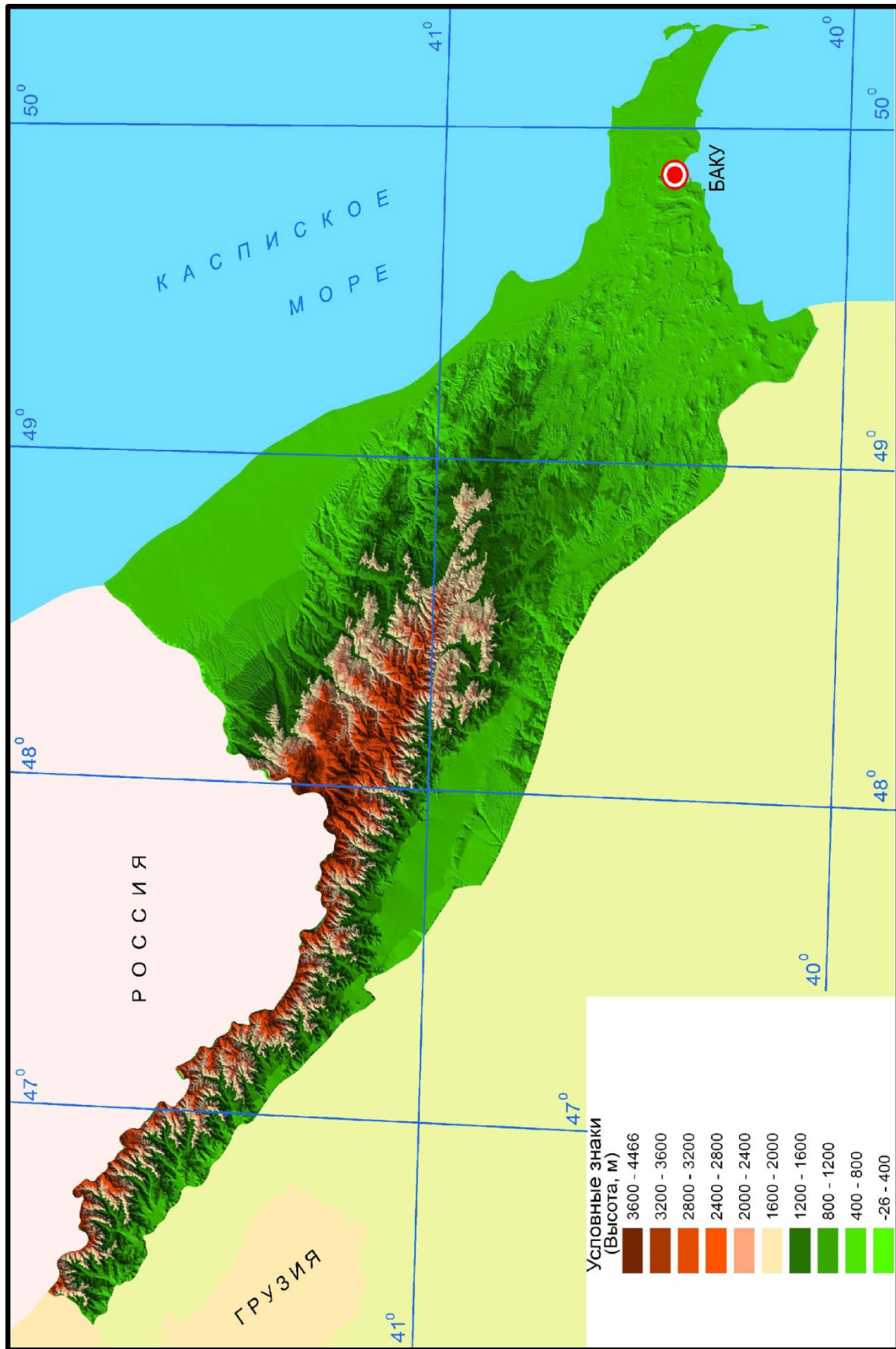


Рис.1. ДЕМ-ФАЙЛ БОЛЬШОГО КАВКАЗА (В ПРЕДЕЛАХ АЗЕРБАЙДЖАНА)
СОСТАВЛЕНА НА ОСНОВЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЫ МАСШТАБА 1:100 000

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД СОСТАВЛЕНИЯ
КАРТ ЭКСПОЗИЦИИ СКЛОНОВ

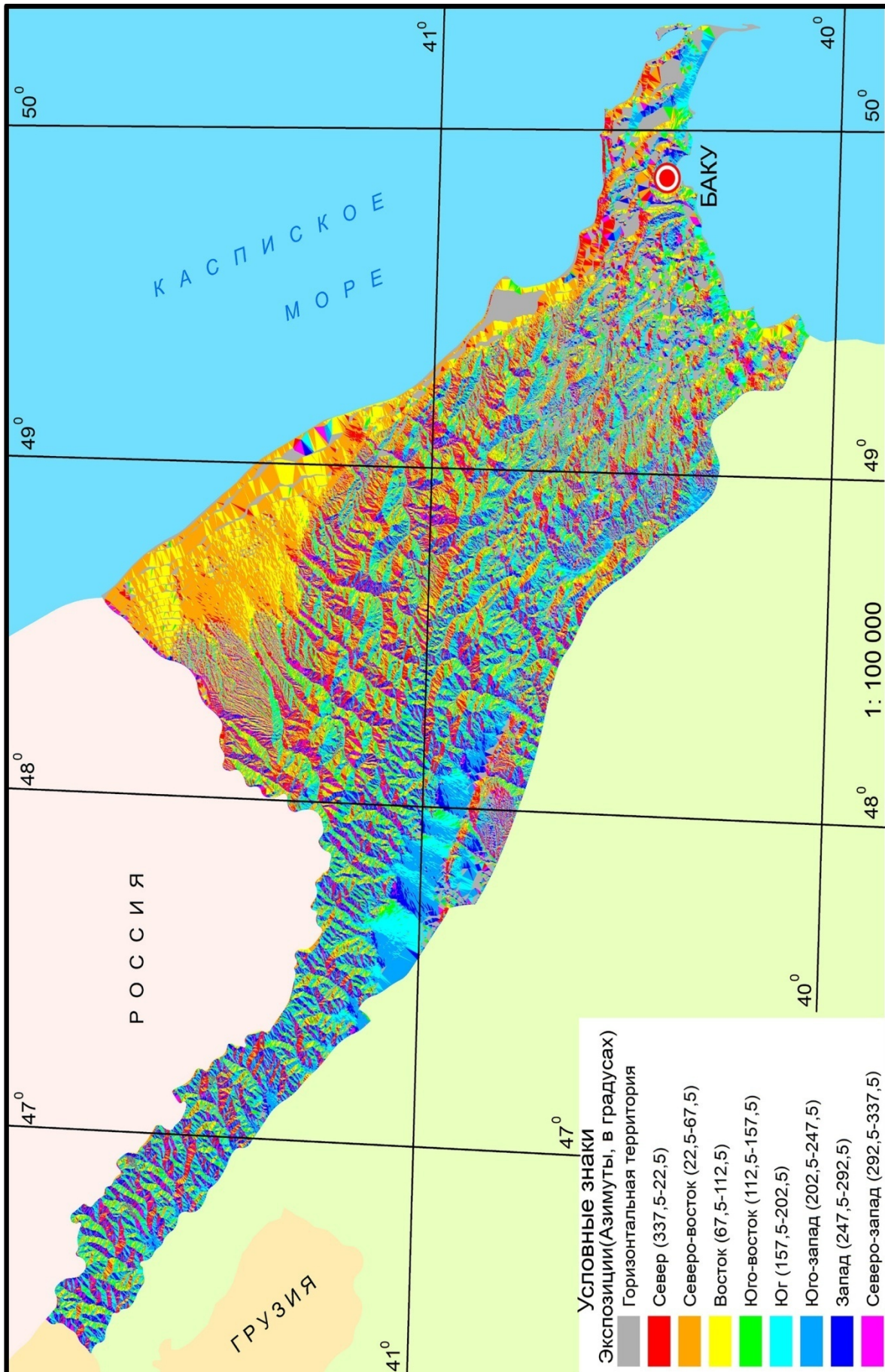


РИС.2. КАРТА ЭКСПОЗИЦИИ СКЛОНОВ БОЛЬШОГО КАВКАЗА (В ПРЕДЕЛАХ АЗЕРБАЙДЖАНА).
СОСТАВЛЕНА НА ОСНОВЕ ДЕМ-ФАЙЛА

Таблица 2

Основные статистические показатели склонов с различной экспозицией на Большом Кавказе (в пределах Азербайджана)

№.	Экспозиция, Э	Количество, N		Нарастающее количество, Σ N		Площадь, S (кв. км)		Нарастающая площадь, Σ S (кв. км.)		Средняя площадь S _{ср.} (кв.км)	Густота склонов К (скл/кв. км)
		абс.	проц.	абс.	проц.	абс.	проц.	абс.	проц.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Север (С)	142011	20,25	142011	20,25	1866,04	9,41	1866,04	9,41	0,013	7,16
2.	Северо-восток (СВ)	75701	10,78	217712	31,03	2917,99	14,73	4784,03	24,14	0,039	3,82
3.	Восток (В)	81650	11,64	299362	42,67	2399,59	12,10	7163,82	36,24	0,029	4,12
4.	Юго-восток (ЮВ)	87233	12,44	386595	55,11	1670,49	8,43	8854,11	44,67	0,019	4,40
5.	Юг (Ю)	82749	11,80	469344	66,91	2376,95	11,99	11231,06	56,66	0,029	4,17
6.	Юго-запад (ЮЗ)	80421	11,47	549765	78,38	2367,51	11,94	13598,57	68,60	0,029	4,06
7.	Запад (З)	69691	9,94	619456	88,32	1560,36	7,87	15158,93	76,47	0,022	3,53
8.	Северо-запад (СЗ)	69986	9,98	689442	98,30	1268,82	6,40	16427,75	82,87	0,018	3,53
9.	Горизонтальная территория	11909	1,70	701351	100,00	3396,09	17,13	19823,84	100,00	0,285	0,60
	Итого:	701351	100,00	—	—	19823,84	100,00	—	—	0,028	35,38

Далее по количеству преобладают склоны юго-восточной (87233; 12,44%); 1670,49 кв.км; 8,43%), южной (82749; 11,80 %, 2376,95 кв. км; 11,99 %), восточной (81650; 11,64%, 2399,59 кв.км; 12,10 %), юго-западной (80421; 11,47%, 2367,51 кв.км; 11,94%), северо-восточной (75701; 10,78%, 2917,99 кв.км, 14,73%), северо-западной (69986; 9,98%, 1268,82 кв.км., 6,40%) и западной (69691; 9,94%, 1560,36 кв.км. 7,87%) экспозиции. Наименьшими количеством (69691; 9,94%) характеризуются геоморфосистемы западной экспозиции, а площадью (1268,82 кв.км; 6,40%) геоморфосистемы северо-западной экспозиции.

Обычно при практической оценке рассматривают южную и северную экспозиции. Восточная и западная экспозиции по теплообеспеченности (нагреваемости) занимают промежуточное положение. В северном полушарии для хозяйственной деятельности наиболее благоприятными являются склоны южной экспозиции. Здесь экзодинамические процессы (оползни, обвалы, снегопады и т.д.) не так активны, как на северных. Склоны с южной (юго-западной, южной, юго-восточной) экспозицией составляют 36,32% всех склонов, занимая 32,36% площади исследуемой территории. А склоны северной экспозиции (север, северо-восток, северо-запад) занимают 30,53% площади исследуемой

территории, составляя 41,73% склонов исследуемой территории.

Очень важно подчеркнуть влияние экспозиции на рекреационно-туристическую деятельность и создание её инфраструктуры, что тесно связано с абсолютной высотой местности. В горах, имеющих небольшую абсолютную высоту (Гобустан-Апшеронский физико-географический район) экспозиция существенно не влияет на рекреацию и туризм. Обычно наиболее благоприятными являются склоны южной экспозиции, особенно там, где ценится тепло, а в тех районах, где солнечная энергия угнетающе влияет на людей и их хозяйственную деятельность – южная экспозиция считается неблагоприятной [6].

В отличие от крутизны, длины и формы профиля склонов влияние экспозиции на эрозию проявляется опосредованно, в связи с различиями микроклимата, почв и растительности на склонах разной экспозиции. В разных климатических условиях влияние этого фактора на развитие эрозионных процессов различно. Особенно сильно влияет экспозиция на проявление эрозии, вызываемой стоком талых вод [4, с. 188].

Иногда в зависимости от местных климатических условий, на склонах северной экспозиции эрозия может проявляться сильнее, чем на южной экспозиции.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД СОСТАВЛЕНИЯ КАРТ ЭКСПОЗИЦИИ СКЛОНОВ

Экспозиция склонов влияет на коэффициент стока талых вод. По мнению В.И. Корзуна, коэффициент стока талых вод на северном склоне в 1,7-3,6 раза больше, чем на южном. Запасы снега и глубина промерзания почв на северных склонах обычно больше, чем на южных, а таяние снега происходит при более высоких суточных температурах. На склонах южной экспозиции эрозия нередко бывает больше от выпадения ливневых осадков. Это связано с меньшим содержанием в почве гумуса на южных склонах, а также с ухудшением физического состояния почв и уменьшением почвозащитной роли растительного покрова [4, с. 189-190].

Известно, что в зависимости от экспозиции склоны получают солнечную энергию разной интенсивности. Сумма активных температур на

южном склоне в 20-30% больше, чем на склонах северной экспозиции.

Экспозиция склонов влияет на созревание сельскохозяйственных культур. При размещении сельскохозяйственных культур, необходимо учитывать также направление и скорость ветра.

Для инженерно-строительных работ склоны южной экспозиции считаются наиболее благоприятными. Они быстро освобождаются от снега, быстро высыхают и здесь редко наблюдаются экзодинамические процессы.

Если учесть, что южные склоны являются наиболее благоприятными для хозяйственной деятельности, то можно сказать, что 250403 склона благоприятны для хозяйственной деятельности, занимая 32,36% площади исследуемой территории.

Л и т е р а т у р а

1. Антипцева Ю.О., Думит Ж.А. Морфометрический анализ рельефа с использованием ГИС-технологий при оценке рекреационного потенциала Лагонакского нагорья (Северо-Западный Кавказ). //Геоморфология, 2009, № 1, с. 45-50 .
2. Бардачевский Н.Н. Хребты и впадины юго-восточного Алтая: Опыт морфометрического исследования с применением ГИС-технологий. //Геоморфология, 2009, № 1, с. 50-59.
3. Загорюлько В.А., Хамарин В.И., Тябаев А.Е. Морфометрический анализ рельефа средствами ГИС-технологий (на примере Семинского перевала). //Геоморфология, 2003, № 4, с.40-46.
4. Заславский М.Н. Эрозиоведение. М.: Высшая школа,1983, 320 с.
5. Крупочкин Е.А. Геоинформационный подход к созданию карт углов наклона. //География и природные ресурсы, 2002, № 2, с. 142-146.
6. Мусин О.Р., Новаковский Б.А., Сербенюк С.Н. Автоматизированное составление карт углов наклона и экспозиции склонов по аэрофотоснимкам. //Геоморфология, 1987, №4, с. 30-36.
7. Сербенюк С.К., Мусин О.Р. Математико-картографическое моделирование для автоматизированного решения карто - и морфометрических задач. //Геодезия и картография. 1989, №5, с. 42-46.
8. Хромых В.В. Применение ГИС в геоморфологических исследованиях. /Материалы XXVII Пленума Геоморфологической Комиссии РАН, Томск: Институт оптики Атмосферы СО РАН, 2003, с. 217-225 .
9. Цветков В.Я. Геоинформационные системы и технологии. М.: Финансы и статистика, 1998, 287 с.
10. Мехбалиев М.М. Влияние экспозиции склонов на естественно-хозяйственную систему (на примере междуречья Мазымчая и Гирдыманчая). //Материалы III международной научно-практической конференции Молодежь и наука: Реальность и будущее. Т.V, Естественные и прикладные науки, Невинномысск, 2010, с. 286-287.

К ВОПРОСУ НОРМАТИВОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ГРУЗИИ

Мехришвили Г.Д.

¹⁾ Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
пр. И. Чавчавадзе, 60, 0175, г. Тбилиси, Грузия

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших условий нормальной эксплуатации мелиоративных систем является создание и применение технических норм их функционирования [1,2]. В этой связи вызывает определенный интерес методология класси-

кации эксплуатационных затрат водохозяйственных организаций, разработка нормативной базы для их эффективного внутрифирменного планирования.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Правильное исчисление затрат на подачу оросительной воды является начальным условием нормального функционирования водохозяйственных организаций, содержания производственных фондов в технически исправном состоянии, их надежном функционировании, устойчивом развитии отрасли. Следует отметить, что достоверность расчета фактических затрат на подачу оросительной воды в значительной степени зависит от методически правильно разработанных внутрифирменных плановых показателей себестоимости водоподачи. При этом планирование себестоимости подачи воды имеет целью выявить технико-экономические возможности водохозяйственной организации. Группировка же плановых затрат по соответствующим статьям позволяет правильно подойти к калькуляции себестоимости водоподачи и в дальнейшем, при анализе плановых и фактических затрат, определить резервы производства в разрезе статей затрат и тем самым наметить эффективные пути развития производства, снижения себестоимости водоподачи.

При определении плановой (внутрифирменной) себестоимости водоподачи имеет смысл применять следующую номенклатуру основных статей расходов.

I. Содержание административно-хозяйственного и инженерно-технического штата водохозяйственной организации и административно-хозяйственные расходы.

II. Содержание линейного эксплуатационного штата.

III. Очистка гидромелиоративной сети.

IV. Защитно-регулирующие и противопаводковые мероприятия.

V. Текущий ремонт.

VI. Восстановление производственных фондов.

VII. Расчет платы за оросительную воду.

Административно-хозяйственный и технический штат водохозяйственных мелиоративных организаций осуществляет функции руководства организацией, включая всю административно-хозяйственную деятельность, планирования и оперативного руководства водозабором и водоподачей, планированием и организацией всех видов ремонтов, мелиоративных, противопаводковых и аварийных работ, составлением оперативной и годовой отчетности.

Для выполнения функции управления водохозяйственным предприятием вышестоящей организацией устанавливается управленческий штат и должностные оклады. Затраты на содержание административно-хозяйственного и

**კ ვOPოსუ ნორმატივთა ტექნიკური ექსპლუატაციის
ოროსიტელური სისტემის გურიის**

ინჟინერო-ტექნიკური შტატი განსაზღვრულია სუმილი პროდუქციის სარსებური შტატიური ერთეულითა და იხი დოლჟნოსტიური ოკლადი. პრი ამოთ ადმინისტრაციური-ხოზიური რასხოდი მოღუთ დოსტიგატი 32% ოთ ზარატი და სოფრინი შტატი.

პომიო ოსოვიანი შტატი პრი ვოდიხოზიური ორგანიზაციის მოღუთ ბიტი ორგანიზირანი რიდი პროდუქციური სლუჟბი, ვთი ჩილი სლუჟბა მელიორატივიანი კონტროლი, სლუჟბა ექსპლუაციურიანი ტრანსპორტი და ენერგეტიკურიანი ხოზიური, დრ. სლუჟბი.

ლინიურიანი შტატი მელიორატივიანი ექსპლუაციურიანი ორგანიზაციის ოსუფრესტულია უკაზანი იეი ადმინისტრაციის პო ვოდიზაბორი, ვოდორასრედელე-

ნიუ და ვოდიპოდაჩე, უპრავლიატი რაბოტი გიდრომელიორატივიანი სეტი გიდროსოორუჟიანი, პროდუქტი ნეპრერუიანი ნადზორ ზა იხი ტექნიკურიანი სოსოტიანი, ა ტაჟე ზა მელიორატივიანი სოსოტიანი ოროსაემოი ტერიტორიის, იზმერიატი და უჩიტივაატი ველიჩინუ რასხოდი ვო სეხი პუნქტიანი ვოდიდელენი და ნა ვიდელაჟი ვოდიპოლიზოვატელაჟი, ოკაზივაატი ტექნიკურიანი პომოტი ხოზიურიანი ვო ვოპროსიანი ექსპლუატაციის და პერეუსტრუიტი ვიურიტიხოზიურიანი გიდრომელიორატივიანი სისტემის, ორგანიზირეტი და კონტროლირეტი რემონტიური რაბოტი.

ორიენტირევიანი ნორმი ზარატი რაბოტიური ვრემენი ნა პროდუქციური რაბოტი ლინიურიანი სლუჟბოი მელიორატივიანი სისტემის პრივედენი ვა ტაბლ. 1.

ტაბლია 1

№	ედიანიცა იზმერენი	სოსავი რაბოტი	ზარატი ტრუდი, ჩელი. ჩაოვი ვა გოდი
1		ვოდიზაბორი იზ რეკი ილი ვოდიხორანილიცა	
		რეგულირევიანი, იზმერენი და უჩეტი რასხოდი და გორიზონტიანი, მანევირევიანი შიტიანი, ნაბლიდენი ზა სოფრანოსიუბი ობიექტი, იეი პოდირჟიანი, ოჩეტიანი, ორგანიზირევიანი რემონტი	
	სოორუჟენი	ა) ვოდიზაბორიანი სოორუჟენი ს რასხოდი ოთვოდიჯიანი კანალიანი ოთ 5 დო 10 მ ³ /სეკი, პოლეზნიუ ობიექტი ვოდიხორანილიცა 10-50 მლნი. მ ³	2067
	სოორუჟენი	ბ) თო ჟე, ნო რასხოდი კანალიანი დო 5 მ ³ /სეკი, პოლეზნიუ ობიექტი ვოდიხორანილიცა დო 10 მლნი. მ ³	554
	სოორუჟენი	ვ) თო ჟე ნო ვოდიზაბორიანი სოორუჟენი ნე ინჟინეროვიანი ტიპი	954
2		ვოდორასრედელენი პო ოროსიტელურიანი კანალიანი	
		ვოდორასრედელენი, იზმერენი რასხოდიანი, ნაბლიდენი გორიზონტიანი, უჩეტი, ოჩეტიანი, ნაბლიდენი, ნადზორი, ოფრანა	
	100 კმ	ა) ოროსიტელურიანი კანალიანი ს რასხოდი ოთ 5 დო 10 მ ³ /სეკი	5833
	100 კმ	ბ) თო ჟე, ნო ს რასხოდი დო 5 მ ³ /სეკი	4205
3		რეგულირევიანი რასხოდიანი ნა უღალი ვოდიდელენი	
		მანევირევიანი შიტიანი, ოფრანა	
	სოორუჟენი	ა) რასხოდი ოთვოდიანი ოთ 5 დო 10 მ ³ /სეკი	400
	სოორუჟენი	ბ) თო ჟე დო 5 მ ³ /სეკი	133
4		ვოდიდელენი პო მეჯხოზიურიანი სეტი და ვოდიპოდაჩა	
	თის. გა	ვოდიდელენი, იზმერენი რასხოდიანი, მანევირევიანი შიტიანი ნა რეგულირევიანი და ვოდივუპუსკაჟიანი, ნაბლიდენი გორიზონტიანი, უჩეტი, ოჩეტიანი, ნადზორი, ოფრანა, პერეაჩა ვოდი ვოდიპოლიზოვატელაჟიანი, ორგანიზირევიანი რემონტი	906
5		ნაბლიდენი ზა სოსოტიანი დამბი ობვალევიანი	
	10 კმ	ობიექტი, ოსმორი, ოფრანა, ორგანიზირევიანი რემონტი	187
6		ნაბლიდენი ზა რაბოტი მეჯხოზიურიანი კოლექტორიანი სეტი	
	100კმ	ნაბლიდენი, ორგანიზირევიანი რემონტი და ოჩიტიკი	1600
7		ნაბლიდენი ზა ურევიანი გრუნტიანი ვოდი	
	100 პუნქტიანი	ნაბლიდენი, პერივიჩიანი ობრეტიკა დანიანი, ნადზორი ზა ისპრავნიუ სოსოტიანი, ორგანიზირევიანი რემონტი	2333
8		ნაბლიდენი ზა გიდროსოორუჟენიანი ნა ობვოდიენნიანი ზემლიანი	
	100 თის. გა ობვოდიენიანი		1933

По статьям очистка гидромелиоративной сети, защитно-регулирующие и противопаводковые работы нормируются следующие виды эксплуатационных работ: нивелировка межхозяйственных каналов и коллекторов под очистку; расстановка и закрепление пикетажных знаков, очистка и уничтожение растительности по бровкам и откосам каналов; работы предупреждающие разрушение гидротехнических сооружений оросительных систем во время прохождения паводковых расходов в источниках орошения; работы ликвидирующие результаты разрушений после паводков.

Планирование затрат на производство ука-

занных работ осуществляется из следующих норм: нивелировка межхозяйственных каналов и коллекторов под очистку; расстановка и закрепление пикетажных знаков – 2 чел. часа на 1 км канала; очистка от заиливания – из расчета 3 см в год на магистральных каналах и 5 см в год на собирателях 1 и 2-го порядка; защитно-регулирующие и противопаводковые работы – в соответствии с дефектными актами.

Ориентировочные нормы затрат на текущий и восстановительный (капитальный) ремонты мелиоративной инфраструктуры приведены в таблице 2.

Таблица 2

№	Название элементов мелиоративной системы	Ориентировочный срок службы сооружения, лет	Затраты на текущий ремонт в % от балансовой стоимости	Интервал времени между восстановительными ремонтами, годы	Затраты на восстановительный ремонт в % от балансовой стоимости
1	2	3	4	5	6
1	Производственные здания				
1.1	Каменные здания	80	3.2	10	17.0
1.2	Каменные здания облегченной кладки	60	3.2	10	17.0
2	Гидротехнические сооружения				
2.1	Плотины каменные, бетонные и железобетонные	100	0.4	10	7.0
2.2	Земляные плотины и дамбы	100	1.0	10	4.0
2.3	Каменные, бетонные, габионные регулирующие дамбы и шпоры	20	1.2	5	5.0
2.4	Каменные, бетонные и железобетонные берегозащитные сооружения	50	2.0	5	7.5
2.5	Каменные, бетонные и железобетонные водоприемные и водосбросные сооружения; отстойники; подземная часть насосных станций	80	0.4	10	7.0
2.6	Керамический дренаж	80	0.4	10	4.0
2.7	Каменные, бетонные и железобетонные башенные водоприемники; шахтные и трубные водовыпуски; железобетонные консольные водосбросы; шлюзы-регуляторы; трубо-мостики; мосты водоводы; быстротоки; перепады; ливнесбросы	40	0.6	5	7.5
2.8	Земляные, облицованные камнем, бетоном и железобетоном межхозяйственные оросительные каналы (магистральные, распределительные)	100	1.0	10	15.0
2.9	Межхозяйственные каналы, оросительные и коллекторно-дренажные внутрихозяйственные каналы	50	1.0	5	14.0
2.10	Каменные и железобетонные мосты	100	1.0	10	3.0
2.11	Бетонные и железобетонные трубы и лотки	100	1.0	10	5.0

**К ВОПРОСУ НОРМАТИВОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ГРУЗИИ**

Таблица 2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
2.12	Каменные, бетонные и железобетонные подпорные стены, регуляционные сооружения	60	3,0	10	15.0
2.13	Тоннели	40	0.6	5	7.5
2.14.1	Железобетонные дюкеры	40	0.6	5	5.0
2.14.2	Металлические дюкеры	25	0.7	5	8.0
2.15	Каменные, бетонные и железобетонные акведуки	40	0.8	5	7.5
2.16	Каменные, бетонные и железобетонные быстротоки	40	0.6	5	5.0
2.17	Шлюзы, регуляторы, водовыпуски	40	0.6	5	5.0
2.18	Каменные, бетонные и железобетонные водосбросы	40	1.0	5	3.0
2.19	Железобетонная галерея	30	0.7	5	3.5
2.20	Регуляционные щиты	25	1.0	5	8.0
3	Гидропосты	20	5.0	5	12.5
4	Электрооборудование	30	6.0	5	15.0
5	Эксплуатационные дороги				
5.1	Асфальтобетонные	40	4.0	10	19.0
5.2	С покрытием из черного щебня или черного гравия	30	4.0	10	23.0
5.3	Грунтовые	20	2.0	5	20.0

Приведенные данные позволяют достаточно надежно планировать величины эксплуатационных расходов, осуществить калькуляцию плановой себестоимости оросительной воды.

Следует отметить, что точность плановых расчетов в значительной мере зависит от эффективной работы гидрометрической службы оросительных систем, которая осуществляет распределение воды среди водопользователей, следит за точностью ее учета, контролирует расходы источников орошения и забор воды в систему, наблюдает за уровнем грунтовых вод.

Примерная нагрузка на наблюдателя-гидрометра составляет 8-10 гидрометрических постов. При весьма удаленных друг от друга гидрометрических постах на одного наблюдателя возлагаются наблюдения за 5-6 гидрометрическими постами. Примерная нагрузка на одного наблюдателя-гидрометра за уровнем грунтовых вод в колодцах составляет 8-10 пунктов. Количество наблюдений для главного гидрометрического поста и для постов на балансовых участках составляет 3 раза в сутки. В зимнее время, когда по системе идут расходы не ирригационного назначения, число суточных наблюдений снижается до одного. На замыкающих транзитных створах и на постах, учитывающих дренажные

воды, наблюдения ведутся круглый год один раз в сутки.

Вместе с этим необходимо иметь ввиду, что гидротехнические сооружения в течение эксплуатационного периода изнашиваются, при этом стоимость их в сравнении с первоначальной стоимостью уменьшается. С целью определения и учета фактической (рыночной) стоимости гидротехнических сооружений осуществляется инвентаризация мелиоративной системы. В этой связи через каждые 5-10 лет проводится сплошная инвентаризация мелиоративных систем. Сплошная инвентаризация мелиоративных систем предусматривает учет как основных сооружений и оборудования, так и всех вспомогательных устройств, зданий, сооружений, оборудования и инвентаря. Целью сплошной инвентаризации мелиоративных систем является установление инвентарной стоимости сооружений. Инвентарная стоимость системы определяется исходя из ее первоначальной строительной стоимости, затрат на восстановительные работы (капитальный ремонт) и степени износа по формуле:

$$I = X + Z + Kt,$$

где X – первоначальная стоимость фондов (лари);

Z – затраты на капитальные ремонты,

проведенные с момента введения сооружения в эксплуатацию до момента текущей инвентаризации (лари);

K – размер ежегодного износа (амортизации) (лари);

t – фактический возраст сооружения (лет).

Данные инвентарной стоимости мелиоративных фондов вносятся в технические паспорта, которые составляются на каждую мелиоративную систему, гидротехническое сооружение (кроме мелких), водохранилище, насосную станцию и другие сооружения межхозяйственного назначения, гражданское здание (кроме сторожек, временных укрытий, навесов, складов и т.п.)

Паспортные ведомости составляют на мелкие гидротехнические сооружения, пруды, водоподъемные установки внутривладельческого назначения, сторожки, временные постройки, гидрометрические посты, колодцы и пр.

Технический паспорт системы должен содержать следующие данные: наименование, местоположение, тип, категория, год постройки и др. сведения о системе; общие данные, а также конструктивные показатели размеров, типа и материалов сооружения; ежегодно вписываемые переменные сведения о произведенных в течение прошедшего года ремонтных работах, о состоянии и проценте годности сооружения; сведения о строительной и инвентаризационной стоимости объекта.

К техническим паспортам прикладывают схематические чертежи сооружений, продольные и поперечные профили каналов, фотоснимки. Сведения о техническом состоянии и стоимости объекта паспортизации даются по каждому элементу сооружения (оголовок, стенка, крепление и др.). Технический паспорт оросительной системы содержит таблицы водного баланса (поступление воды, ее расходовании, коэффициенте полезного действия) и земельного фонда (наличие орошаемых земель, их использовании, причины не использования земель с оросительной сетью). В паспорте указываются способы подачи воды, применяемая техника полива,

длина оросительных, дренажных и сбросных каналов, количество гидротехнических и водомерных сооружений по их видам и др.

В паспорта мелиоративных систем ежегодно вносятся кадастровые записи происшедших изменений, основных показателей по гидротехническим сооружениям и мелиорированным землям. В кадастровых записях указываются даты произведенных работ, их объемы и стоимости. Особое значение имеют кадастровые записи о мелиоративном состоянии обслуживаемых земель, о режиме грунтовых вод и о проведенных мероприятиях по улучшению состояния мелиорированных земель. При паспортизации оросительных систем должна быть составлена ирригационная карта системы. На ирригационной карте должны быть нанесены все каналы и сооружения, показана схема организации эксплуатационной службы, распределение эксплуатационных участков, линий служебной связи, эксплуатационных дорог, пунктов специальных наблюдений. На карте должно быть показано размещение эксплуатационных зданий, размещение складских помещений. На карту наносятся все изменения, которые происходят на системе в результате ремонтных работ, переустройства и реконструкции мелиоративных систем и сооружений, все дополнительно построенные сооружения и устройства.

Работы по паспортизации мелиоративных систем, в т.ч. кадастровые записи производятся в начале каждого года, а также в течение хозяйственного года по мере проведения ремонтных работ, переустройства и реконструкции мелиоративных систем, строительства новых сооружений и устройств. Затраты времени на производство работ, связанных с паспортизацией ориентировочно составляют 15-20 рабочих дней, в том числе внесение в паспорта постоянной информации 10-15 дней. Ориентировочная норма затрат рабочего времени на производство ежегодных работ по паспортизации мелиоративных систем 320 чел. часов (указанная норма может быть скорректирована в конкретных производственных условиях).

ВЫВОДЫ

1. При определении плановой (внутрифирменной) себестоимости водоподачи имеет смысл применять следующую номенклатуру основных статей расходов: содержание административно-хозяйственного и инженерно-технического штата водохозяйственной организации и административно-хозяйственные расходы; содержание линейного эксплуатационного штата; очистка гидромелиоративной сети; защитно-регулирующие и противопаводковые мероприятия; текущий ремонт; восстановление производственных фондов; расчет платы за оросительную воду.

2. Точность плановых расчетов в значитель-

ной мере зависит от эффективной работы гидрометрической службы оросительных систем, которая осуществляет распределение воды среди водопользователей, следит за точностью ее учета, контролирует расходы источников орошения и забор воды в систему, наблюдает за уровнем грунтовых вод.

3. При исчислении плановых затрат на текущий и восстановительный (капитальный) ремонт мелиоративной инфраструктуры базой расчета служит инвентарная стоимость объекта, учитывающая первоначальную строительную стоимость, затраты на восстановительные работы (капитальный ремонт) и степень износа фондов.

Л и т е р а т у р а

1. **Варганов М.В., Кекелишвили Л.Г.** К вопросу платного водопользования. //АН Грузии, Грузгидроэкология, Тбилиси, 2005, с. 44-46.
2. **Варганов М.В., Иорданишвили К.Т.** Методы

тарификации водных ресурсов, используемые в орошаемом земледелии. //Известия аграрной науки, Тбилиси, 2008, № 4, том 6, с. 114-116.

THE DYNAMICS OF DRAINAGE ACTIVITY IN SOIL

Otilija Vytauto Miseckaitė
E-mail: otilija.miseckaite@asu.lt

Aleksandras Stulginskis University, Institute of Water Resources Engineering
Studentų str. 11, LT-53361 Akademija, Kauno distr., Lithuania

INTRODUCTION

Climatic conditions and physical geographic factors determine the fact that in the territory of Lithuania, there are 3.4 million hectares of too wet land or about 86% of total agricultural area, which may be used extensively and productively only after drainage [1]. Hydro-physical properties of heavy or pressed soil as well as water regime may be improved by various ways, taking into account the texture of soil and climatic conditions. Precipitation distribution in a territory and their change within a year has a great impact on hydrological phenomena, soil formation and plant-growing seasons [2]. Climate change impact on flora has increasing attention around the world [3]. Air temperature and moisture content generally determines the duration of plants vegetation and development, size of yield. The influence of meteorological con-

ditions occurs not only directly on the yield, but also on its quality indicators [4]. One of methods to improve drainage performance – its installation with thickened humus layer. Lithuanian soil humus layer is close to arable layer and is equal to approximately 20-25 cm. [5]. The mentioned analysis allows determining the impact of humus layer on drainage runoff distribution during the year and the impact of local conditions. The results obtained are applied for solving the issues of water treatment and environmental protection. Moreover, this information is required, while adapting mathematical (stochastic) models for forecast of hydrological phenomena.

The objective of the present paper is to determine the relation between humus layer thickness and drainage runoff and to assess its variability in time.

MAIN PART

Materials and Methods. The investigation was carried out in the experimental fields of Aleksandras Stulginskis University in 1989–2009. The investigations were carried out in loamy soils as in Lithuania light loam and medium loam soils make 38.4% of farming lands. In the territory of investigations the soil was calcareous deeper gleyic leached soil, (the experimental according to FAO: calcar – HypogleyicLuvisol), according to mechanical composition – loam of medium-heaviness and light loam. Soil volume mass in the layer of 1 m varies from 1.3 to 1.7 g/cm³, porosity – from 50.9 to 32.0 %, hygroscopic moisture – from 0.95 to 2.36 %, filtration coefficient in arable layer – 0.31-0.94 m/day.

Scheme of the experiment: 1.71 ha with thickened layer of 45–50 cm (field I), control, 1.72 ha with natural humus layer of 20–30 cm (field II, Fig. 1).

Drainage systems were installed in 1988. Collectors of drainage systems were laid to different wells for runoff measurement. Drainage runoff was measured by volumetric method. Meteorological conditions were assessed, following the data of Kaunas Meteorological Station, located 0.5 km from test field.

Results and Discussion. Meteorological conditions in 1989–2009 were studied while analysing changes in seasonal distribution of the average air temperature and precipitation amount in Central Lithuania, according to data of meteorology station

located in the Academy (winter XII-II, spring III-V, summer VI-VIII, autumn IX-VIII).

During the research period climatic norm (1961–1990) was more exceeded than not reached. The highest excess of climatic norm was +32% (2009) and +55% (2007) and shortage -22% (2008) and -34% (1996) (Fig. 2). The integral curves of average precipitation height deviation from the average show the trends of precipitation height change: the linear trend, defining the trend of chronological sequence change, is positive.

While analyzing the annual air temperature for the period of 1989–2009, it is seen that the highest

average temperature was in 2008, and the lowest – in 1993. The linear trend, defining the trend of chronological sequence change, is positive (Fig. 3) – results are consistent with forecasted results of global temperature increase, which state that the average temperature in 2030 should be higher by 1°C than in the end of twentieth century, i.e., it should increase by 0.033°C annually [6].

While analysing annual drainage runoff in fields I and II (1989-2009), 30% higher drainage runoff from the field with increased humus quantity is observed. The differences were significant ($p < 0.05$; Fig.4).

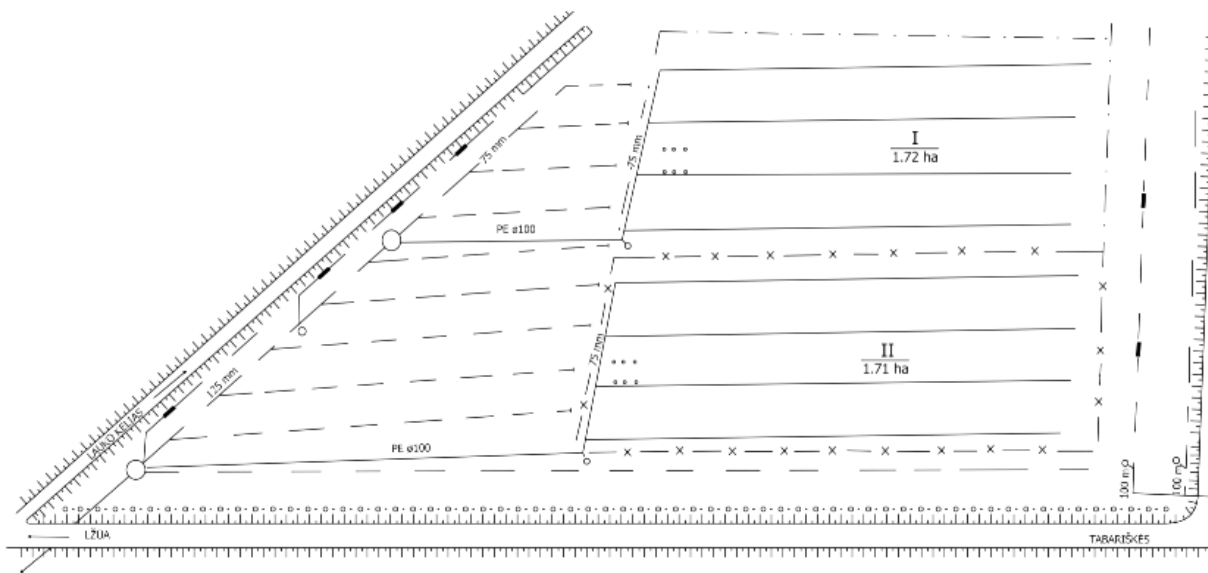


Fig 1. Scheme of the experiment

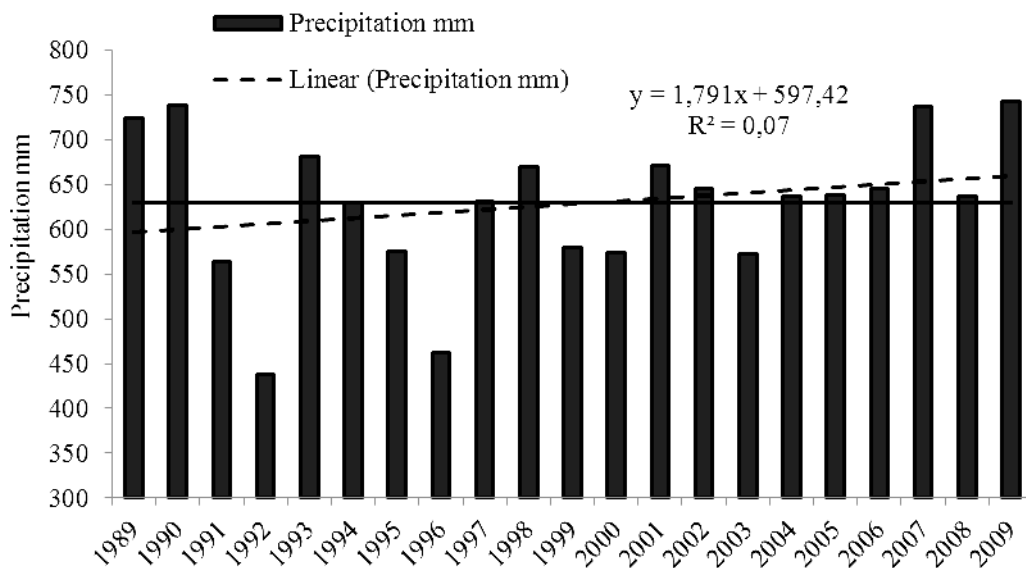


Fig. 2. Quantity of average precipitation and multi-annual climatic norm

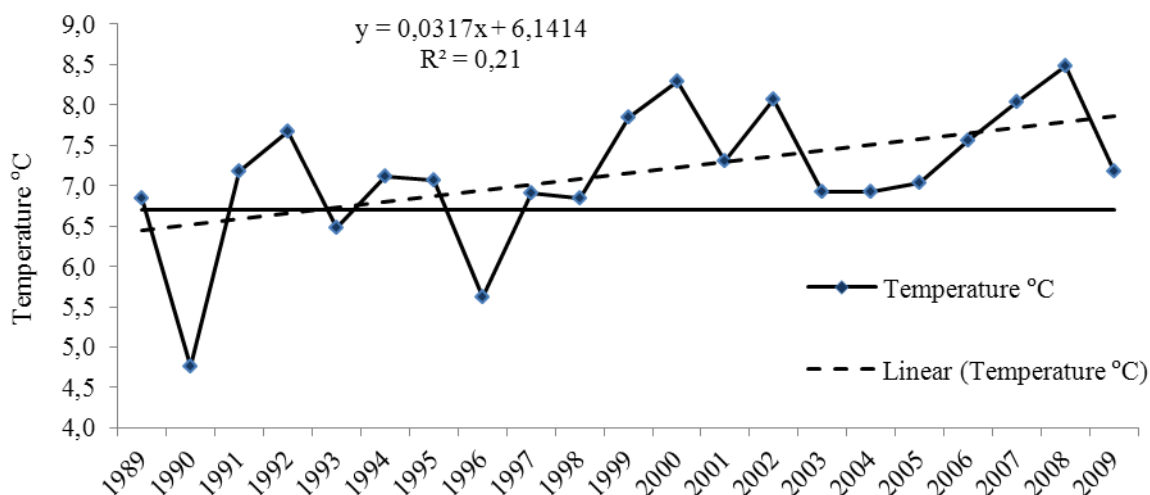


Fig. 3. Average seasonal quantity of average air temperature and multi-annual climatic norm

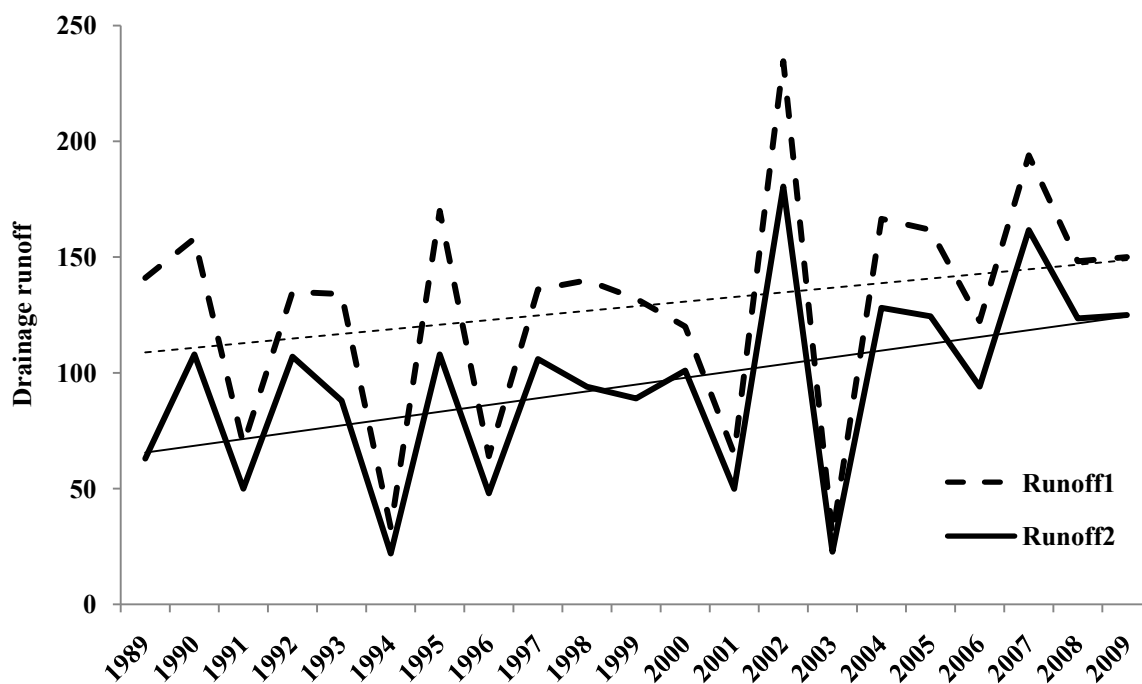


Fig. 4. Chronological succession of drainage run-off and their linear fluctuation trend

While analysing the data of 1989–2009 in the researched territory, it is determined that the lowest quantity of precipitation is in spring (22.2%), very similar quantity of precipitation is observed in winter (19.7%) and the highest quantity of precipitation is in summer (even 34.5%) and autumn (24.5%). During research period the drainage runoff in the field I was highest during winter (46.3%), in spring – 42.8% and the lowest in summer (1.6%), in the field II – the drainage runoff was almost equal in winter and spring (32–33%) and the lowest – also in summer (Fig. 5). Thus, regulated drainage may

help the plants to provide with water, since they often lack moisture. The analysis of runoff observation data revealed that seasonality, typical for runoff change, remains: during spring – March and April – the average runoff is the highest but the lowest in the summer season – July and August, while in May, June and August – almost the same.

When studying relations between drainage runoff in different seasons it was determined that in bold thick (I) in winter there was an average link ($r = 0.5, p < 0.05$), and in other seasons – the interrelation was weak (in spring and autumn $r = 0.4$,

THE DYNAMICS OF DRAINAGE ACTIVITY IN SOIL

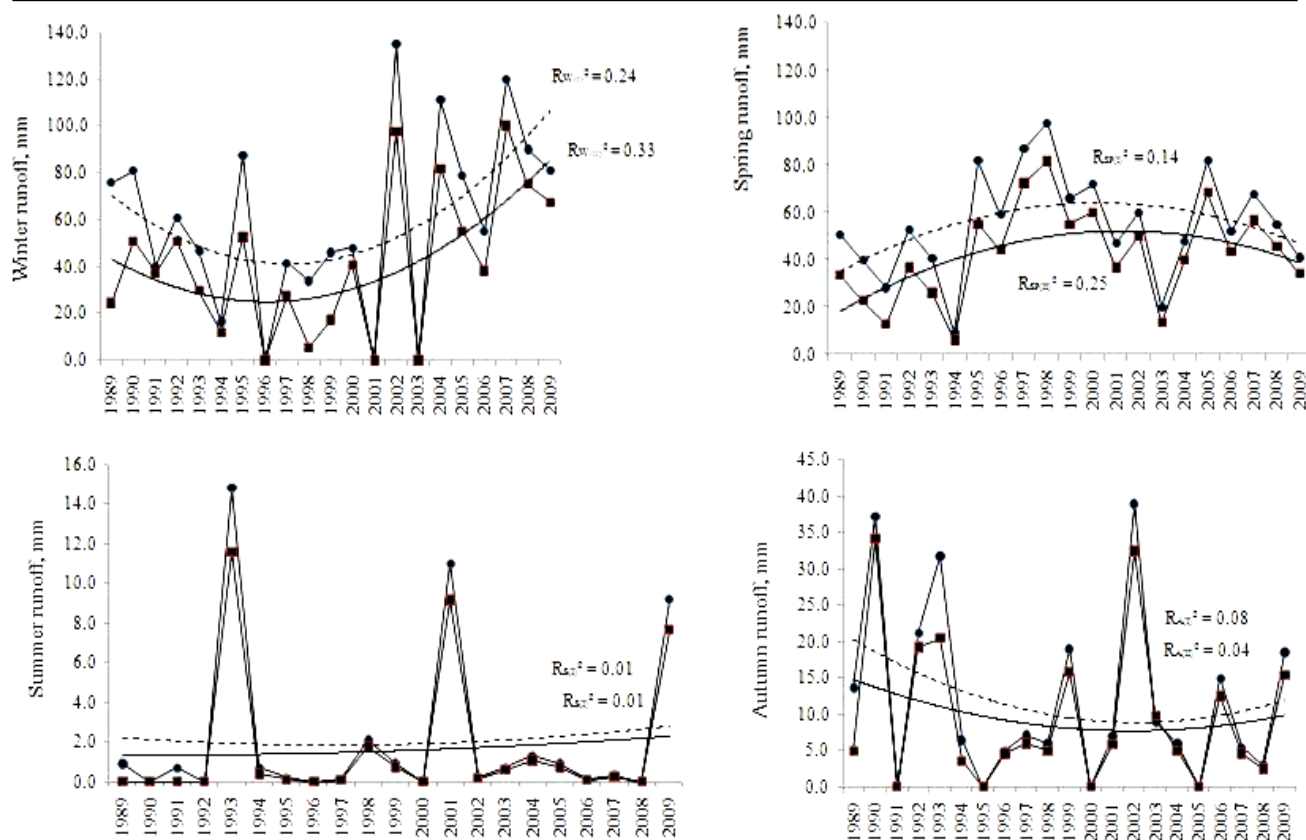


Fig. 5. Dependence of humus layer in different seasons of 1989–2009 periods
(R_w – winter, R_{sp} – spring, R_s – summer, R_a – autumn)

$r = 0.3$), and very weak in summer ($r = 0.1$). In natural layer (II) there was an average link in winter too ($r = 0.6, p < 0.05$) and in spring ($r = 0.5, p < 0.05$), the inter-relation was very weak in summer ($r = 0.1$) and the inter-relation was weak in autumn ($r = 0.3$). Tendency of trends decrease can be seen in spring in both fields. Thus, the drainage runoff in the field

with thin humus layer has a greater impact compared to the one with the thickened humus layer.

The first field (the thickened humus content) drainage runoff ranged higher amplitude than the field in all seasons, with a natural layer of humus. Statistically significant results were obtained in winter and spring ($p < 0.05$).

CONCLUSIONS

1. In case of thickened humus layer annual drainage runoff was approximately 21% of annual precipitation quantity, when natural humus layer was approximately 16%.
2. Annual drainage runoff is higher by 31% in thickened humus layer while comparing with natural layer had significant ($p < 0.05$) positive effect.
3. It is determined that the lowest quantity of precipitation in the researched territory during

- the research period is in spring and winter but the highest – in summer and autumn. During the research period the highest drainage runoff in the field with the thickened humus content was during winter season (46.3%), in the field with natural humus layer – in winter and spring almost the same (32-33%).
4. Increased humus quantity has statistically significantly increased the drainage runoff during winter and spring seasons ($p < 0.05$).

References

1. **Lukianas A., Ruminaitė R.** Periodiškai šlapių žemių sausinimo drenažu įtaka upių nuotėkiui (Periodic wet land drainage influence of river runoff). //Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, 2009, 17 (4), pp. 226-235 (in Lithuanian).
2. **Bukantis A., Kažys J., Rimkus E.** Gausus krituliai Lietuvoje 1961-2008 metais (Abundant precipitation in Lithuania in 1961-2008 year). //Geografija, 2009, 45(1), pp. 44-53 (in Lithuanian).
3. **Fuhrer J.** Agro-ecosystem responses to combinations of elevated CO₂, ozone and global climate change. //Agriculture, Ecosystems and Environment, 2003, 97, pp. 1-20.
4. **Kupčinskas V., Baniūnienė A., Žėkaitė V., Šidlauskas G.** Mineralinių ir organinių trąšų bei meteorologinių sąlygų įtaka bulvių produktyvumui priesmėlio dirvoje (Mineral and organic fertilizers and meteorological conditions on the productivity of potato in sandy loam soil). //Žemdirbystė. LŽI ir LŽŪU mokslo darbai, 2003, 84 (4), pp. 23-34 (in Lithuanian).
5. **Dirsė A., Galminas Z., Juodinis G.** Drenažo nuotėkio priklausomybė nuo humusingo dirvožemio sluoksnio (Drainage runoff from the dependence of soil humus layer). //Žemės ūkio mokslai, 2002, 21(43), pp. 52-56 (in Lithuanian).
6. **Bukantis A., Rimkus E.** Climate variability and change in Lithuania. //Acta Zoologica Lituanica, 2005, 15(2), pp. 100-104.

НАВОДНЕНИЯ В АРАНСКОМ ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОМ РАЙОНЕ

Мусаева М. Р.

E-mail: musayeva-m@rambler.ru

Институт географии им. акад. Г.А. Алиева НАН Азербайджана
пр. Г. Джавида, 31, г. Баку, Азербайджан

ВВЕДЕНИЕ

За последние 10 лет в результате наводнений экономике страны был нанесен ущерб в размере 1,5 млрд. манат, из них 66,7% приходится на наводнения 2010 года. Глобальные климатические изменения, отрицательное влияние антропогенных факторов на окружающую среду в мире, в том числе в Азербайджане, резко увеличили интенсивность наводнений, территорию охвата, размер ущерба, нанесенно-

го экономике страны и ареал их разрушения.

В результате исследований было определено, что наводнениям периодически подвергались 20% административных районов республики, 6,7% населенных пунктов, 20,1% населения, 3% промышленных предприятий, 12,3% сельскохозяйственных предприятий, 14,2% автомобильных дорог.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Основные причины, влияющие на формирование наводнений:

1. *Геоморфологические факторы* – (поверхностный слой территории, по которой протекает река, расположение устья реки ниже уровня мирового океана, протекание реки по природным меандрам, заполнение русла и дельты воды взвешенными материалами);
2. *Гидрометеорологические факторы* – (длина рек, величина водосборного бассейна, количество и интенсивность атмосферных осадков, выпадающих в бассейне, среднемесячные температурные показатели);
3. *Стихийные бедствия* – (порывистые ветры, сильные волны в реках, оползни, уровень грунтовых вод в устье Куры, колебания, происходящие в Каспийском море, оледенение, землетрясения и др.);
4. *Антропогенные факторы* – (проблемы в управлении водохранилищами, безучастное отношение к защитным плотинам, вырубка лесов и др.).

Наводнения в зависимости от физико-гео-

графических и климатических условий территории, на которых расположен бассейн, являются одним из фазовых режимов, особенно наблюдающихся в полноводный период с максимальным расходом рек [1].

В 1900-1953 гг. в нижнем течении рек Кура и Араз, можно сказать, каждый год происходили наводнения. После строительства Мингечаурского и Шамкирского водохранилищ, Аразского гидроузла в течении 1953-2000 гг. число наводнений, превратившихся в бедствие, несколько уменьшилось. Наводнения, произошедшие в 2003, 2006 и 2010 годах были более широкомасштабными и стали причиной крупных экономических ущербов [2].

В 2010 году в июне месяце в Мингечаурском водохранилище был зарегистрирован максимальный уровень воды – 83,2 м. Водоохранилище было переполнено раньше времени и не могло в достаточной мере предотвратить наводнения.

Плотины, издавна построенные вдоль рек для защиты от наводнений, пришли в негодное

состояние, тем самым увеличили вероятность наводнений. В настоящее время их общая длина 1681 км, из них 1592 км – земляной покров, 89,2 км – бетонный покров. Из бетонных плотин 56,8 км – камнебетонные, 32,5 км – состоят из готовых бетонных плит. После проведения в Азербайджане земельной реформы земельные участки между реками и плотинами вдоль некоторых административных районов были распределены среди населения. Люди, проживающие на этих территориях, разрушив земляные плотины провели каналы, для орошения частных земельных участков. Таким образом незаконно проводимые каналы, каналы создают реальные условия для наводнений.

Наводнения на реке Кура приходится на периоды повышения уровня воды в Каспийском море. Таким образом, в период повышения уровня Каспия 40 км² площади дельты реки Кура остается под водой, в результате чего русло реки и его дельта заполняются взвешенными материалами. В результате в основном в Сальянском и Нефтчалинском районах возрастает вероятность наводнений [3].

Учитывая то, что 80% хозяйственных объектов на Аранском экономико-географическом районе расположено ниже уровня океана, поэтому изучению влияния случаев наводнений на развитие хозяйства, путей ослабления их разрушительной силы и исследованию проблемы с экономической и социально-географической стороны должно быть уделено особое внимание. С этой целью была исследована степень ущерба от наводнений хозяйственных объектов, населения, различных населенных пунктов региона.

Поверхностная структура играет важную роль в заселении территории городов Мингечаур и Ширван, Евлахского, Уджарского, Зардабского, Бейлаганского, Билесуварского, Гаджигабульского, Имишлинского, Кюрдемирского, Саатлинского, Сабирабдского, Сальянского и Нефтчалинского административных районов, в которых происходит наибольшее число наводнений. На территории населенные пункты и население размещены в основном в 2 горизонталях: между территориями – -26,5-0 м и 0-200 м. Между горизонталями – -26,5-0 м зарегистриро-

вано 368 (43,4%) населенных пунктов с общим населением 789 тысяч человек (44%), а между горизонталями 0-200 м – 478 (56,3%) населенных пунктов с населением 1 млн. человек (55,6%). Население и хозяйственные объекты населенных пунктов, расположенных на этих высотах находятся под риском природных бедствий и временами подвергаются наводнениям. Основные территории, особенно Имишлинского, Саатлинского, Гаджигабульского, Сабирабдского, Сальянского, Зардабского, Нефтчалинского административных районов и города Ширван расположены ниже уровня моря и поэтому периодически подвергаются наводнению. В зависимости от природных и экономических условий на указанных территориях различный уровень урбанизации и плотности населения, в связи с чем различна и степень ущерба наносимого наводнениями.

Анализ статистических материалов показывает, что в последние годы увеличилась численность населения административных районов, расположенных на Аранском экономико-географическом районе в нижнем течении рек Кура и Араз, система расселения по сравнению с предыдущими периодами была расширена, включив в заселенную территорию первые полосы двухрядных защитных плотин берегов рек Кура и Араз, и тем самым приблизившись к пойме. Для определения степени опасности периодической подверженности населенных пунктов наводнениям и проведения защитных мероприятий должны быть использованы международный опыт и технологии.

Среди отраслей хозяйства Азербайджанской Республики от наводнений в наименьшей степени пострадали отрасли промышленности. Наряду с этим ущерб промышленным объектам от наводнений наносится больше не прямо, а косвенно. Наводнения разрушают инфраструктуру, особенно автомобильные дороги, и приводят их в негодное состояние. В результате люди опаздывают на свои рабочие места, а промышленные объекты не обеспечиваются сырьем вовремя. В результате промышленные предприятия, работающие в неполную силу, не могут вовремя доставлять производимую продукцию

производителю [4]. В настоящее время нефтегазодобывающие предприятия в городе Ширване, Нефтчалинском и Сальянском административном районах, ГРЭС в Мингечауре и Ширване, Варваринская и Мингечаурская ГЭС, часть объектов топливно-энергетического комплекса действуют под угрозой наводнений.

На территории Аранского экономико-географического района имеются 7 нефтегазовых месторождений. Эксплуатацией этих месторождений занимаются более 60 нефтегазодобывающих организаций. В результате наводнений нефтегазодобывающей промышленности Ширвана, Нефтчалы и Сальяна в 2003 году был нанесен ущерб в 12 тыс., 2006 году – в 36 тыс. и в 2010 году – в 67 тыс. манат. 4% предприятий легкой промышленности и 12% предприятий пищевой промышленности исследуемой территории прямо или косвенно подвергаются ущербу от наводнений. В 2010 году во время наводнения в нижнем течении реки Кура в более чем 60% предприятий пищевой промышленности была нарушена рабочая деятельность и этой отрасли был нанесен ущерб в большом размере. Только в Нефтчалинском районе заводу по разведению осетринных рыб, расположенному в поселке Хыллы и рыбоконсервному заводу, расположенному в поселке Банка, был нанесен ущерб в размере в более 100 тысяч манат. В том числе, полностью в негодное состояние пришло 10 млн. тонн зерна и готовой мучной продукции, собранной в мельницах и элеваторах, и в результате спрос населения республики на муку до 15-20% обеспечилось за счет импорта с мирового рынка.

Из 4756,5 тысяч земель пригодных для сельского хозяйства 1419,5 тысяч га или 29,8% подвергаются наводнениям. По причине засоления и ухудшения качества почв в нижнем течении рек Кура и Араз, где развито орошаемое земледелие, создаются большие проблемы в обеспечении продовольственной продукцией. Учитывая то, что каждый год Азербайджан импортирует около 1 млн. тонн зерна и мучной продукции, одной из самых важных задач республики должны быть восстановление и возвращение в земельный оборот земель, подверженных эрозии, засолению, заболачиванию. Если

уменьшится ущерб от наводнений, то станет возможным увеличение производства зерна и уменьшение зависимости от иностранного импорта [5].

На долю Аранского экономико-географического района приходится производство 86,3% хлопка, 72% кормовых культур, 70% бахчевых культур, 52% свеклы, 40% зерна, 27% фруктов, 26% овощей, 19% картофеля республики. Был подсчитан ущерб данным растениеводческим территориям от наводнений в 2003 и 2010 годах. В 2010 году 12,4 тысяч гектар из 31,3 тысяч га земель, подготовленных для посева хлопка, остались под водами наводнения. Опрос, проведенный у местного населения, наблюдения и научный анализ района, подверженного наводнению, показывает, что в последние годы уменьшение посевных площадей хлопка (не принимая во внимание стратегическую важность продукта), одновременно увеличение интенсивности повторяемости стихийных бедствий на исследуемой территории могут привести к созданию условий полного исчезновения этой ранее специализированной отрасли хозяйства в Азербайджане. Животноводческое хозяйство исследуемой территории также периодически подвергается наводнениям. Особенно, в результате наводнений, произошедших в 2010 году, были уничтожены 42 тысячи голов крупного и мелкого рогатого скота и в непригодное состояние пришло более 2320 га пастбищных участков.

Одной из главных территорий, подвергшихся наводнениям, являются автомобильные дороги. Во время наводнений 2003, 2006 и 2010 годов на Аранском экономико-географическом районе был нанесен серьезный ущерб автомобильным дорогам 366 км республиканского значения и 305 км местного значения, 2317,5 км грунтовых дорог.

По исследуемой территории в западном направлении проходит железная дорога Баку-Актафа-Тбилиси, в южном направлении Баку-Ширван-Астара и параллельно им автомобильные дороги международного значения. Произошедшие в последние годы наводнения нанесли серьезный ущерб транспортной системе, особенно автомобильным и железным дорогам. А

наводнения 2010 года, можно сказать, привели железнодорожный транспорт в парализованное состояние.

Так как более 80% оросительных систем республики расположены на Аранском экономико-географическом районе защита от наводнений водопроводов, оросительных каналов, распределительных шлюзов, коллекторов, дренажей постоянно должно быть под надзором не только ОАО "Водной Мелиорации", но и Министерств Чрезвычайных Ситуаций и Сельского Хозяйства Азербайджана [6].

Ущерб, нанесенный водоснабжающим сооружениям по административным районам исследуемой территории во время наводнений 2003, 2006 и 2010 годов, было определено, что в негодное состояние пришло 225 км водопроводов или 23%. Для достижения динамичного развития экономики региона наряду с защитой отраслей материального производства, особое внимание должно быть уделено защите от наводнений сфер социальной инфраструктуры и рациональной территориальной организации. В настоящее время 22 из 1041 общественных библиотек, 12 из 665 клубов и 6 из 31 музеев исследуемой территории расположены в зоне опасности наводнений. Если наводнения 2003 и 2006 года охватили 2,4% культурно-просветительских учреждений, то в 2010 году, можно сказать, до 40% предприятий и объектов указанной отрасли остались под водами наводнения.

В Государственных Программах как 2004-2008 гг., так и 2009-2013 гг. предусматривалось уменьшение отрицательного воздействия существующих различных видов стихийных бедствий, были указаны последствия по регионам, созданные в случаях наводнений, и пути их устранения. Наряду с этим, для устранения последствий наводнений 2010-го года по решению Милли Меджлиса было выделено 300 млн. манат из государственного бюджета и определен план мероприятий, состоящий из 19 пунктов относи-

тельно предстоящих работ.

По приказу Кабинета Министров Азербайджанской Республики сельским жителям была оказана материальная помощь в 6,9 млн. манат (в зависимости от числа членов семьи, по расчету 300 манат на каждого) в связи с нанесенным уроном их имуществу.

Для ослабления разрушительной силы случаев наводнений на территории Республики должна быть принята Государственная Программа по наводнениям и разработана и подготовлена кадастровая карта территорий с наибольшей вероятностью наводнений.

Строительство новых притоков в дельте реки Кура, открытие нового притока в древней долине реки Араз (140 км) – на территории Имишлинского района, поблизости водохранилища Бахрамтепе, образование более 50 меандров на территории от Мингечаурского водохранилища до Каспийского моря, строительство железобетонных защитных плотин вокруг стратегически важных объектов на территориях, подверженных наводнению, восстановление "прежней деятельности" озер и ахмазов, таких как Сарысу, Аг гелъ и др., расположенных на берегах рек Куры и Араза, при частичном отстранении наводнений, сплавление воды из озера Сарысу в Миль-Муганский коллектор с проведением устойчивости фильтрации в плотинах и проведение мер для предотвращения возможных процессов размыва являются одним из важных задач. В современный период крупные озера и ахмазы, расположенные на берегу реки Кура, приватизируются и в результате использования их в рыболовстве, была прервана непосредственная связь озер с рекой Кура, что в свою очередь не позволяет урегулированию вод в реке Кура. Мы считаем, что должна быть восстановлена регулирующая роль озер и ахмазов, расположенных на берегу реки Кура, во время наводнений.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Строительство водохранилищ, совместная деятельность государств бассейна рек Кура-Араз в их регулировании и управлении;
2. Должна быть проведена точная инвентаризация во всех отраслях хозяйства территорий с вероятностью наводнения;

3. Должны быть приняты специальные законы для охраны защитных плотин;
4. Необходимо проведение учета государством количественных показателей нанесенного в социально-географическом направлении экономического ущерба и разрушений наводнениями;
5. На первом плане должна стоять страховка населения от наводнений; постоянно должно рекламироваться организация и важность работ страхования для повышения веры и интереса людей к этим работам.
6. Создание новых притоков в дельте Куры ускорит поток вод в реку, что в свою очередь может сыграть положительную роль в рыбной промышленности Каспийского моря в акватории Азербайджана.
7. Разработка каналов в части выхода реки Кура из Мингечаурского водохранилища может способствовать выводу лишних вод из долины реки.
8. На территории районов Нефтчала и Сальян с учетом повышенного уровня грунтовых вод было бы целесообразно создание новых дренажно-коллекторных сетей.
Наводнения, произошедшие 2010 году, доказали необходимость восстановления издавна существующих арыков и каналов, защитных плотин, дренажно-коллекторной системы. В результате надо отметить, подготовка плана защитных мероприятий по предотвращению возможных наводнений должна превратиться в вопрос государственной значимости.

Л и т е р а т у р а

1. **Истомина М.Н.** Бурный старт наводнений в первые годы III тысячелетия. //Информационный сборник. М.: ЦСИ ГЗ МЧС, 2003, № 16, с. 88-97.
2. **Будагов Б.А., Бабаханов Н.А.** Природные разрушительные явления и их экономические последствия (на примере республики Азербайджан). /В. кн. Стихийные природные процессы: географические, экологические и социально-экономические аспекты. Москва, 2002, с. 168-178.
3. **Бабаханов Н.А.** Стихийные бедствия: их появления в Азербайджане, наносимые ущербы, меры защиты от них. Баку: "Элм", 2013, 253 с.
4. **Будагов Б.А., Мамедов Р.М., Ализаде Э.К., Иманов Ф.А.** Природные и антропогенные катастрофы на территории Азербайджана. //Известия НАН Азербайджана, серия наук о Земле, №1, 2008, с. 121-133.
5. **Mammadov R., Ismatova Kh., Verdiyev R.** Integrated water resources management as basis for flood prevention in the Kura river basin. //Geneva, 2009.
6. **Musayeva M.R.** Inundations in the Kura River. //International Journal of Business, Humanities and Technology, New York, USA, 2013, Vol. 3, № 3, March, p.70-73.

**ВЛИЯНИЕ ВОЛНООБРАЗНОГО ДВИЖЕНИЯ СКЛОНОВОГО СТОКА
НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ЭРОЗИИ ПОЧВ**

Натишвили О.Г.,^{1,3} Урушадзе Т.Ф.,² Гавардашвили Г.В.³

¹⁾ Национальная академия наук Грузии,
пр. Руставели, 52, 0108, г. Тбилиси, Грузия,
E-mail: agr.otari@science.org.ge

²⁾ Грузинский аграрный университет
аллея Давида Строителя, 13 км, 0131, Тбилиси, Грузия,
E-mail: turushadze@yahoo.com

³⁾ Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
пр. И. Чавчавадзе, 60, 0175, г. Тбилиси, Грузия

Одним из ведущих факторов эрозии почв являются климатические условия, оказывающие на нее как непосредственное, так и косвенное влияние. К числу непосредственных климатических факторов эрозии относятся осадки. Однако, между количеством осадков и интенсивностью эрозии нет однозначной связи, так как эрозионный процесс совершается не столько осадками, сколько за счет живой силы поверхностного стока, величина которого определяется наряду с параметрами дождя и другими показателями (влияние растительного покрова на сопротивляемость почвогрунтов размыву, неоднородность показателя прочности почвогрунтов, инфильтрационная способность, сцепление и др.).

Установлено, что водная эрозия почвогрунтов представляет собой сложную совокупность физических, механических, биологических и других факторов. Если к сказанному добавить наличие взвесей в виде частиц грунта в водном потоке и рассмотреть вопрос с позиции потерь устойчивости первоначального равномерного движения в форме появления волн на поверхности склонового потока малой глубины, описание протекающего процесса еще более усложняется. Становится необходимым предварительно прогнозировать возможность появления катящихся волн на свободной поверхности, что, со своей

стороны, увеличивает интенсивность эрозии почвогрунтов.

Вопрос устойчивости первоначального равномерного движения водного потока и возможности появления волн на свободной поверхности в водотоках одним из первых был рассмотрен В.В. Ведерниковым [1]. Механизм размыва дна прямого потока при воздействии стационарной волны был рассмотрен в [14]. В последние годы в журнале "Почвоведение" появился ряд работ, посвященных механизму эрозии при склоновых потоках. В работе Ю.М. Сухановского [15] предложена физически обоснованная модель эрозии почв для периода снеготаяния. В работах Г.А. Ларионова и др. рассмотрены механизмы боковой эрозии в склоновых ручьях [11], уравнение транспортирования наносов и разрушения почвенных агрегатов при воздействии стационарной волны [13]. В.Я. Григорьевым [5] экспериментально разработаны и теоретически обоснованы полуэмпирические уравнения размывающей и транспортирующей способности потоков малой глубины с учетом ряда особенностей взаимодействия их с размываемой почвой. Особо следует указать на работы М.Э. Эглита [18] и М.С. Кузнецова, Г.П. Глазунова [10], которые позволяют решить ряд актуальных вопросов, связанных с эрозией почв, в том числе, ручейковой и ирригационной эрозии почв малой

**ВЛИЯНИЕ ВОЛНООБРАЗНОГО ДВИЖЕНИЯ СКЛОНОВОГО СТОКА
НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ЭРОЗИИ ПОЧВ**

глубины с применением одномерных уравнений потока с переменным расходом вдоль пути в рамках неустановившегося движения.

Эрозионные процессы особенно интенсивно происходят в горных и предгорных условиях, где они нередко достигают катастрофических размеров, смывая несколько десятков тонн почв с гектара в течении года. По данным Международного центра по интеграции и развитию горных регионов в отдельных случаях потери почв колеблются от 5 до 2000 тонн/га за год.

Во время перемещения жидкого стока малой глубины вдоль склона нередко возникает волновое движение, способствующее интенсификации эрозионных процессов.

Не останавливаясь на механизме воздействия склонового стока на процесс эрозии почв (предельное равновесие активных и пассивных сил, воздействие подъемной силы и др.), а также на определении критических скоростей (в свое время были предложены многочисленные формулы), лишь отметим, что при расчете критической скорости отрыва частиц почвогрунта, следует вводить не среднюю по живому сечению скорость равномерно движущегося потока, а скорость волны.

Волны как в водотоках, так и на склонах ландшафтов, переносят изменения основных гидравлических и гидрологических параметров стока (уменьшение или увеличение расхода, скорости, глубины) как непрерывно, так и ступенчато.

Первый тип волн именуют непрерывными волнами, второй – динамическими. Наличие непрерывных волн на наклонной поверхности имеет место во время проливного дождя, особенно с переменной интенсивностью осадков. Возникающие в таком случае волны нередко характеризуются значительной амплитудой, что увеличивает как размывающую, так и транспортирующую способность твердых частиц потоком, что часто не учитывается при оценке размывающей скорости. Обычно неразмывающая скорость устанавливается с позиции равномерного движения потока без учета волнообразного характера склонового стока.

Естественно, что размывающая способность

стока при волновом режиме движения должна быть больше, чем равномерно движущегося потока.

Скорость непрерывной волны устанавливается из условия неразрывности воды, проходящей через контрольный объем, движущейся со скоростью волны и ограниченный створами 1÷1 и 2÷2. На рис. 1 показана волна, распространяющаяся со скоростью V_w из плоскости живого сечения ω в плоскость, где площадь живого сечения потока равна $\omega + \partial\omega$.

Относительно фронта волны приток и сток равны, следовательно:

$$Q - \omega V_w = Q + \partial Q - V_w (\omega + \partial\omega),$$

откуда

$$V_w = \frac{\partial Q}{\partial \omega}, \tag{1}$$

где Q – расход потока.

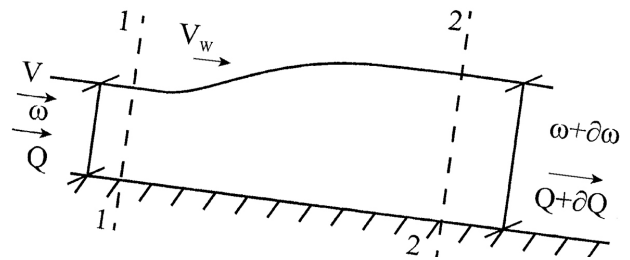


Рис. 1. Схема распространения непрерывной волны

Учитывая, что в створе 1÷1 $Q = \omega V$, тогда взамен (1) получим:

$$V_w = V + \omega \frac{\partial V}{\partial \omega}. \tag{2}$$

Из (2) следует, что скорость распространения волны превосходит среднюю по живому сечению скорость V на величину $\omega \frac{\partial V}{\partial \omega}$.

Принимая во внимание, что ширина склона B обычно значительно превосходит глубину H потока т.е. $B \gg H$, возможно рассмотреть сток на плоской наклонной поверхности шириной 1 м. Это возможно потому, что распространение волн наблюдается только в сторону движения поступательного потока. Следовательно,

$$V_w = V + H \frac{dV}{dH}. \tag{3}$$

Обозначая расход стока в створе 1–1 через $q = \frac{dQ}{dH} \left(\frac{\text{м}^2}{\text{сек}} \right)$, тогда зависимость (1) примет вид:

$$V_w = \frac{dq}{dH}. \quad (4)$$

Поток по склону передвигается равномерным турбулентным режимом движения (до появления волн) и описывается формулой Шези $Q = \omega C \sqrt{Ri}$, где: C – коэффициент Шези, $R = \frac{\omega}{\chi}$ – гидравлический радиус, χ – смоченный периметр, i – уклон плоской поверхности склона.

В силу того, что рассматривается плоская задача шириной 1 м, то формула Шези примет вид $q = HC\sqrt{Hi}$ или:

$$q = CH^{1.5} \sqrt{i}. \quad (5)$$

Обозначим через $K = C\sqrt{i} = \text{const}$. Тогда (5) примет вид:

$$q = KH^{1.5}. \quad (6)$$

Если принять во внимание, что для равномерного движения $V = \frac{q}{H}$, то тогда будем иметь:

$$V_w = 1,5KH^{0.5}. \quad (7)$$

Следует принять во внимание, что

$$V = \frac{q}{H} = \frac{KH^{1.5}}{H} = KH^{0.5}. \quad (8)$$

Сравнивая (5) и (6), получим:

$$V_w = 1,5V, \quad (9)$$

т.е. скорость непрерывной волны в полтора раза больше средней по живому сечению скорости потока при равномерном режиме движения.

Зависимость (9) указывает на необходимость учета наличия волнообразного движения потока на склонах для количественной оценки интенсивной эрозии почв.

Скорость склонового стока определяет силовое воздействие на частицы, агрегаты, отдельные почвогрунты при их отрыве, а также транспортирующую способность твердых частиц почвы самого потока. Для прогнозирования этой критической скорости, при которой начинается

процесс эрозии, в настоящее время существует ряд методов, из них наиболее известные [2-4, 6-9, 12, 14, 16, 19, 20].

Скорость динамической волны C_1 можно определить по формуле Лагранжа [17]:

$$C_1 = \sqrt{gH}, \quad (10)$$

где g – ускорение силы тяжести.

Тогда, принимая во внимание, что если непрерывные волны обгоняют динамические волны, то первоначальное равномерное движение по склону будет неустойчивым, что реализуется появлением на свободной поверхности склонового стока волн со значительной амплитудой, т.е.

$$V_w = V + C_1. \quad (11)$$

Подобные волны можно наглядно обнаружить даже на наклонных участках улиц во время приливного дождя даже в местах улиц с незначительными уклонами при малых глубинах стока.

Подставляя в (11) зависимости (7), (8) и (10), можно получить критериальное соотношение для прогнозирования волн на свободной поверхности склонового стока следующим неравенством:

$$C > 2\sqrt{\frac{g}{i}}. \quad (12)$$

Учитывая, что по зависимости академика Н.Н. Павловского [17] коэффициент Шези (в метрической системе) $C = \frac{1}{n} H^Y$, где n – коэф-

фициент шероховатости склона; $Y = 1,5\sqrt{n}$ – показатель степени при $H < 1$ м.

Когда минимальная глубина склонового стока, при которой возможно возникновение волн на свободной поверхности потока, будет:

$$H > \chi \sqrt{2n \sqrt{\frac{g}{i}}} \text{ м}, \quad (13)$$

то, непрерывные волны будут переносить соответствующие значения глубин стока, причем каждая волна будет распространяться со своей скоростью в соответствии с (4). Если в начальный момент формирования стока время $t = 0$ при $X = 0$, то с этого момента начнут распространяться волны, соответствующие всем

**ВЛИЯНИЕ ВОЛНООБРАЗНОГО ДВИЖЕНИЯ СКЛОНОВОГО СТОКА
НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ЭРОЗИИ ПОЧВ**

значениям H . Согласно зависимости (4), при дальнейшем движении большие значения H будут переноситься быстрее. Спустя время t волна пройдет расстояние:

$$X > V_w t, \quad (14)$$

и положение каждой волны в плоскости Ht примет вид (рис. 2).

Исходя из отмеченного, например, общеизвестная формула В.Н. Гончарова [3] критической скорости воды для несвязных почвогрунтов примет вид:

$$V_{\Delta} = \frac{1,25 \cdot 1,5V}{\lg\left(\frac{6,15H}{\Delta}\right)} = \frac{1,875V}{\lg\left(\frac{6,15H}{\Delta}\right)}, \quad (15)$$

где: V_{Δ} – донная скорость на высоте выступа частиц Δ [обычно $\Delta = 0,7d$; d – средний диаметр частиц несвязного или агрегатов (относительно) связного грунта, для неоднородных почвогрунтов $\Delta = 0,7d_{95}$, (d_{95} – диаметр частиц, меньше которых в данном грунте содержится по массе соответственно 95%)].

Учет наличия волнообразного движения склонового стока в известных классических методах расчета [2-4, 6-9, 12, 14, 16, 19, 20] по изложенной в настоящей работе методике не представляет трудности, на что в данной работе не останавливаемся.

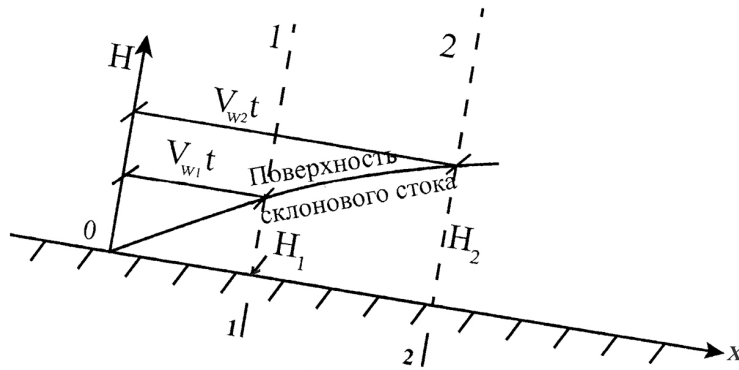


Рис. 2. Стеkanie склонового стока с переменной глубиной

ВЫВОДЫ

1. Прогноз возникновения волн на свободной поверхности склонового стока следует оценить по зависимостям (12) или (13);

2. Оценивая размывающую способность склонового стока (водной эрозии почв) при наличии волнового движения, в существующей расчетной зависимости среднюю по живому

сечению скорость для равномерного движения следует заменить скоростью волнового движения потока по формуле (9), так как скорость волнового движения в полтора раза больше средней скорости потока при равномерном режиме движения.

Л и т е р а т у р а

1. **Ведерников В.В.** Особенности движения жидкости в открытом русле. // Доклады АН СССР, 1946, т. ЛП, №3, с. 207-210.
2. **Великанов М.А.** Динамика русловых потоков. // М.: Физматиздат, 1958, 424 с.
3. **Гончаров В.Н.** Нормы допускаемых не размывающих скоростей. // Гидротехническое строительство, 1936, №5, с. 35-40.
4. **Гончаров В.Н.** Основы динамики русловых потоков. // Гидрометеиздат, Л.: 1954, 454 с.
5. **Григорьев В.Я.** Полуэмпирическая модель речевой эрозии почв. // Почвоведение. 2007, №11, с. 1362-1372.
6. **Егзаров И.В.** Общее уравнение предельной транспортирующей способности потока для несвязных наносов. // Доклады АН СССР, 1956,

- ტ. 107, №4, ს. 62-67.
7. **Замарин Е.А.** Допускаемые и неразмывающие скорости водного потока. //Доклады ВАСХНИЛ, 1948, вып. 12, с. 70-77.
 8. **Караушев А.В.** Проблемы динамики естественных водных потоков. //Гидрометеоздат, Л.: 1955, 392 с.
 9. **Кнороз В.С.** Неразмывающая скорость для несвязных грунтов и факторы ее определяющие. //Известия ВНИИГ. 1959, т. 59, с. 72-80.
 10. **Кузнецов М.С., Глазунов Г.П.** Эрозия и охрана почв. //Изд-во МГУ, 1996, 334 с.
 11. **Ларионов Г.А.** Механизм боковой эрозии в склоновых руслах. //Почвоведение. 2008, №3, с. 330-337.
 12. **Леви И.И.** Динамика русловых потоков. //Госэнергоиздат, М-Л.: 1957, 252 с.
 13. **Мельников О.Н., Осипов Д.Н., Петров В.П.** Механизм размыва dna прямого потока при воздействии стационарной волны. //Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 1993, т. 29, № 4, с. 565-569.
 14. **Мирцхулава Ц.Е.** Водная эрозия почв //Мецниереба, Тбилиси, 2000, 421 с.
 15. **Сухановский Ю.П.** Физически обоснованная модель эрозии почв при снеготаянии. //Почвоведение. 2008, №8, с. 1006-1018.
 16. **Шамов Г.И.** Речные наносы //Гидрометеоздат Л.: 1955, 360 с.
 17. **Штеренлихт Д.В.** Гидравлика (в 4-х книгах). //Энергоатом. М.: 1991, 711 с.
 18. **Эглит М.Э.** Неустановившиеся движения в руслах и на склонах. //Изд-во МГУ, 1986, 95 с.
 19. **Knisel W.G. (editor).** CREAMS: A Field scale model for Chemical, Runoff and Erosion from Agricultural Management Systems. USDA //Conservation Research Report., 1980, No26, 640 p.
 20. **Young R.A., Onstad C.A., Bosch D.D., Anderson W.P.** AGNPS, Agricultural Non-Point-Source Pollution Model. A Watershed Analysis Tool. U.S. Dept. of Agr. //Conservation Research Report 35, 1987, 80 p.

**SYNCHRONIZATION OF WATER SUPPLY AND EVAPOTRANSPIRATION
OF AGRICULTURAL CROPS IN ORDER TO FORM A MAXIMUM CROP YIELD**

Tamaz Odilavadze¹, Konstantine Bziava²

E-mail: *odilavadze2004@yahoo.com; k_bziava@yahoo.co.uk*

¹Georgian Technical University

77 Kostava Str., 0175, Tbilisi, Georgia

²Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University

60, I. Chavchavadze Avenue, 0162, Tbilisi, Georgia

INTRODUCTION

Continuous anthropological impact on the environment puts forward the necessity of rational use and management of water resources. Recently and in the future the main consumer of fresh water will be multifactorial infrastructure of agricultural production and particularly agro-ecosystems of irrigated agriculture.

Irrigated areas, according to the latest data, around the world make up only 18-19% of the total area used by agriculture, which provides more than

50% of the overall needs of population with food. Wherein, the irrigated area increased annually by 5 million ha, while the share of production in rain-fed areas remains approximately constant.

Taking into account the fact that annually freshwater shortage is increased and cultivated area per capita is reduced, the primary task is to intensify the agricultural production and water resources management based on modern irrigation technologies and complex hydraulic engineering activities.

MAIN PART

In order to maximize crop yields it is necessary to forecast and plan their mode of irrigation. Solution of these problems depends on the components of the three-tier system including soil-plant-atmosphere (SPA), their water accumulation and transportation properties, as well as the links existed

between them (Fig. 1). In such system the central place is allocated to the plant with its growth, development and yield and represents the greatest interest. Two other parts of the system are important as the external environment of the plant.

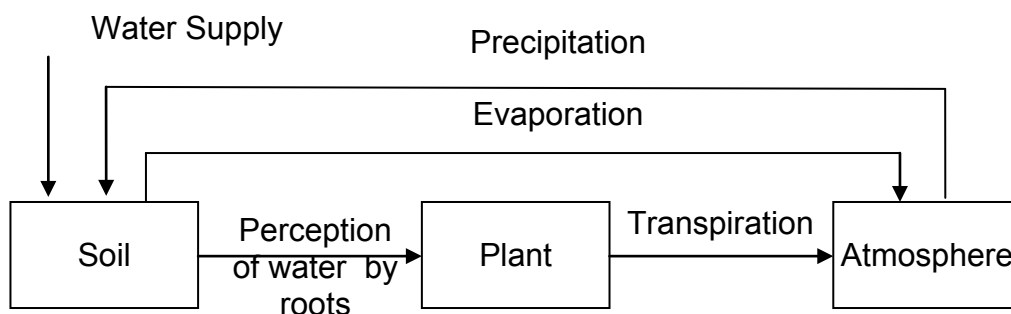


Fig 1. Possible water flow in the system SPA

Systems SPA are diffused [1], characterized by complex, diverse and different character set of relations between the individual elements of the system, particularly, nonlinear relations between the individual parameters and characteristics. Such system is characterized by numerous direct and inverse relationships between the processes occurring in it, variability in time of these relationships, etc.

Due to the extreme complexity of the system, actually it is unable to clearly distinguish numerous phenomena of radiation, heat, water, food, nature carbon dioxide character, which, although closely interrelated, but by its nature and physical essence are completely different. Such diversity of elements of the system and variety of heat-exchanging process creates enormous difficulties in complex analysis, quantitative assessment and, especially, prediction of expected outcomes.

Variety of factors and components determines the complexity of the functioning of system SPA and indicates the need to develop models of water management on the basis of availability of reliable information [2], which includes the differential consideration of all natural and ecological factors and reverse effect of implemented process such as irrigation.

In irrigated agriculture, one of the complex indices of soil's hydrophysical properties is limiting soil moisture. This term identifies the total or Field capacity, soil moisture or marginal field capacity.

In SPA systems, crop water availability is based on the use of various technological schemes of irrigation. Necessity in irrigation is determined by separate criteria parameters, and its start time depends on field capacity. According to the existing soil classification, for light soils (sand, silt), irrigation starts when the soil moisture constituting 55-65% of the total water capacity (field capacity), and for heavy soils (clay, loam) – 70-80%.

Based on the fact that the available soil moisture is mainly consisted of water, supported by capillary action, we have proposed a definition of capillary moisture capacity on the basis of the ideal model of the soil. Ideal model represents a hydrophilic porous granular system consisting of piles of cylindrical tubes, has the porosity and capacity like the real soil.

In order to give the impression of the overall structure of the formation of the crop yield in relation with the water, we present the main factors affecting it:

- climate, irrigation, plant, soil, atmospheric claim to evaporation, soil moisture, volume and density of the soil, reference crop evapotranspiration (ETCROP), actual crop evapotranspiration (ETA), potential of soil moisture, "stress" (wilting point) ($ETA < ETACROP$), total water supply ($ETA = -ETACROP$), physiological stage of plant development, economic criteria, etc.

If we assume that all factors influencing on the growth, development and formation of crop yield enter plants in an optimum form, then the available soil water is the single influencing factor that contributes to the crop yield. Our specific goal is to synchronize the water supply and evapotranspiration during the growing season to form a maximum yield.

Soil has the ability to accumulate in the pores thereof, together with air and water, which is supplied thereto by rainfall or irrigation. In plants such storage capacity is absent, so they have to turn to soil water reserves, in order to obtain the necessary amount of water to maintain their life processes. The plant exhausts water through the root system and gives away it to the atmosphere in the form of water vapor (transpiration). Furthermore, water evaporates from the soil surface directly into the atmosphere (evaporation). Transpiration and evaporation due to difficulty of their separate consideration essential to the practice, grouped under the name of evapotranspiration.

Centuries-old experience of irrigated agriculture convinces us that a huge number of factors of SPA systems, ultimately, can be reduced to light, heat, water, food and carbon dioxide. Plant absorbs all these substances from environment, processes it, acquires part of it and at the end the crop yield is formed. It is desirable that the whole flow of energy and mass, flowing to the plant utilized in optimal quantities. Both small and large portions of water, food, heat, etc. are equally negatively influenced on plants. It should be mentioned that each of these factors is a complex multi-component substance,

**SYNCHRONIZATION OF WATER SUPPLY AND EVAPOTRANSPIRATION
OF AGRICULTURAL CROPS IN ORDER TO FORM A MAXIMUM CROP YIELD**

and their simultaneous overlay leads to undesirable complicated picture, causing formation of the end result as a whole. In order to understand this inter-related environment and quantify its main features, at least one indicator for each factor of productivity should be chosen. This indicator, in fact, should characterize the condition and characteristic of not just a single link, but all links in the SPA system. As we already mentioned above, in the system SPA it is necessary to choose such parameter, where all the basic properties of the substance will be focused. For all factors affecting the yield lets input the following parameters: N – light supply; φ – moisture availability; H – heat supply; F – food supply; C – availability of carbon dioxide. Fig. 2 represents schematic view of the current parameters of substance in the SPA system with the release of the final crop yield.

Defining parameters of each substance is the ratio of total inflows to the crop of this type of substance to the remaining substance in the system and used for the formation of modes of heat, moisture, light, food and carbon dioxide determining the nature and condition of the agricultural crop at each stage of its development. Structure of values N, φ , H, F, C is such that they vary within the range from zero to unity.

Assessment of crop yield with given genetic quality is reduced to the necessity of solving the following equation

$$Y=f(N, \varphi, H, F, C). \quad (1)$$

Unfortunately solution of this equation, for the most part, is not real due to the diffuse nature of SPA. When considering the concept of crop yield Y , it is necessary to take into account the principle of limiting factors, since it facilitates the implementation of a one or another method in the study of system SPA.

For realistic quantification of formation of crop yield as a function, water which is available to plants at different stages of its development should be taken into account. This leads to a complication of the crop yield model and is a dilemma during consideration of the distribution of water on the formation of the crop yield.

If we will use recommendations of FAO (Food and Agriculture Organization) [6], the certain agricultural crop has four stages of its development ($N = 4$). For each stage of crop development, there are two potential policy of irrigation ($M = 2$) – "irrigate with a full water requirement" or "don't irrigate."

Most of the proposed approaches in the literature are based on the climatic conditions ensuring maximum crop yield – Y_{max} . If we denote, on the basis of certain irrigation policy, that the actual (real) crop yield – Y and consider that a significant amount of water available to the crop may be matched with the crop reference (potential) evapotranspiration (ET_0) and crop actual evapotranspiration (ET_c), we can write the following equation

$$\frac{Y}{Y_{max}} = f\left(\frac{ET_c}{ET_0}, t, \lambda\right), \quad (2)$$

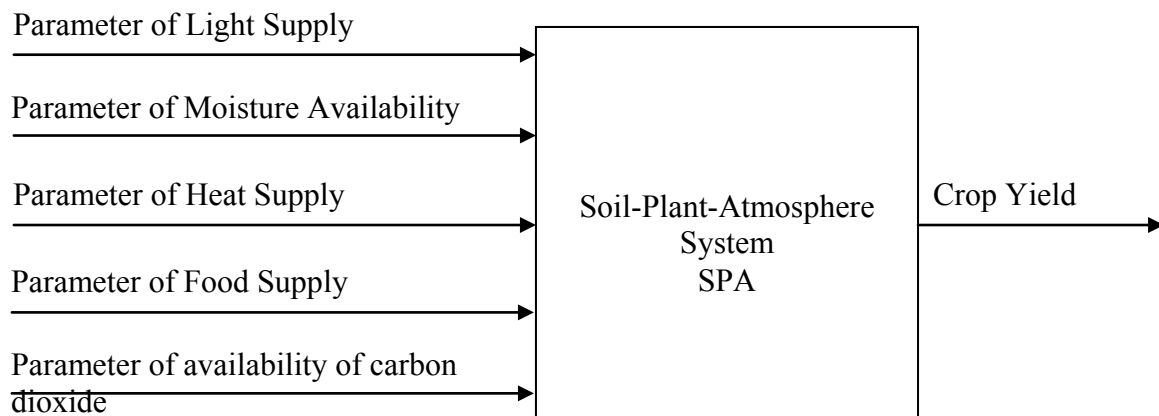


Fig. 2. Schematic view of the current parameters of substance in the SPA system with the release of the final crop yield

where: t is the time, λ – the sensitivity index of agricultural crop with respect to water stress, i.e., $\lambda = \frac{ET_0}{ET_c}$. The greater sensitivity index, the more responsive crops to water stress.

For determined crops the following mathematical model is offered by Jensen [3]:

$$\frac{Y_a}{Y_{\max}} = \prod_{I=1}^N \left(\frac{ET_c(I)}{ET_0(I)} \right)^{\lambda(I)}, \quad (3)$$

where: I is the crop development stage, N – the number of crop development stages.

This model (3) can be safely used in solving practical problems, since the formation of the crop yield is described quite accurately, though checking the model is complicated by the fact that it is necessary to determine the main parameters involved in the process of evapotranspiration determination of which requires additional measuring equipment (agrometeorological station, sensors to measure the soil moisture, etc.), which is not always available to farmers.

In arid and semi-arid regions during the planning of productivity in irrigated agriculture, the main factor limiting crop yield, is moisture. Neither heat nor light are not needed here in the management and evaluation of the forecast of crop yield. Among the five factors affecting the productivity, we consider the moisture parameter at equal other conditions.

The purpose of this discussion is to build a mathematical model for at least one parameter of the five listed above. We are mostly interested towards the moisture content parameter, i.e. how does the water substance impact on crop yields. It's generally known that productivity of crops, along with other factors, strongly depends on moisture, and is most important among the factors governing the formation of crop yield.

According to the abovementioned and in order to describe the regularities of the real process, we proposed the following functional relationship between the crop yield and the degree of moisture content in the root development zone [4]

$$\frac{Y_a}{Y_{\max}} = a(\varphi - \varphi^n), \quad (4)$$

where: $\frac{Y_a}{Y_{\max}}$ is the relative crop yield, φ – the degree of moisture content, a, n – the numerical coefficients.

The degree of moisture content φ shows, which part of the pore space filled with water. When $\varphi=0$, the amount of water in the soil is equal to zero; when $\varphi=1$, the soil pores are completely filled with water.

To determine the relationship between the degree of water availability and evapotranspiration, we should equalize (3) and (4) equations. In this case, for simplicity, we use the following symbols:

$$\frac{Y_a}{Y_{\max}} = Y; \quad \frac{ET_a}{ET_c} = x; \quad \lambda = \frac{ET_c}{ET_a} = \frac{1}{x}.$$

We assume that $n = 2$.

Taking into consideration this notation, we will receive

$$a(\varphi - \varphi^2) = x^{\frac{1}{x}}. \quad (5)$$

As a result of taking the logarithm of (5)

$$\ln a(\varphi - \varphi^2) = \frac{1}{x}; \ln x.$$

When the value is close to 1, we can assume that

$$\ln x \approx x - 1,$$

then

$$a\varphi - a\varphi^2 - 1 = 1 - \frac{1}{x},$$

or

$$a\varphi^2 - a\varphi + 2 = \frac{1}{x}.$$

Finally, we will receive

$$x = \frac{1}{2 - a\varphi - a\varphi^2}. \quad (6)$$

Equation (6) provides good results when the value of x varies in the range 0.7-1.0.

CONCLUSIONS

Therefore, the optimum parameters of the moisture content that will satisfy the conditions of the equation (6), which is reflected in the importance of forecasting the value of relative evapotranspiration [5] and within the above-

mentioned range, gives the opportunity to obtain the maximum crop yield. This means that the use of the equation (6) will avoid necessity of purchasing the expensive equipment for measuring parameters, defining evapotranspiration.

R e f e r e n c e s

1. **Нерпин С.П., Чудаковский А.Ф.** Энерго- и массо- обмен в системе растение-почва-воздух. Гидрометиздат, Л., 1975 г., 358 с.
2. **Одилавадзе Т.В.** Информационная обеспеченность управления водными ресурсами сложной оросительной системы. //Доклады всесоюзной академии сельскохозяйственных наук, №9, 1986 г., с. 40-42.
3. **Jensen, M.E.** Water consumption by agriculture plants. //Water Deficits and Plant Growth, T. T. Kozlowski, 1st ed., vol. 2, Academic press, New York, 1968, pp. 1-22.
4. **Одилавадзе Т.В., Кацарова Т.Е.** Зависимость урожая от водно-воздушных факторов. //Материалы международной научной конференции, посвященной 75-летию основания государственного аграрного университета Армении. Ереван, 2006 г.
5. **Odilavadze T.V.** Forecasting of evapotranspiration of agricultural crops. //Bulletin of State Agrarian University of Armenia, Yerevan, Armenia, 2011.
6. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements – FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 1998.

**ОХРАНА ПРИРОДНЫХ ПАМЯТНИКОВ И ВОПРОСЫ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЦЕЛЯХ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА
НА ТЕРРИТОРИИ НАХЧЫВАНСКОЙ АВТОНОМНОЙ РЕСПУБЛИКИ
(АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА)**

Садыхова Нигяр Абдул Азиз кызы
E-mail: *sadixova.nigar@mail.ru*

Бакинский Государственный Университет
ул. З. Халилова 23, AZ-1148, Баку, Азербайджан

ВВЕДЕНИЕ

Существующие схемы международного сотрудничества позволяют сосредоточиться на сохранении уникальных природных и культурно – исторических памятниках, имеющих особое значение для всей цивилизации, Основными целями экологического туризма как во всем мире, так и на территории Нахчыванской Автономной республики являются:

- экологическое образование, повышение культуры взаимоотношений с природой, выработка этических норм поведения в природной среде, воспитание чувства

личной ответственности каждого за судьбу природы;

- восстановление духовных и физических сил человека, обеспечение полноценного отдыха
- охрана природы территории, минимизация ущерба природной среды;
- в территориальном плане экологический туризм в комплексе перечисленных целей обычно развивается в специально связанных охраняемых природных территориях.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В настоящее время индустрия туризма является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей мирового хозяйства. Среди разновидностей туризма в последние годы внимание общественности привлечено к такому его виду как экологический туризм. которые содействуют охране природы, и оказывают "мягкое" воздействие на окружающую среду [1, 2].

Сегодня экологический туризм превращается в одну из наиболее динамично развивающихся отраслей туристической индустрии, который играет важную роль в мировой экономике, и в целом связанный с природой он приобретает все большую популярность в современном мире. Немаловажными причинами столь активного развития экотуризма являются сохранение благоприятной окружающей среды практически во

всех регионах мира, а также возрастающая потребность людей в общении с природой.

Схемы международного сотрудничества позволяют уже сегодня сосредоточиться на сохранении уникальных природных и культурно – исторических памятниках, имеющих особое значение для всей цивилизации, заповедников, заказников, национальных парков, резерваций, парковых зон [3]. В территориальном плане экологический туризм в комплексе перечисленных целей обычно развивается в специально связанных охраняемых природных территориях.

Охрана окружающей среды, рациональное использование природных ресурсов, обеспечение экологической безопасности жизнедеятельности человека – неотъемлемое условие устойчивого экономического и социального развития

**ОХРАНА ПРИРОДНЫХ ПАМЯТНИКОВ И ВОПРОСЫ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
В ЦЕЛЯХ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА НА ТЕРРИТОРИИ НАХЧЫВАНСКОЙ
АВТОНОМНОЙ РЕСПУБЛИКИ (АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА)**

всего мира, в том числе и Азербайджана, особенно Нахчыванской Автономной Республики. Важная роль в сохранении ландшафтного и биологического разнообразия принадлежит ООПТ. К ООПТ относятся: природные заказники, заповедные участки леса, заповедники, национальные парки, а также памятники природы. Природные памятники – уникальные невосполнимые, ценные в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношении природные комплексы, а также объекты естественного и искусственного происхождения, нуждающиеся в особой охране. Памятники природы – это самая обширная группа охраняемых объектов на сегодняшний день. Все памятники природы независимо от их типов, к которому они относятся, имеют как научное, эстетическое, рекреационное, так и природоохранное значение. Охрана природных памятников природы получила широкое распространение как во всем мире, так и в Азербайджане, особенно на исследуемой территории Нахчыванской Автономной Республики. Памятники природы в связи с меньшими по сравнению с другими особо охраняемыми территориями, площадями и из-за отсутствия буферных охранных зон более уязвимы к антропогенным воздействиям. Их естественнонаучная ценность заключается в возможности мониторинга состояния окружающей природной среды и изучении природных экосистем и их компонентов.

Все охраняемые территории, перечисленные нами выше, играют важную роль в сохранении природного разнообразия, решении научных, учебных, экологических, воспитательных задач, а также они имеют очень важное значение в природном рекреационном потенциале. Создание охраняемых природных территорий, изучение экологического состояния почвенного и растительного покрова, животного мира данных территорий позволяет сберечь уникальные природные объекты для последующих поколений. Необходимо также отметить, что в территориальном плане во всех созданных охраняемых природных территориях очень интенсивно развивается экологический туризм.

Вследствие того, что начиная с самых исто-

ков зарождения туризма основным побудительным мотивом путешествия была природа, необходимо отметить, то что как и во всем мире так и в Азербайджане, особенно на исследуемой нами территории, туризм основанный на природных памятниках стал одной из ведущих отраслей экономики на сегодняшний день [4].

Таким образом, охрана природных памятников Нахчыванской Автономной Республики, является наиболее перспективным и интенсивно развивающим направлением рекреационной деятельности. Все природные а также исторические памятники и объекты Автономной Республики должны пользоваться режимом защиты, и в отношении их должна быть выработан соответствующий режим охраны.

Для этого, на территории необходимо обеспечение эксплуатации туристских объектов в соответствии с требованиями экологического законодательства, а также их защита от строительства и эксплуатации экологически несовместимых предприятий других отраслей. Также необходимо принятие мер с целью недопущения перегрузок на территории природных памятников строительными сооружениями и их последующих разрушений или уничтожений. Наряду с охраной генетических ресурсов, памятники природы выполняют также и эталонную функцию, т.к. охраняют эталонные и уникальные экосистемы. На территории всех природных памятников Автономной Республики запрещается любая хозяйственная деятельность, угрожающая сохранению их естественного состояния. Необходимо сохранять эти удивительные уголки природы, и в то же время использовать их в рекреационных целях. Следует также сохранить эти удивительные уголки природы для будущих поколений, и в то же время использовать их в рекреационных целях, чтобы каждый мог прийти и полюбоваться этой красотой и гармонией природы.

Таким образом, с целью охраны природы, на территории Автономной республики создаются особо охраняемые территории как государственные национальные парки, заповедники, заказники, среди которых особо выделяются Зангезурский Национальный парк имени

академика Гасана Алиева, Шахбузский Государственный Природный Заповедник и Ордубадский Государственный Природный Заказник. В основном данные территории созданы с целью осуществления охраны биологического типа природных памятников. Следует отметить также и то, что помимо биологического разнообразия, в Зангезурском Национальном Парке имени академика Гасана Алиева, охраняются и множество других природных памятников, такие как экструзивные купола, карстовые пещеры, редкие минералы, различные наскальные надписи и др. являющиеся примечательными и интересными объектами для развития здесь экологического туризма, который является единственным направлением в индустрии туризма, заинтересованное в сохранении своего главного ресурса – естественной природной среды и памятников природы. Отличительные особенности экотуризма состоят в том, что он может предотвращать негативное воздействие на природу и побуждать туроператоров и туристов содействовать охране природы и социально-экономическому развитию.

В иерархической системе, каждая категория ООПТ, где охраняются природные памятники, отличается способностью удержать их от разрушения и серьезного изменения.

Схемы международного сотрудничества существующие сегодня, позволяют уже сегодня сосредоточиться на сохранении уникальных природных и культурно-исторических природных памятников, имеющих особое значение для всей цивилизации, и ООПТ.

Необходимо отметить, что роль памятников природы многогранна, поэтому они должны быть сохранены в нетронутом виде. К сожалению, эта истина до сих пор далеко не всеми усвоена. О ней приходится еще и еще раз напоминать. Некоторые из известных памятников природы нуждаются в особой охране.

Все типы природных памятников Нахчыванской Автономной Республики, уникальны по своему строению, своей красотой и эстетической привлекательностью, которые должны быть открыты для людей как для отдыха, так и в познавательных целях, и ответственность за их сох-

ранность необходимо как эстафету передавать от поколения к поколению.

Таким образом, характеристика отдельных видов всех особо-охраняемых природных территорий обусловлена особенностями правового режима, существующего на данной территории, ее целевым назначением и степенью ценности. Все особо охраняемые территории играют важную роль в сохранении природного разнообразия, решении научных, учебных, экологических, воспитательных задач, а также они имеют очень важное значение в природном рекреационном потенциале. Создание охраняемых природных территорий, изучение экологического состояния почвенного и растительного покрова, животного мира данных территорий позволяет сберечь уникальные природные объекты для последующих поколений. Необходимо также отметить, что в территориальном плане во всех созданных охраняемых природных территориях очень интенсивно развивается экологический туризм, и с самых истоков зарождения туризма основным побудительным мотивом путешествия была природа. Необходимо отметить, то что как и во всем мире так и в Азербайджане, особенно на исследуемой нами территории, туризм основанный на природных памятниках стал одной из ведущих отраслей экономики на сегодняшний день.

Охрана памятников природы Нахчыванской Автономной Республики Автономной Республики является наиболее перспективным и интенсивно развивающим направлением рекреационной деятельности. Все природные, а также исторические памятники и объекты Автономной Республики должны пользоваться режимом защиты, и в отношении их должна быть выработан соответствующий режим охраны. В результате этого необходимо обеспечение эксплуатации туристских объектов в соответствии с требованиями экологического законодательства, а также их защита от строительства и эксплуатации экологически несовместимых предприятий других отраслей. Также необходимо принятие мер с целью недопущения перегрузок на территории природных памятников строительными сооружениями и их последующих разрушений

**ОХРАНА ПРИРОДНЫХ ПАМЯТНИКОВ И ВОПРОСЫ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
В ЦЕЛЯХ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА НА ТЕРРИТОРИИ НАХЧЫВАНСКОЙ
АВТОНОМНОЙ РЕСПУБЛИКИ (АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА)**

или уничтожений. Наряду с охраной генетических ресурсов, памятники природы выполняют также и эталонную функцию, т.к. охраняют эталонные и уникальные экосистемы. На территории всех природных памятников Автономной Республики запрещается любая хозяйственная деятельность, угрожающая сохранению их естественного состояния. Необходимо сохранять эти удивительные уголки природы, и в то же время использовать их в рекреационных целях. Следует также сохранить эти удивительные уголки природы для будущих поколений, и в то же время использовать их в рекреационных целях, чтобы каждый мог прийти и полюбоваться этой красотой и гармонией природы.

Необходимо также отметить и то, что с целью охраны памятников природы, на территории Автономной Республики создаются особо охраняемые территории как государственные национальные парки, заповедники, заказники, среди которых особо выделяются Зангезурский Национальный парк имени академика Гасана Алиева, Шахбузский Государственный Природный Заповедник и Ордубадский Государственный Природный Заказник. В основном данные территории созданы с целью осуществления охраны биологического типа природных памятников. Отличительные особенности экотуризма состоят в том, что он может предотвращать негативное воздействие на природу и побуждать туроператоров и туристов содействовать охране природы и социально-экономическому развитию.

Наряду со всеми перечисленными природными памятниками и ООПТ, к категории которых помимо природных памятников относятся национальные парки, природные парки, дендрологические парки, заповедники, заказники, ботанические сады, лечебно-оздоровительные местности, курорты и др., на исследуемой территории было бы также целесообразно создание геопарков или геологических парков, которые во многих странах мира входят в состав ООПТ как структурная единица.

В результате этого Азербайджанское правительство, сознавая важность достижения этой цели, утвердило "Национальный План действий по защите и устойчивому использованию редких

геологических и геоморфологических природных объектов Азербайджанской Республики на 2009-2012 гг.", разработанный по инициативе Института Геологии НАН Азербайджана.

Главной задачей Национального плана является инвентаризация редких геологических и геоморфологических природных объектов с выданием рекомендаций по разработке и внедрению мер, направленных на их защиту и устойчивое использование для нужд нынешнего и будущих поколений. В ряду этих мер приоритетным представляется организация геопарков, экспозиции которых будут отражать все разнообразие видов геологического наследия, в том числе стратиграфического, палеонтологического, структурно-геологического, геолого-геоморфологического, вулканического и гидрологического.

Первый национальный геопарк, предложение по созданию которого ныне подготавливается в Институте Геологии, должен соответствовать основным критериям:

1) эксклюзивность – которая предполагает присутствие на выбранной территории таких геологических объектов, которые присущи только геологическому ландшафту страны, и не имеют аналогов в других регионах мира;

2) полигенность или полиморфность – которая подразумевает присутствие на территории геопарка геологических объектов различного генезиса, морфологии и времени формирования;

3) развитая инфраструктура – которая определяет минимизацию финансовых и материальных инвестиций, сроков введения в эксплуатацию выбранного объекта, а также его привлекательность для индустрии туризма и быструю возвратность капиталовложений;

4) устойчивость – которая определяется наличием квалифицированного кадрового потенциала и местных экономических ресурсов для его обслуживания, а также стимулированием ограниченной экономической деятельности в зоне расположения геологического парка в интересах местной общины.

Геопарки не имеют определенного стандарта по площади, они создаются исходя из наличия уникальных геологических объектов, которых очень много как в Азербайджане, так и на

исследуемой территории. В соответствии с данными принципами, в Азербайджане были проведены специальные исследования по выявлению и сертификации различных геологических образований с целью определения геологического наследия страны. В результате этого были определены территории, которые по тем или иным характеристикам могут претендовать на статус геологических памятников природы, различного ранга, от регионального до мирового, большинство которых были определены как резервные, по причине недостаточности и не комплексности их изученности.

Учитывая данные принципы исследуемая нами территория НАР, в комплексе с другими уникальными природными объектами могут претендовать на создание на их базе национальных геопарков. На сегодняшний день ни одного геопарка на территории Автономной Республики не существует.

Открыть новый геопарк значительно проще, чем создать новую ООПТ. Так, в пределах некоторых действующих заповедников и национальных парков, также могут быть выделены участки, отвечающие по своей направленности геопаркам.

На территории Автономной Республики существует всего один Национальный Парк – это Национальный Парк имени академика Г. Алиева, который обладает богатым биологическим разнообразием, и был создан с целью осуществления охраны мероприятий в местах обитания многих краснокнижных видов. Помимо биологического разнообразия, парк обладает множеством историко-археологических, природных а также геологических памятников природы, такими как экстрезивные купола, карстовые пещеры, редкие минералы, которые в свою очередь являются очень примечательными и интересными объектами экологического туризма.

В отличии от обычных национальных парков Автономной Республики, содержание и создание геопарков на данной территории, практически не требует государственных затрат. Они могут создаваться по инициативе на муниципальном уровне, и могут быть открыты практически во всех регионах, включая и те которые сейчас

относятся к числу депрессивных, и не обладают богатым животным и растительным миром, и не имеют информации об интересном историческом прошлом. С позиции современной геологии, территория Автономной республики представляет собой регион, который сформировался в результате длительных и весьма разнообразных геологических процессов. Таким образом на данной территории есть все геологические возможности для того, чтобы создать здесь геологический парк. Все это обусловило, то, что в настоящее время территория Автономной Республики является одним из геологических активных регионов нашей планеты, с чем связано наличие здесь большего разнообразия геологических обстановок, и как следствие наличие сохранившихся многочисленных свидетельств эволюционного развития нашей планеты – геологических памятников природы различного типа, которые демонстрируют уникальные результаты проявлений тех или иных процессов. Геологические памятники республики представляют собой наибольший интерес в отношении научной значимости и эстетическо-зрелищной привлекательности. В генетическом отношении они подразделяются на минерал-генные (полезные ископаемые, минералы), магматические (вулканические, плутонические), тектонические (складчатые, разрывные), палеонтологические, грязево-вулканические, геоморфологические, стратиграфические, гидрологические типы. Очень широко на территории республики представлены магматические разновидности геологических памятников мезокайнозойского периода (от юры до плейстоцена включительно). Это многочисленные конструктивные и деструктивные формы вулканического (наземного) и плутонического (подземного) происхождения, соответственно экстрезивные купола, лавовые потоки и покровы, вулканические конусы, кальдеры, кратеры, интрузивные массивы, различные возвышенности и др.

В заключении следует отметить, что все типы природных памятников Нахчыванской Автономной Республики, уникальны по своему строению, своей красотой и эстетической привлекательностью, которые должны охраняться, и быть

**ОХРАНА ПРИРОДНЫХ ПАМЯТНИКОВ И ВОПРОСЫ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
В ЦЕЛЯХ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА НА ТЕРРИТОРИИ НАХЧЫВАНСКОЙ
АВТОНОМНОЙ РЕСПУБЛИКИ (АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА)**

открыты для людей как для отдыха, так и в познавательных целях, и ответственность за их сох-

ранность необходимо как эстафету передавать от поколения к поколению.

ВЫВОДЫ

Таким образом, каждая ООПТ должна удерживать от серьезного изменения памятники природы, и привлекать сюда туристов с разных уголков мира, что очень положительно скажется на развитии экологического туризма.

В результате, необходимо сохранять эти

удивительные уголки природы для будущих поколений и в то же время использовать их в рекреационных целях, чтобы каждый мог прийти полюбоваться этой красотой и гармонией природы

Л и т е р а т у р а

1. **Садыхова Н.А.** Значение магматизма в развитии геоморфологических природных памятников Нахчыванской Автономной Республики. //Материалы научной конференции "Глобализация и география", посвященная 85-летию профессора М.А. Мусеибова, Баку, 2012, с. 384-388.
2. **Халилов Г.А., Садыхова Н.А.** Природный потенциал развития экотуризма в Нахчыванской Автономной Республике. //Материалы научной конференции "Глобализация и география", посвященная 85-летию профессора М.А. Мусеибова, Баку, 2012, с. 584-586.
3. **Ибрагимов Т.О.** Ландшафты заповедников и заказников Азербайджана. Баку, 2001, с.83.
4. **Будагов Б.А.** Туризм в Азербайджане. Баку, 2007, 12 с.

**შერღობზე ეროზიის საწინააღმდეგო არხის მოწყობის
ახალი ტექნოლოგია – არხისმჭრელი**

ვახტანგ სამხარაძე, თორნიკე ჯანელიძე
Email: vsamxaradze@mail.ru

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, 0162, ქ. თბილისი, საქართველო

შესავალი

წყლისმიერი ეროზია განსაკუთრებით მიმდინარეობს მთისწინა ნაწილში. დადგენილია, რომ 10-20 გრადუსიანი ქანობის ფერდობებიდან წელიწადში ჩამორეცხება 200-300 ტ/ჰა ნიადაგი. ამასთან, ქანობისა და წვიმების ინტენსივობის ზრდისას მატულობს ჩამორეცხილი ჰუმუსოვანი ნიადაგის რაოდენობა. ასეთივე შედეგს იძლევა მიწების არასწორი მელიორაცია, კერძოდ, რწყვის წესებისა და ტექნოლოგიის დაცვის

გარეშე ფართობების მორწყვის დროს ადგილი აქვს ნიადაგის გაძლიერებულ ჩამორეცხვას. სპეციალური აგროტექნიკური წესებით დამუშავებული ნიადაგები დიდ გავლენას ახდენს მის ჩამორეცხვაზე. ეროზიის გამოსარიცხავად საჭიროა წყლის ნაკადი გადატანილ იქნეს ნიადაგის შიდა ფენაში და მისი სიჩქარე შემცირდეს იმ დონემდე, რომ ადგილი არ ჰქონდეს ნიადაგის ჩარეცხვას.

ძირითადი ნაწილი

ნიადაგის ეროზია, განპირობებული წყლისა და ქარის ზემოქმედებით. წყლისმიერი ეროზია მდგომარეობს ფართობის ზედაპირზე ჩამონადენი წყლის ნაკადის მიერ ნიადაგის ზედაპირული ფენის ნაწილაკების ჩამორეცხვაში, რაც განსაკუთრებით მიმდინარეობს ბორცვიან მთისწინა ნაწილში. დადგენილია, რომ 10-20 გრადუსიანი ქანობის ფერდობებიდან წელიწადში ჩამორეცხება 200-300 ტ/ჰა ნიადაგი; ამასთან, ქანობის წვიმების ინტენსივობის ზრდისას მატულობს ჩამორეცხილი ჰუმუსოვანი ნიადაგის რაოდენობა.

წყლის ეროზია ძლიერდება მანამ, სანამ მცენარე ან ბალახი იწყებს აღმოცენებას. გაზაფხულზე, როცა იწყება ნიადაგის დამუშავება, ადგილი აქვს ატმოსფერული ნალექების, ნიაღვრისებური წვიმების მატებას და შესაბამისად იზრდება ეროზიის საფრთხე. ამის თავიდან ასაცილებლად ითვლება

ნიადაგის სპეციალური აგროტექნიკური დამუშავება. იგი ისე უნდა მუშავდებოდეს, რომ იზრდებოდეს წინააღმდეგობა ჩარეცხვისადმი, მცირდებოდეს წყლის ნაკადის სიჩქარე და ძლიერდებოდეს მისი შთანთქმის უნარი, რათა შენარჩუნებულ იქნეს სინესტე ნიადაგის სახნავ ფენასა და მის ძირში. წყლის ეროზიის საწინააღმდეგო რადიკალურ ღონისძიებად ითვლება ფართობების დატერასება და ნიადაგის მოშანდაკება, რაც ძვირადღირებულია. ეს ღონისძიებები იძლევა თვითანაზღაურებას მხოლოდ ფართო მასშტაბის ფართობებზე, რაც საქართველოს ნიადაგების მცირე კონტურების პირობებში შეუძლებელია.

საქართველოს ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ნაწილი განიცდის ქარისმიერ ეროზიას, რომლის ინტენსივობას განსაზღვრავს: რეგიონის კლიმატი, ქარის სიჩქარე, განაპირა მინდორდამცავი ზოლების

არსებობა და სხვ. ქარისმიერი ეროზიის გაძლიერებას იწვევს ნიადაგის დამუშავება ბელტის გადაბრუნებით, რის შედეგადაც მცენარეთა ფესვებით გამაგრებული, ეროზიისადმი მდგრადი ფენა ქვევით ექცევა, ხოლო გაუმაგრებელი ფენა ზევით ამოდის.

მცენარეული საფარის გავლენა. მცენარეული საფარის გავლენა ნიადაგ-გრუნტების ეროზიაზე ვლინდება ძირითადად შემდეგში: ფესვთა სისტემა, რომელიც ამაგრებს ნიადაგ-გრუნტებს, ასრულებს არძირების როლს, ზრდის აგრეგატის წინააღმდეგობას მოგლეჯა-გამორეცხვის მიმართ; მცენარეულობა წვიმის წვეთის დარტყმისას იცავს ნიადაგს დამანგრეველი ზემოქმედებისაგან. გაშიშვლებულ ნიადაგთან შედარებით მცენარეული საფარი მეტ-ნაკლებად ხელს უშლის წყლის თავისუფალ დინებას, ზრდის ხორკლიანობის კოეფიციენტს. ეს ყველაფერი, ერთად აღებული, მკვეთრად ამცირებს ნიადაგის ეროზიის ინტენსივობას [1].

მინდორზე, არასწორი ზედაპირისას, წვიმების შესაკავებლად საჭიროა გამოყენებულ იქნეს შემდეგი აგროტექნიკური მეთოდები, ტექნოლოგიები და ნიადაგდამამუშავებელი მექანიზმები: ნიადაგის ხენა გამაფხვიერებლებით, ბრტყელსაჭრელი გუთნებით, ფრთამოსხნილი გუთნებით ბელტის გადაბრუნების გარეშე, საფეხურიანი ხენით, დისკობიანი კულტივატორებით, ვერტიკალური ნაპრალსაჭრელებით მასში მოწყობილი ბუნკერით, მულჩის ნაპრალში ჩასაყრელად სპეციალური მულჩირების აგრეგატით, საგორი საკიდი კვალსაჭრელით და სხვ. აღნიშნული გათვლილია ზედაპირული წყლების შესაკავებლად ფერდობებზე, წყლის ნაკადის სიჩქარის შესამცირებლად და ნიადაგის სიღრმეში სინესტის შესანარჩუნებლად, რაც ხელს შეუწყობს ფართობებზე ჰუმუსოვანი ფენის შენარჩუნებას და სოფლის მეურნეობის კულტურების ზრდას.

ნაკვეთები, რომლებიც განიცდის ქარისმიერი და წყლისმიერი ეროზიის ზემოქმედებას, მოითხოვს ნიადაგის განსაკუთრებულ დამუშავებას. ქარისმიერი ეროზიისას

ბელტის გადაბრუნებით ხენა შეცვლილია ნიადაგის ბრტყლად დამჭრელების გამოყენებით ისე, რომ მეტი ნაწვერალი და სხვადასხვა ბალახი დარჩეს ნიადაგის ზედაპირზე. ნიადაგის ძირითადი და თესვისწინა დამუშავების დროს შესრულდეს შემდეგი სამუშაოები: ნაწვერალის გაფხვიერება, ნიადაგის გაფხვიერება, დაფარცხვა, რისთვისაც გამოიყენება სხვადასხვა დასახელებისა და მარკის სპეციალური მანქანები: საფარცხ-სათოხნი, კულტივატორ-ბრტყლად-დამჭრელი, ბრტყლადდამჭრელ-გამაფხვიერებელი, მომტკეპნები, საოში გუთანი, უფროთ გუთანი, ნიადაგის დამღარავი და სხვ. განსაკუთრებული უპირატესობა ენიჭება საფეხურიანი გუთანს, ნიადაგის ვერტიკალური მულჩირების ნაპრალსაჭრელს, ვერტიკალური მულჩირების მოდერნიზებულ აგრეგატს АПВУ-1 და საგორ კვალსაჭრელს.

წყლისმიერი ეროზია მდგომარეობს ფერდობის ზედაპირზე ჩამონადენი წყლის ნაკადის მიერ ნიადაგის ზედაპირული ფენის ნაწილაკების ჩამორეცხვაში, რაც განსაკუთრებული ინტენსივობით მიმდინარეობს მთისწინა ნაწილში. ამასთან, წვიმების ინტენსივობის ზრდისას ფერდობზე მატულობს ჩამორეცხილი ჰუმუსოვანი ნიადაგის რაოდენობა. ასეთივე შედეგს იძლევა არასწორი მელიორაცია. სპეციალური ტექნოლოგიით დამუშავებული ნიადაგები ბევრად ამცირებს წყლისმიერ ეროზიულ პროცესებს [2].

წყლისმიერი ეროზია ძლიერდება მანამ, სანამ მცენარე ან ბალახი იწყებს აღმოცენებას. გაზაფხულზე, როცა იწყება ნიადაგის დამუშავება, ადგილი აქვს ატმოსფერული ნალექების, ნიაღვრისებური წვიმების მატებას და შესაბამისად, იზრდება ინტენსიური ეროზიის საფრთხე. ამის თავიდან ასაცილებლად ერთ-ერთ ღონისძიებად ითვლება ნიადაგის დამუშავება სპეციალური ტექნოლოგიით. იგი ისე უნდა განხორციელდეს, რომ გაიზარდოს წინააღმდეგობა ჩარეცხვისადმი, შემცირდეს წყლის ნაკადის სიჩქარე და გაძლიერდეს მისი ენერჯის დახშობა. ინტენსიური წვიმების შესაკავებლად

საჭიროა გამოყენებულ იქნეს შემდეგი ტექნოლოგიები და ნიადაგდამამუშავებელი მექანიზმები: ნიადაგის ხვნა გამაფხვიერებლებით, ბრტყელსაჭრელი გუთნებით, ფრთამოსხნილი გუთნებით ბელტის გადაბრუნების გარეშე, საფეხურიანი ხვით, დისკოებიანი კულტივატორებით, ვერტიკალური ნაპრალსაჭრელებით მასში მოწყობილი ბუნკერით, ნაპრალში ჩასაყრელად სპეციალური მულჩირების აგრეგატის გამოყენება და სხვა [3].

აღნიშნული გათვლილია ზედაპირული წყლების შესაკაველად ფერდობზე, წყლის ნაკადის სიჩქარის შესამცირებლად, რაც ხელს შეუწყობს ფერდობზე ჰუმუსოვანი ფენის შენარჩუნებას და სოფლის მეურნეობის კულტურების წარმოების ზრდას. ზემოთ ჩამოთვლილი მექანიზმებით ზედაპირული წყლის ნაკადის სიძლიერის დასახშობად გაჭრილი არხები ფორმირდება თხრით, რის შედეგადაც არხის კედლები და ძირი იჭრება ნახლეჩებით. ერთი ინტენსიური წვიმის ნაკადის გავლის შემდეგ არხი იშლება და ვეღარ ასრულებს თავის დანიშნულებას.

არსებული მდგომარეობა გეკარნახობს ფერდობზე ზედაპირული წყლის ნაკადის დამსშობი არხისმჭრელის ახალი ტექნოლოგიისა და მექანიზმების ძიების აუცილებლობას [4, 5].

არსებული თეორიული მასალებისა და მექანიზმების კვლევის ანალიზის საფუძველზე შერჩეულ იქნა არხის მოწყობის ახალი ტექნოლოგია – ჭრითა და ტკეპნით, რითაც თავიდან იქნება აცილებული გუთნისებური არხისმჭრელების უარყოფითი მხარეები.

რეკომენდებული ტექნოლოგიისა და მექანიზმების შერჩევას წინ უძღოდა შემდეგი თეორიული მასალების შესწავლა: გრუნტის სინესტისა და მუშა ორგანოს ჭრის კუთხის გავლენა არხისმჭრელის ფორმირების პროცესზე, არხისმჭრელის პარამეტრების შერჩევა, არხისმჭრელის გადაადგილების ოპტიმალური სიჩქარის დადგენა.

აღნიშნული საკითხის გადასაწყვეტად

საქართველოს წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში დამუშავდა საგორი ტიპის მუშა ორგანო, რომელიც გამოირჩევა კონსტრუქციის სიმარტივით, მაღალი მწარმოებლურობით, ექსპლუატაციაში მდგრადობითა და დაბალი ღირებულებით. ასეთი არხისმჭრელი საშუალებას მოგვცემს ნაწილობრივ მაინც ავიცილოთ თავიდან აღნიშნული სიძნელები.

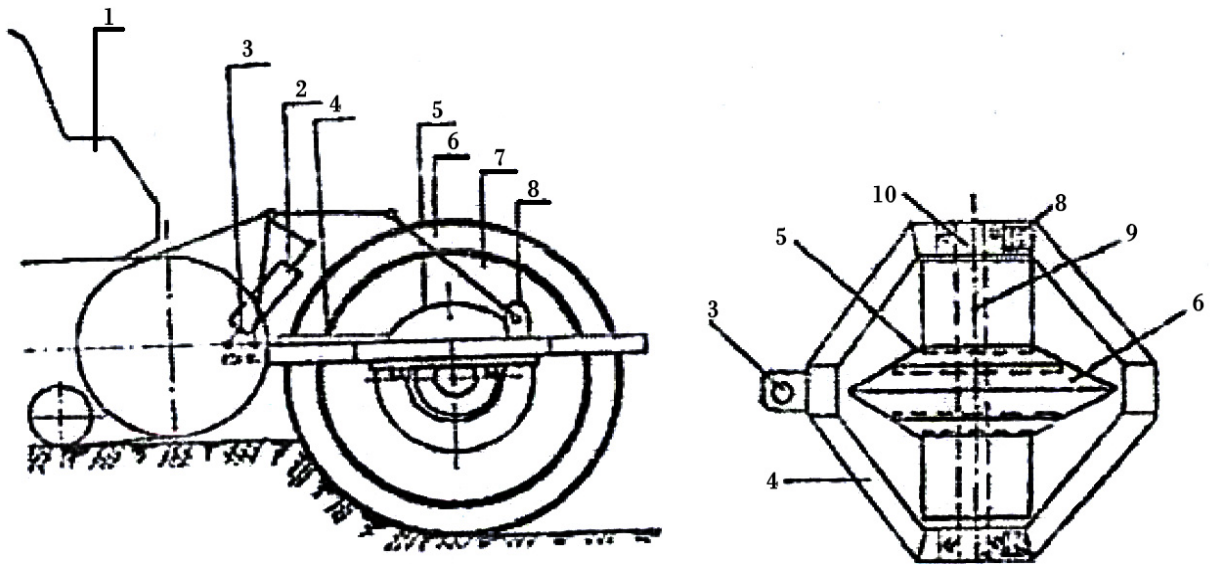
შემოთავაზებული არხისმჭრელის კონსტრუქცია წარმოადგენს კონიური ტიპის საგორ მუშა ორგანოს, რომელიც ღერძის საშუალებით ჩასმულია შველერებისაგან შეკრულ ჩარჩოში. იგი შედგება ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად მბრუნავი ორი შემადგენელი დისკოსგან, ორი კონიური გვერდითი საგორისა და მუშა ორგანოზე დამაგრებული გრუნტის მწმენდებისაგან. იგი იკიდება მე-3 კლასის ტრაქტორის ჰიდრავლიკურ საკიდ მოწყობილობაზე. ჰიდრავლიკური სისტემის დაწოლითა და საკუთარი სიმძიმით იგი ჩადრმავდება გრუნტში და ტრაქტორის გადაადგილებით უკან დატოვებს სამკუთხედის კვეთის ფორმის ჩატკეპნილ არხს [6 8].

არხისმჭრელი აგრეგირდება ტრაქტორის (1) საკიდ მოწყობილობაზე (3). როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, არხისმჭრელი (6) ჩასმულია შველერებით შეკრულ ჩარჩოში (5), ჩარჩოს ჩასაბმელი თითის საშუალებით უერთდება ტრაქტორის მისაბმელ ღერძს (2). საკიდი მოწყობილობის ვერტიკალური წვევები (7) თითების საშუალებით უერთდება ჩარჩოზე დამაგრებულ საყურეებს (8).

ფერდობის კალთებზე ეროზიის შესამცირებლად ქანობის მართობული მიმართულებით, ჭრითა და ტკეპნით იჭრება ინტენსიური წვიმებით გამოწვეული ზედაპირული წყლის დინების ენერჯის დამსშობი არხები, რითაც მცირდება ნიადაგის ჩამორეცხვის პროცესი. აღსანიშნავია, რომ ჭრითა და ტკეპნით გაჭრილი არხი მდგრადია და არხის ჭრის სხვა ტექნოლოგიურ პროცესებთან შედარებით შეუძლია მთელი წლის განმავლობაში იფუნქციონეროს სამუშაო რეჟიმით.

არხისმჭრელის ტექნიკური მაჩვენებლები:

1. არხისმჭრელი აგრეგირდება მე-3 კლასის ტრაქტორის საკიდ მოწყობილობაზე;
2. სამკუთხოვანი კვეთი: არხის ზომები
სიგანე ზედაპირზე 450 მმ
სიღრმე 450 მმ
3. სამუშაო სიჩქარე 3,5 კმ/სთ;
4. მწარმოებლურობა 4 კმ/სთ;
5. კონიური დისკის დიამეტრი 1200 მმ;
6. გვერდითი საგორების დიამეტრი 300-400 მმ;
7. მუშა ორგანოს წონა 1200 კგ;
8. მომსახურე პერსონალი (ტრაქტორისტი) 1



ნახ. 2. საგორი არხისმჭრელი

დასკვნა

1. განხორციელებული თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევები იძლევა საფუძველს, დავასკვნათ, რომ ფერდობზე ინტენსიური წვიმების დროს ადგილი აქვს წყლის ნაკადის ზრდას, რაც აძლიერებს ეროზიულ პროცესს;
2. ზედაპირული წყლის ნაკადის სიძლიერის დასახშობად ფერდობისადმი მართობული მიმართულებით გუთნისებური არხისმჭრელებით იჭრება არხები;
3. გაჭრილ არხებს კედლებსა და ძირზე აქვს ნახლეჩები, რაც იწვევს ეროზიული პროცესების გაძლიერებას, არის არამდგრადი და მალე იშლება;
4. აქტიური მუშა ორგანოების გამოყენება იმავე დანიშნულებით არახელსაყრელია, მათ ახასიათებს: დაბალი წარმადობა და კონსტრუქციული სირთულეები;
5. შემოთავაზებული საგორი არხისმჭრელით გაჭრილი არხი, რომელიც არხს აყალიბებს ახალი ტექნოლოგიით, ჭრითა და ტკეპნით, მდგრადია, კედლები და ძირი აქვს ნახლეჩების გარეშე და მთელი წლის განმავლობაში შეუძლია შეასრულოს თავისი ფუნქცია – მიიღოს ზედაპირული წლის ნაკადი და

დაახშოს მისი გამრეცხი ძალა;

და აქვს მაღალი წარმადობა.

6. არხისმჭრელი მარტივი კონსტრუქციისაა

ლიტერატურა

1. **Мирицхулава Ц.Е.** Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии. М., Колос, 1970.
2. **Котлярова О.Г.** Ступенчатая вспашка на склонах. //ВНИИ механизации работ по защите почв от водной эрозии. М., Колос, 1999, с. 183-189.
3. **Вагина Я.Т.** Механизация защиты почв от водной эрозии. Ленинград, Колос, 1987.
4. **Самхарадзе В.И.** Вопросы гидромелиорации в Грузии. //Сб. научн. тр. Тбилиси, 1987.
5. **ურუშაძე თ.** აგროეკოლოგია, თბილისი, 2001.
6. **Самхарадзе В.И.** Лабораторные исследование моделей катковых каналорезов разной конструкции. //Жур. "Экологические системы и приборы", №8, М., 2004.
7. **სამხარაძე ვ.** დაჭაობებულ ადგილებში არხის გამჭრელი მოწყობილობა. პატენტი U 579, 1999.
8. **Самхарадзе В.И.** Исследование механизмов и технологии нарезки каналов. // Жур. "Экологические системы и приборы", М., 5, 2004.

**НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ
НАПОРНЫХ ВОДОПРОВОДНЫХ ТРУБ**

Саруханян А.А., Мартиросян А.В., Микаелян В.Б.
Email: *asarukhanyan@ysuac.am*

Национальный университет архитектуры и строительства Армении
ул. Теряна №105, г. Ереван, 375009, Армения

ВВЕДЕНИЕ

Напорные трубы являются основной составной частью водопроводной системы. Их эксплуатация осуществляется при специальных технических условиях, безукоснительное выполнение которых должно обеспечить бесперебойную работу всей системы. Как правило, трасса водопроводных магистралей имеет повышенные и пониженные точки. В повышенных точках в процессе эксплуатации, а также при ее наливе, образуются воздушные скопления, которые приводят к уменьшению живого сечения, к повышению гидравлического сопротивления и, как следствие – к снижению пропускной способности.

Удаление воздуха осуществляется двумя способами:

- 1) в местах возможного скопления воздуха устанавливают вантузы или трубу со свободным концом;
- 2) в точках возможного скопления воздуха создают критическую скорость течения, при которой выносятся воздух.

Критическая скорость движения жидкости определяется по формуле

$$V_{кр} \geq K \sqrt{\frac{2gD \sin \alpha}{\lambda}}, \quad (1)$$

где D – диаметр трубы, g – ускорение свободного падения, α – угол наклона исходящего

участка, λ – коэффициент гидравлического сопротивления, K – коэффициент, определяемый по формуле

$$K = 0.073(\sin \alpha)^{-0.43}. \quad (2)$$

В пониженных местах, в соответствии с правилами эксплуатации, предусматриваются водовыпуски, при помощи которых осуществляется опорожнение отдельных участков сетей и водоводов, для проведения ремонтных, очистительных, промывных и дезинфекционных работ. Очистка необходима для удаления отложенной массы, которая нарушает техническое условие эксплуатации водовода. Отложение может образовываться из-за:

- a) коррозии металла, в результате которой образуется гидроокись железа $Fe(OH)_3$;
- b) отложения твердых примесей (песок, ил, глинистые частицы), приносимые потоком;
- c) различные образования микроорганизмов (железобактерий);
- d) выпадение из стенки трубопроводов солей железа и кальция.

Очистка водопроводных труб проводится механическим, химическим и гидродневматическим способами. При очистке и проведении ремонтных работ опорожняются водоводы с помощью спуска воды через водовыпуски, предусмотренные в пониженных точках.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Магистральные водопроводы по расположению ветвей и водовыпуска могут соответство-

вать одному из вариантов, представленных на рис. 1.

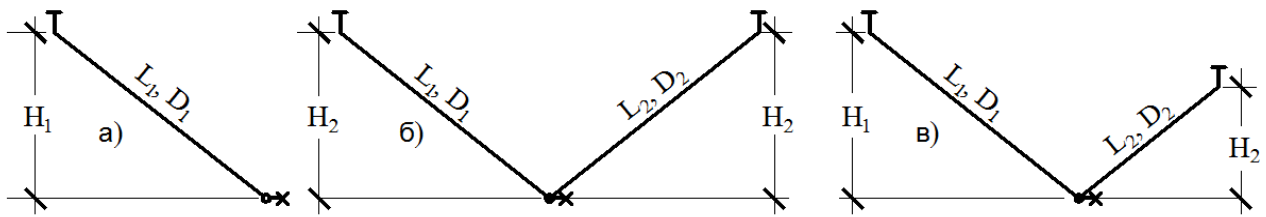


Рис.1. Расчетные схемы водовыпуска из водоводов
 а) одноветвенный наклонный водовод, б) двухветвенный водовод с равными напорами, в) двухветвенный водовод с разными напорами.

Продолжительность опорожнения наклонного водовода постоянного диаметра определяется по формуле

$$T = 2\tau \ln \left(e^{\frac{L}{2V_{ct}\tau}} + \sqrt{e^{\frac{L}{V_{ct}\tau}} - 1} \right), \quad (3)$$

где: V_{ct} – скорость стационарного течения,

$$V_{ct} = \sqrt{\frac{2gH_0}{\left(\frac{\sum \zeta_0}{L} + \frac{\lambda}{D} \right) L}},$$

H_0 – статический напор, $\sum \zeta_0$ – суммарный коэффициент местного сопротивления, L – длина трубы, λ – коэффициент гидравлического сопротивления, D – внутренний диаметр.

Формула (3) получена в результате интегрирования уравнения неустановившегося одновременного напорного движения. Однако водовыпуск по схеме простого наклонного водовода встречается редко. Часто водовыпуск имеет двусторонние ветви (рис.1). В первом случае геометрическая высота обеих ветвей одинакова и водовыпуск начинается при полном наполнении двух ветвей. При разных геометрических высотах уровень жидкости в обеих ветвях выравнивается благодаря вантузам, установленным на возвышенных точках водовода. Следовательно, опорожнение водовода с двумя ветвями необходимо рассмотреть по равным напорам на обеих ветвях.

При $t = 0$ мгновенно открывается задвижка, установленная на самом низком уровне, где осуществляется водовыпуск. Начинается неустановившееся движение в обеих ветвях водовода. Составим уравнение одномерного неустановившегося движения для:

правой ветви

$$H_2 = \frac{P}{\rho g} + \frac{l_2}{g} \frac{dV_2}{dt}, \quad (4)$$

левой ветви

$$H_1 = \frac{P}{\rho g} + \frac{l_1}{g} \frac{dV_1}{dt}, \quad (5)$$

где: P – давление в точке спуска, V_1 и V_2 – мгновенные скорости жидкости в ветвях водовода, l_1 и l_2 – исходные длины трубопроводов обеих ветвей, H_1 и H_2 – напоры в левых и правых ветвях.

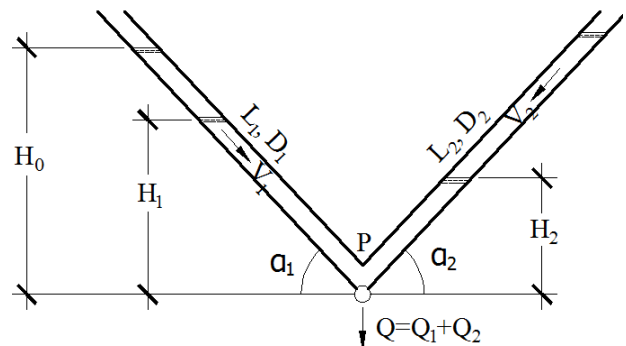


Рис.2. Схема расчета водовыпуска

В уравнениях (4) и (5) скорости V_1 и V_2 определяются через напоры H_1 и H_2 по формулам

$$\frac{dH_1}{dt} = V_1 \sin \alpha_1, \quad (6)$$

$$\frac{dH_2}{dt} = V_2 \sin \alpha_2, \quad (7)$$

где α_1 и α_2 – углы наклона ветвей водовода.

В уравнениях (4)÷(7) имеем пять неизвестных функций. Поэтому для получения замкнутой системы составим еще одно уравнение – уравнение неразрывности:

$$\mu d^2 \sqrt{2 \frac{P}{\rho}} = d_1^2 V_1 + d_2^2 V_2, \quad (8)$$

где μ – коэффициент расхода водовыпуска, равный

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \zeta_3 + \lambda \frac{l}{d}}}, \quad (9)$$

ζ_3 – коэффициент местного сопротивления задвижки, при полном открытии, λ – коэффициент гидравлического сопротивления выпускной трубы, d – ее диаметр.

Подставляя значение V_1 и V_2 из уравнений (6), (7) в уравнения (4), (5) получим:

$$\begin{cases} H_1 = \frac{P}{\rho g} + \frac{H_1}{g \sin^2 \alpha_1} \frac{d^2 H_1}{dt^2} \\ H_2 = \frac{P}{\rho g} + \frac{H_2}{g \sin^2 \alpha_2} \frac{d^2 H_2}{dt^2} \\ P = \frac{1}{K^2} \left(\frac{d_1^2}{\sin \alpha_1} \frac{dH_1}{dt} + \frac{d_2^2}{\sin \alpha_2} \frac{dH_2}{dt} \right)^2 \end{cases}, \quad (10)$$

где $K = \mu d^2 \sqrt{\frac{2}{\rho}}$ – коэффициент, определяемый параметрами водовыпуска.

Обозначив

$$\rho g k^2 = 2 g \mu^2 d^4 = M, \quad a = \frac{d_1^2}{\sin \alpha_1}, \quad b = \frac{d_2^2}{\sin \alpha_2},$$

окончательно получим:

$$\begin{cases} \frac{H_1}{g \sin^2 \alpha_1} \frac{d^2 H_1}{dt^2} + M \left(a \frac{dH_1}{dt} + b \frac{dH_2}{dt} \right)^2 - H_1 = 0 \\ \frac{H_2}{g \sin^2 \alpha_2} \frac{d^2 H_2}{dt^2} + M \left(a \frac{dH_1}{dt} + b \frac{dH_2}{dt} \right)^2 - H_2 = 0 \end{cases} \quad (11)$$

$$H_0 \geq H_1 \geq 0, \quad H_0 \geq H_2 \geq 0$$

Предлагаемое решение по определению времени опорожнения водоводов через водовыпуски, установленных в низших точках, соот-

Для интегрирования системы (11) задаются начальные и граничные условия.

$$\begin{aligned} \text{При } t=0, \quad \frac{d^2 H_1}{dt^2} = g \sin^2 \alpha_1, \quad \frac{d^2 H_2}{dt^2} = g \sin^2 \alpha_2 \\ H_1 = H_2 = H_0, \\ \text{при } t=T, \quad H_1 = 0, \quad H_2 = 0 \end{aligned} \quad (12)$$

Выполнено численное решение системы (9), при условиях $H_0 = 40$ м, $d_1 = d_2 = 300$ мм, $\alpha_1 = -\frac{\pi}{6}$, $\alpha_2 = \frac{\pi}{12}$, $\mu = 0.2$, $d = 100$ мм. По результатам численного интегрирования системы (11) получены графики изменения уровней жидкости в ветвях H_1 и H_2 (рис. 3).

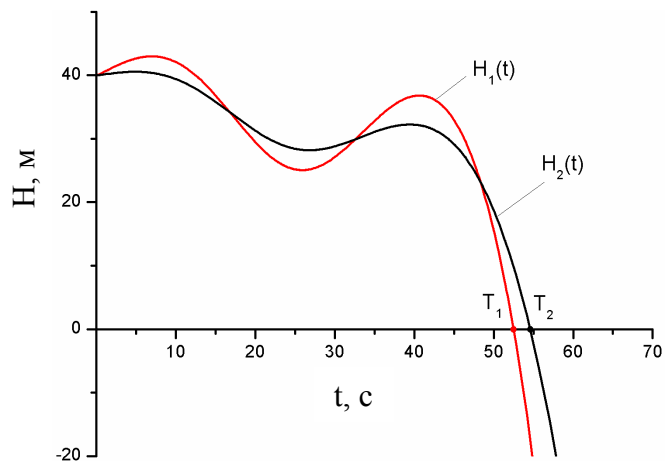


Рис.3.Кривые изменения уровней жидкости в ветвях водовода

Полученных кривые показывают, что изменение уровня жидкости в ветвях водовода имеют волновой характер, при этом период колебания зависит от уклона трубы.

ВЫВОДЫ

ветствуют происходящему процессу и вполне приемлемы для инженерных расчетов магистральный водоводов и систем водоснабжения.

Л и т е р а т у р а

1. Справочник по эксплуатации систем водоснабжения, канализации и газоснабжения. Под ред. С.М. Шафрина. Л.: Стройиздат. 1976, 320 с.
2. Седракян С.М. Об определении времени опорожнения трубопроводов. //Известия Ереванского государственного университета архитектуры и строительства. № 4(30), Ереван,1992, с. 50-55
3. Овсепян В.М. Гидравлика., Ереван, Луйс, 1973, 479 с.

**МНОГОЛЕТНЯЯ ТЕНДЕНЦИЯ ИЗМЕНЕНИЯ НОЧНЫХ И ДНЕВНЫХ СУММ
АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА БОЛЬШОМ КАВКАЗЕ (В ПРЕДЕЛАХ
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ)**

Сафаров Сурхай Гасан оглы,¹ Сафаров Азер Сурхай оглы²
Email: *surxaysafarov@ymail.com*

¹) Национальная Академия Авиации
пос. Бина, 25-й км, AZ1045, г. Баку, Азербайджан

²) НИИ Гидрометеорологии
пр. Гейдара Алиева 10, AZ1154, Наримановский р-н, г. Баку, Азербайджан

ВВЕДЕНИЕ

Исследование тенденции изменчивости атмосферных осадков, а также влияния различных факторов на их формирование имеет большое научное и практическое значение.

Влиянию внутренних и внешних климатообразующих факторов на формирование атмосферных осадков посвящено большое количество исследований. К ним можно отнести работу [7], где исследована зависимость количества атмосферных осадков от атмосферной циркуляции на основе расчета обратных траекторий, которые существенно отличаются в летнем и зимнем сезонах. Выявлению взаимосвязи между количеством атмосферных осадков, температурой воздуха и интенсивностью атмосферной циркуляции во внетропических циклонах в атлантических и тихоокеанских акваториях с использованием данных за 1991-2000 гг. посвящена работа [1], где указано, что на последовательных этапах их эволюции обнаружена тесная связь. Итоги исследований в работе [8] показывают, что в результате крупных взрывных газо-пепловых вулканических извержений на территории России в XX веке увеличилась сумма атмосфер-

ных осадков за холодный период и возросло число положительных экстремумов в холодное и теплое полугодия.

Результаты исследований обильных атмосферных осадков и географическое распределение их характеристик в Грузии рассмотрены в работе [10], где указано, что обильные осадки выпадают в основном за теплое полугодие, их повторяемость наиболее велика в Западной Грузии (30-50 дней в год), а в Восточной Грузии максимальное число дней с обильными осадками составляет 1-12. На территории Грузии по основным характеристикам обильных осадков выделены 11 районов. Изменению многолетней тенденции в распределении атмосферных осадков в Азербайджане посвящены работы [5, 6].

Целью данной работы является выявление тенденций изменения отдельно ночных и дневных сумм осадков на фоне глобального потепления климата, а также влияние циркуляционных факторов на их динамику на примере горного региона Азербайджанской Республики, (Большой Кавказ).

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Постановка задачи. В работе рассматриваются основные закономерности пространственно-временного распределения атмосферных

осадков, т.е. выпадающих в ночные и дневные часы суток на южном и северо-восточном склонах Большого Кавказа. Ночные осадки

МНОГОЛЕТНЯЯ ТЕНДЕНЦИЯ ИЗМЕНЕНИЯ НОЧНЫХ И ДНЕВНЫХ СУММ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА БОЛЬШОМ КАВКАЗЕ (В ПРЕДЕЛАХ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ)

вычислялись как суммы осадков в 22, 00, 03 и 06 часов, а дневные – в 09, 12, 15 и 18 часов. Исходной информацией являлись данные непрерывных суточных наблюдений за атмосферными осадками на ГМС Алибек (высота 1540 м), Загатала (487 м), которые находятся на южном склоне Большого Кавказа, Алтыгагач (1099 м), Гырыз (2006 м) и Губа (550 м), которые расположены на северо-восточном склоне Большого Кавказа за период 1971-2010 гг. Эти данные взяты из Метеорологического Банка Данных [4].

Результаты исследований. Рассмотрим средние многолетние суммы атмосферных осадков в ночные и дневные часы суток в теплый и холодный период. В теплый период года ночных осадков оказались намного больше, чем в дневное время на южном склоне Большого Кавказа (ночные осадки составили 68-71% от общего за холодный период), а на северо-восточном склоне дневные осадки немного преобладали над ночными (дневные осадки составили 51-60% от общего за холодный период) (рис.1).

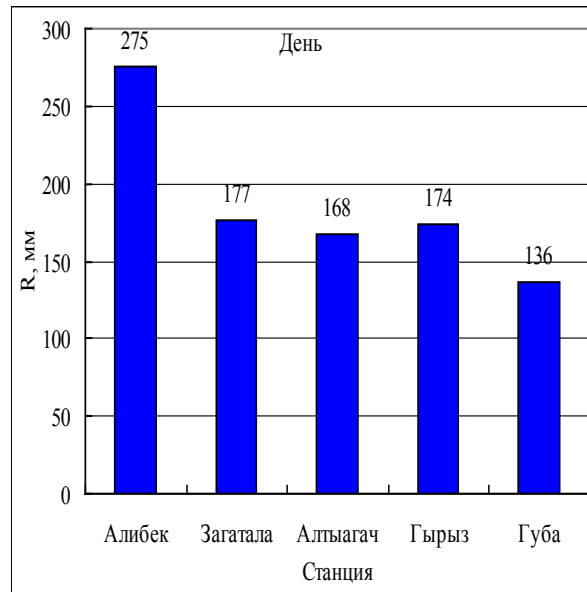
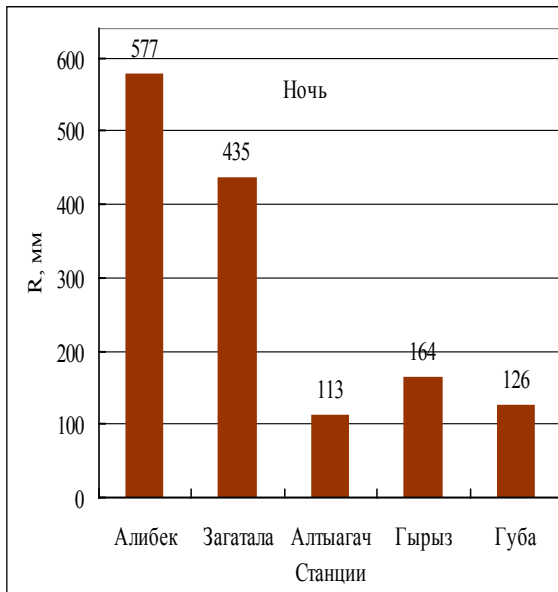


Рис.1. Средние многолетние суммы атмосферных осадков в ночные и дневные часы суток (мм) в теплый период (IV-IX) за 1971-2010 гг.

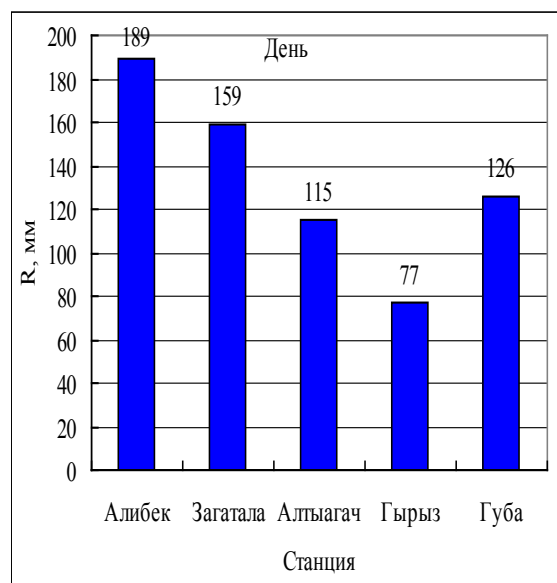
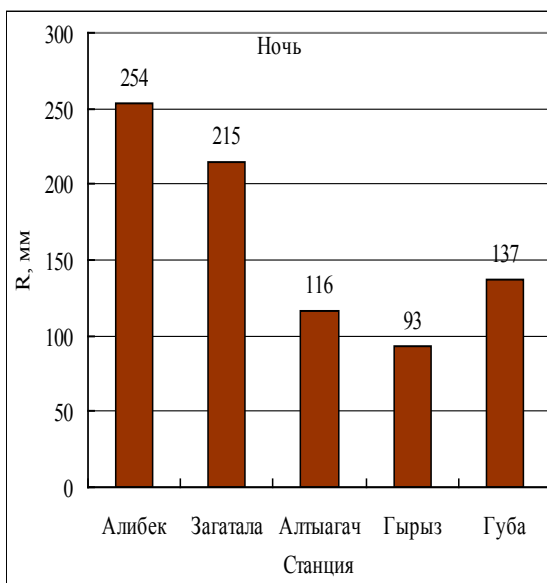


Рис.2. Средние многолетние суммы атмосферных осадков в ночные и дневные часы суток (мм) в холодный период (X-III) за 1971-2010 гг.

В холодное время года соотношение ночных и дневных сумм осадков более однородное, чем в теплое время года. По всей территории ночью осадки выпадали в большем количестве, чем в дневное время и составили 50-57% от общего количества осадков в теплое время года (рис. 2). Все это указывает, на то, что в теплое время года на южном склоне термические факторы осадкообразования играли более существенную роль, чем на северо-восточном, а в холодный период года этого различия не видно [4].

В рядах ночных атмосферных осадков межгодовая изменчивость носит сложный характер. Например, в Алибеке наибольшие значения коэффициента вариации (C_v) отмечены в июле и августе ($C_v = 0,73-0,74$), в Закастале в июле-сентябре и декабре-январе ($C_v = 0,72-0,78$), в Алтыгаче в июне-сентябре и ноябре-декабре

($C_v = 0,72-1,09$), в Гырызе – в январе-феврале и августе-декабре ($C_v = 0,72-0,95$), а в Губе – в апреле-сентябре ($C_v = 0,71-0,86$) (см. табл. 1).

Аналогичная картина наблюдается в межгодовой изменчивости в рядах атмосферных осадков в холодный период года (см. табл. 2).

Для изучения многолетней тенденции изменения месячных сумм осадков в ночное и дневное время рассчитаны следующие статистические характеристики временных рядов атмосферных осадков: мм/10 лет – скорость изменения количества атмосферных осадков за десятилетие; мм/40 лет – изменение количества осадков за период 1971-2010 гг.; r – коэффициент корреляции линейного тренда для оценки статистической значимости выявленных изменений. Результаты расчетов приведены в табл. 1 и табл. 2.

Таблица 1

Статистические показатели изменения месячных значений ночного количества атмосферных осадков за период 1971-2010 гг.

Станция	Показатель	Месяцы											
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Алибек	мм/10 лет	-0,6	-0,1	0,4	2,5	-0,2	-8,1	2,5	10,5	11,8	-3,2	0,5	-1,5
	мм/40 лет	-2,0	-0,4	1,6	10,0	-0,8	-32,4	10,0	42,0	47,2	-12,8	2,0	-6,0
	r	-0,05	-0,01	0,02	0,09	0,00	-0,16	0,05	0,17	0,24	-0,09	0,02	-0,11
	C_v	0,52	0,55	0,41	0,41	0,45	0,46	0,74	0,73	0,66	0,53	0,58	0,66
Закастала	мм/10 лет	-1,8	-0,4	-3,4	-3,6	5,6	-10,7	8,0	12,4	12,7	-7,3	-0,6	-0,6
	мм/40 лет	-7,2	-1,6	-13,6	-14,4	22,4	-42,8	32,0	49,6	50,8	-29,2	-2,4	-2,4
	r	-0,14	-0,03	-0,19	-0,13	0,13	-0,21	0,24	0,29	0,28	-0,26	-0,03	-0,04
	C_v	0,74	0,60	0,46	0,51	0,51	0,58	0,72	0,78	0,84	0,56	0,65	0,78
Алтыгач	мм/10 лет	-1,6	2,0	-0,9	-1,8	-3,3	-3,4	-0,2	0,1	2,5	2,0	0,2	-3,1
	мм/40 лет	-6,4	8,0	-3,6	-7,2	-13,2	-13,6	-0,8	0,4	10,0	8,0	0,8	-12,4
	r	-0,21	0,24	-0,08	-0,14	-0,27	-0,31	-0,01	0,01	0,17	0,12	0,02	-0,28
	C_v	0,68	0,61	0,65	0,57	0,57	0,78	1,09	1,05	0,72	0,68	0,75	0,78
Гырыз	мм/10 лет	0,9	2,5	0,8	1,2	-2,0	0,2	0,6	-0,1	6,1	3,3	1,7	-1,3
	мм/40 лет	3,6	10,0	3,2	4,8	-8,0	0,8	2,4	-0,4	24,4	13,2	6,8	-5,2
	r	0,17	0,26	0,09	0,10	-0,13	0,01	0,05	-0,01	0,35	0,19	0,12	-0,18
	C_v	0,77	0,95	0,49	0,52	0,54	0,61	0,58	0,81	0,72	0,79	0,93	0,86
Губа	мм/10 лет	-1,2	2,1	-1,8	-0,6	-3,4	-1,0	0,00	1,4	2,4	3,9	2,4	-0,3
	мм/40 лет	-4,8	8,4	-7,2	-2,4	-13,6	-4,0	0,00	5,6	9,6	15,6	9,6	-1,2
	r	-0,20	0,22	-0,21	-0,05	-0,24	-0,07	0,00	0,10	0,11	0,23	0,18	-0,04
	C_v	0,45	0,59	0,48	0,68	0,71	0,81	0,75	0,86	0,71	0,47	0,53	0,44

**МНОГОЛЕТНЯЯ ТЕНДЕНЦИЯ ИЗМЕНЕНИЯ НОЧНЫХ И ДНЕВНЫХ СУММ АТМОСФЕРНЫХ
ОСАДКОВ НА БОЛЬШОМ КАВКАЗЕ (В ПРЕДЕЛАХ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ)**

Таблица 2

Статистические показатели изменения месячных значений дневного количества атмосферных осадков за период 1971-2010 гг.

Станция	Показатель	Месяцы											
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Алибек	мм/10 лет	-0,7	-2,0	2,5	4,6	-0,4	-7,2	5,0	-1,8	9,5	1,8	1,3	-1,0
	мм/40 лет	-2,8	-8,0	10,0	18,4	-1,6	-28,8	20,0	-7,2	38,0	7,2	5,2	-4,0
	<i>r</i>	-0,07	-0,15	0,17	0,18	-0,02	-0,26	0,15	-0,08	0,29	0,07	0,07	-0,10
	<i>C_v</i>	0,56	0,56	0,46	0,55	0,45	0,64	0,96	0,88	0,90	0,54	0,73	0,57
Закагала	мм/10 лет	-1,8	-0,4	-3,4	-3,6	-5,6	-10,7	8,0	12,4	12,7	-7,3	-0,6	-0,6
	мм/40 лет	-7,2	-1,6	-13,6	-14,4	22,4	-42,8	32,0	49,6	50,8	-29,2	-2,4	-2,4
	<i>r</i>	-0,14	-0,03	-0,19	-0,13	0,13	-0,21	0,24	0,29	0,28	-0,26	-0,03	-0,04
	<i>C_v</i>	0,74	0,60	0,46	0,51	0,51	0,58	0,72	0,78	0,84	0,56	0,65	0,78
Алтыгагач	мм/10 лет	-2,9	-1,4	-0,3	-9,8	1,0	-3,0	0,9	-0,8	-2,3	2,7	0,1	-0,6
	мм/40 лет	-11,6	-5,6	-1,2	-39,2	4,0	-12,0	3,6	-3,2	-9,2	10,8	0,4	-2,4
	<i>r</i>	-0,28	-0,18	-0,03	-0,45	0,03	-0,12	0,05	-0,09	-0,15	0,17	0,01	-0,07
	<i>C_v</i>	0,80	0,58	0,56	0,70	0,81	0,72	1,07	1,06	0,79	0,61	0,62	0,59
Гырыз	мм/10 лет	1,7	1,4	2,6	0,4	-4,4	-2,7	5,1	0,6	2,9	-0,8	0,4	0,7
	мм/40 лет	6,8	5,6	10,4	1,6	-17,6	-10,8	20,4	2,4	11,6	-3,2	1,6	2,8
	<i>r</i>	0,34	0,18	0,32	0,04	-0,29	-0,14	0,32	0,04	0,18	-0,07	0,04	0,08
	<i>C_v</i>	0,90	0,81	0,49	0,51	0,44	0,60	0,75	0,80	0,83	0,81	1,01	1,03
Губа	мм/10 лет	-0,8	1,0	1,4	-2,6	-3,1	-1,6	1,2	0,4	-2,2	1,6	-2,3	0,00
	мм/40 лет	-3,2	4,0	5,6	-10,4	-12,4	-6,4	4,8	1,6	-8,8	6,4	-9,2	0,00
	<i>r</i>	-0,10	0,11	0,20	-0,21	-0,17	-0,16	0,08	0,03	-0,12	0,13	-0,18	0,00
	<i>C_v</i>	0,52	0,59	0,39	0,60	0,71	0,56	0,90	0,71	0,61	0,41	0,55	0,51

Как видно из табл. 1, на южном склоне Большого Кавказа однозначное увеличение количества атмосферных осадков за ночь отмечено в июле-сентябре (10-51 мм), а уменьшение – в другие месяцы. На северо-восточном склоне однозначное увеличение осадков отмечено в феврале и сентябре-ноябре, а в Гырызе еще и в январе, марте-апреле и июне-июле месяцах. Но следует отметить, что все эти изменения оказались статистически незначимыми.

В многолетней тенденции изменения количества атмосферных осадков за дневное время не выявлено каких-либо закономерностей временного характера (табл.2). Только в Алтыгагаче уменьшение дневных осадков в апреле месяце (-39,2 мм/40 лет) оказалось статистически значимым ($r = 0,45$). В Гырызе выявленное

увеличение атмосферных осадков в дневное время за январь (6,8 мм/40 лет), март (10,4 мм/40 лет) и июль (20,4 мм/40лет) оказались статистически значимыми. Наряду с этими, статистически незначимое, но количественно существенное уменьшение осадков отмечено на южном склоне Большого Кавказа в июне (-28,8 ...-42,8 мм), а увеличение – в сентябре (38,0-50,7 мм) месяцах.

Для выявления влияния глобальных циркуляционных факторов в изменение сумм атмосферных осадков на рассматриваемой территории была использована хорошо известная типизация Б.Л. Дзердзеевского, данные которой взяты из [3]. По этой типизации выделены следующие циркуляционные эпохи: меридиональная северная (1899-1915 гг.); зональная (1916-1956 гг.);

меридиональная южная (с 1957 г. – по настоящее время). В последней эпохе также выделены следующие подэпохи: одновременное увеличение продолжительности меридиональных северных и южных процессов (1957-1969 гг.); меридиональная южная с повышенной продолжительностью зональных процессов (1970-1980 гг.); быстрый рост продолжительности меридиональных южных процессов (1981-1998 гг.); уменьшение продолжительности меридиональных южных процессов и рост меридиональных северных (с 1999 г. – по настоящее время). Как видно, за период с 1899 г. по настоящее время сменилось 3 циркуляционные эпохи: две меридиональные (с 1899 по 1915 гг. и с 1957 г. по настоящее время) и одна зональная (1916-1956 гг.) Как указано в [2], эта типизация характеризует циркуляционные условия над внетропической зоной Северного полушария, где отражаются основные пути переноса тепла и влаги.

Полученные результаты приведены в табл.

3 и 4. Как видно из табл.3, в теплый период года в рассматриваемых циркуляционных подэпохах соотношение ночных и дневных атмосферных осадков примерно одинаковые. Это показывает, что смена циркуляционных эпох не влияла на соотношение ночных и дневных осадков. Но на южном склоне Большого Кавказа ночные осадки примерно в 2,0-2,6 раза превышают количество дневных осадков, на северо-восточном склоне эти соотношения примерно равны, а между склонами дневные осадки в 1,4-1,6 раз больше ночных сумм осадков.

В холодный период года на южном склоне Большого Кавказа превышение ночных осадков составило примерно 1,2-1,5, а на северо-восточном склоне – 0,9-1,2 раза.

Таким образом, можно констатировать, что смена циркуляционных эпох за последние 40 лет сильно не влияла на временное распределение ночных и дневных сумм осадков на Большом Кавказе.

Таблица 3

Количество атмосферных осадков за ночное и дневное время и их процентные соотношения в теплый период года в различных циркуляционных эпохах

Станция	Показатель	Календарь циркуляционных эпох по Б.Л. Дзедзеевскому, годы					
		1970-1980		1981-1998		1999-2010	
		Ночь	День	Ночь	День	Ночь	День
Алибек	мм	553,2	278,0	569,1	254,8	610,0	300,8
	%	67	33	69	31	67	33
Закачала	мм	408,4	169,3	436,2	166,3	458,3	197,8
	%	71	29	72	28	70	30
Алтыгач	мм	118,6	190,8	114,8	164,9	106,4	150,5
	%	38	62	41	59	41	59
Гырыз	мм	155,7	171,5	162,0	171,3	168,0	182,8
	%	48	52	49	51	48	52
Губа	мм	125,3	152,0	126,8	129,1	123,4	129,6
	%	45	55	50	50	49	51

**МНОГОЛЕТНЯЯ ТЕНДЕНЦИЯ ИЗМЕНЕНИЯ НОЧНЫХ И ДНЕВНЫХ СУММ АТМОСФЕРНЫХ
ОСАДКОВ НА БОЛЬШОМ КАВКАЗЕ (В ПРЕДЕЛАХ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ)**

Таблица 4

**Количество атмосферных осадков за ночное и дневное время и их процентные соотношения в
холодный период года в различных циркуляционных эпохах**

Станция	Показатель	Календарь циркуляционных эпох по Б.Л. Дзержевскому, годы					
		1970-1980		1981-1998		1999-2010	
		Ночь	День	Ночь	День	Ночь	День
Алибек	мм	260,5	182,6	249,2	190,5	253,1	194,1
	%	59	41	57	43	57	43
Закагала	мм	225,5	148,8	222,2	161,4	194,2	165,2
	%	60	40	58	42	54	46
Алтыгач	мм	120,2	123,2	108,7	115,9	122,5	105,5
	%	49	51	48	52	54	46
Гырыз	мм	80,3	65,9	92,6	78,1	105,4	85,6
	%	55	45	54	46	55	45
Губа	мм	129,6	122,3	139,4	130,5	139,5	122,7
	%	51	49	52	48	53	47

ВЫВОДЫ

Наибольшее количество дневных и ночных сумм осадков как в теплый, так и в холодный период года выпадает на южном склоне Большого Кавказа.

В теплое время года на южном склоне термические факторы осадкообразования играли более существенную роль, чем на северо-восточном, а в холодный период года этого различия не видно.

Ни в ночное, ни в дневное время суток рассматриваемого периода не выявлены четкие закономерности в многолетней тенденции их

изменения.

На фоне увеличения продолжительности меридиональных северных процессов в холодный период года превышение ночных осадков над дневными на южном склоне Большого Кавказа составляет 1,2-1,5 раза, а на северо-восточном склоне – эти соотношения примерно равны. В теплый период года на южном склоне превышение ночных осадков над дневными составляет 2,0-2,6 раза, в районе Алтыгач -1,4-1,6 раз, а на северо-восточном склоне примерно равны.

Л и т е р а т у р а

1. Гущина Д.Ю. и др. Связь интенсивности циркуляции в циклонах умеренных широт с аномальными температурами и осадками //Метеорология и гидрология. 2008, №11, с.5-20.
2. Макухин В.Л., Потемкин В.Л., Латышева И.В.,

Шахаева Е.В. Исследование атмосферных осадков на территории Иркутской области. //Электронный журнал "Междисциплинарные исследования в науке и образовании", 2012, №1. URL: www.es.rae.ru/mino/158-1097.

3. **Матвеев Л.Т., Матвеев Ю.Л.** Облака и вихри – основа колебаний погоды и климата. СПб., изд. РГГМУ, 2005, 327 с.
4. **Сафаров С.Г.** Основные этапы создания метеорологической информационной базы в Азгоскомгидромете //Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2002, вып. 170, с. 230-239.
5. **Сафаров С.Г.** Исследование современного состояния климата и оценка влияния его ожидаемых изменений на продуктивность и агроклиматические условия возделывания озимой пшеницы в Азербайджане /Автореф. дис. на соиск. уч. степ. док. геогр. наук, Тбилиси, 2005, 112 с.
6. **Сафаров С.Г., Махмудов Р.Н.** Современные изменения климата и Азербайджан, Баку, изд-во "Зия", 2011, 312 с. (на азерб. языке).
7. **Суркова Г.В., Еремина И.Д., Мордкович П.А.** О влиянии крупномасштабного атмосферного переноса на химический состав и количество атмосферных осадков в центре европейской территории России. //Метеорология и гидрология. 2010, №4, с. 36-44.
8. **Черенкова Е.А., Чернавская М.М.** Воздействие вулканических извержений на циркуляцию атмосферы и осадки в XX веке //Метеорология и гидрология. 2008, №1, с. 77-86.
9. [Электронный ресурс] URL: [<http://www.atmospheric-circulation.ru>]
10. **Элизбарашвили Э.Ш., Элизбарашвили М.Э.** Стихийные метеорологические явления на территории Грузии. Тбилиси, 2012, 107 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ДЕГРАДАЦИИ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ В УСЛОВИЯХ АРАРАТСКОГО РАЙОНА МАРЗА АРАРАТ

Симонян Л.Л., Тамоян С.Дж., Маркосян М.С.

Национальный аграрный университет Армении

ВВЕДЕНИЕ

В результате осуществляемых мероприятий, входящих в систему интенсивного земледелия, агроэкосистемы и их отдельные компоненты подвергаются негативным изменениям. В частности, вследствие механизации и орошения, в почвенной среде имеет место деструктуризация пахотного слоя (распыление), уплотнение подпахотного слоя, смещение мелкозема в глубин-

ные слои почвенного профиля, ухудшается агрофизическое состояние почвы, а в результате необоснованного удобрения почв происходит потеря гумуса, а также питательных минеральных веществ, что проявляется в снижении производительности почв и способности их к восстановлению.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для предотвращения явлений деградации почв и сохранения эколого-экономического состояния необходимо снизить нагрузку на агроэкосистемы и на ее отдельные компоненты, в частности антропогенную нагрузку на почву, одним из главных оценочных показателей которой является ее гидромелиоративное состояние.

Материал и методика исследования. Для оценки антропогенной нагрузки на орошаемые лугово-бурые почвы пахотных земель на территории Таперакана Араратского марза, приняв за основание результаты относительно агрохимического состояния почвы [2], было исследовано ее гидромелиоративное состояние (скорость водопоглощения, контурной линии (границы) просачивания воды, количество водостойких агрегатов, структурное состояние) путем сравнения с адекватными данными необрабатываемой почвы (межа, которая после землеустроительных работ продолжительностью более 70 лет больше не обрабатывалась и пришла в свое изначально естественноподобное состояние). Скорость водопоглощения и граница просачивания определялась с помощью установки колец (металлических колб диаметром 25 и 50 см), а водостойкие агрегаты – методом Савинова [1, 3].

Обсуждение результатов. Гидрофизические свойства почвы обусловлены рядом факторов, в том числе и структурой почвы, ее механическим составом (водостойкие агрегаты), содержанием гумуса, карбонатов и др.

Важным критерием физической деградации являются изменения, произошедшие в структуре обрабатываемой почвы и отдельных агрегатах.

Результаты исследования водопроницаемости почвы показали, что на необрабатываемых почвах она не так уж велика – 89,5 см за 4 часа, однако для возделываемой почвы данный показатель еще ниже – всего 28,0 см, что составляет всего 31,3 % необрабатываемых почв (таб. 1). При чем, если в необрабатываемой почве в течение первого часа влага распространяется в пределах горизонтов А1-А2, то в обрабатываемых – едва на пол глубины горизонта Ав. Данный показатель чрезвычайно нежелателен для пахотных земель, указывая на то, что при орошении почвы вода не охватывает полностью даже пахотный слой. А в случае обильных осадков, или при быстром снеготаянии, поверхностные стоки и смыв почвы неизбежны (данное явление наблюдается довольно-таки часто).

Таблица 1

Показатель водопроницаемости почв

Экспериментальный участок	Время наблюдения				Всего за 4 часа
	1-ый час	2-ой час	3-ий час	4-ый час	
Необрабатываемая почва (естественное состояние)	38,2	18,6	17,3	15,4	89,5
Пахотная почва	9,1	7,3	6,0	5,6	28,0

Таблица 2

Водостойкие агрегаты почв в сухом и влажном состояниях

Экспериментальный участок	Генетический горизонт, см	Количество агрегатов (%), размер (мм)									
		В сухом состоянии					Во влажном состоянии				
		10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1
Необрабатываемая почва (целина)	A ₁ 0-22	8,6	8,8	14,6	12,2	21,2	9,6	5,7	10,2	12,5	15,5
	A ₂ 22-47	7,2	15,0	14,8	10,4	17,0	12,5	3,7	11,7	19,1	19,1
Пахотная почва	A ₁ 0-20	6,9	4,6	3,7	13,9	1,3	0,1	0,8	0,4	0,2	0,5
	A ₂ 20-45	8,0	7,6	10,6	9,2	21,4	7,0	2,9	11,1	2,8	26,9

Данную картину водопроницаемости можно полностью объяснить содержанием водостойких агрегатов. Очень характерное распространенное явление – резкое снижение количества водостойких агрегатов в обрабатываемой почве, по сравнению с целиной, что также было отмечено в наших исследованиях. При этом, оно особенно заметно для агрегатов размером более 2 мм (табл. 2). Безусловно, в первую очередь это результат уменьшения содержания гумуса на 0,4%. В условиях орошения, сформировавшиеся под давлением сельхозтехники водостойкие агрегаты в условиях продолжительной насыщенности капиллярной влагой быстро деструктируют, так как они представляют не совокупность естественных структурных форм, а сжатую, лишенную внутренней адгезивности, пылеобразную массу, сформировавшуюся под воздействием внешней силы.

Согласно результатам исследования, сумма соотношений агрегатов, определенных в сухом и влажном состояниях в слое A₁ необрабатываемого участка, составляет 6,17; а в A₂ – 7,92. В почвенном горизонте A₂ на участке пашни адекватная величина составляет 8,82; в то время как в слое A_в картина резко изменяется и дан-

ный показатель составляет всего лишь 0,68. Это означает, что строение пахотного слоя нарушено, агрегаты распылены. При чем, это явление проявляется именно в пахотном слое, так как в последние 20 лет здесь, как впрочем и по всей республике в целом, на практике проводится только поверхностная обработка пашен. Чуть высокий по сравнению с целиной, вышеуказанный показатель слоя A₂ обрабатываемых земель, по всей вероятности, обусловлен накоплением мелкозема в результате его выноса с оросительной водой с горизонта A_в пахотного слоя в нижний горизонт, о чем свидетельствует увеличение 2-1 мм-ых фракций до 26,9%-ов. Результаты исследования контурной линии (границы) инфильтрации воды дают полную картину гидрофизического состояния почвы. Так, если в необрабатываемой почве просачивание воды происходит почти равномерно по всему почвенному профилю, то на границе горизонтов A пахотной почвы вода всасывается медленно, чем и обусловлено ее преимущественно горизонтальное распространение (схема 1), что лишний раз подтверждает уплотнение подпахотного слоя и распыление пахотного.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ДЕГРАДАЦИИ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ В УСЛОВИЯХ АРАРАТСКОГО РАЙОНА МАРЗА АРАРАТ

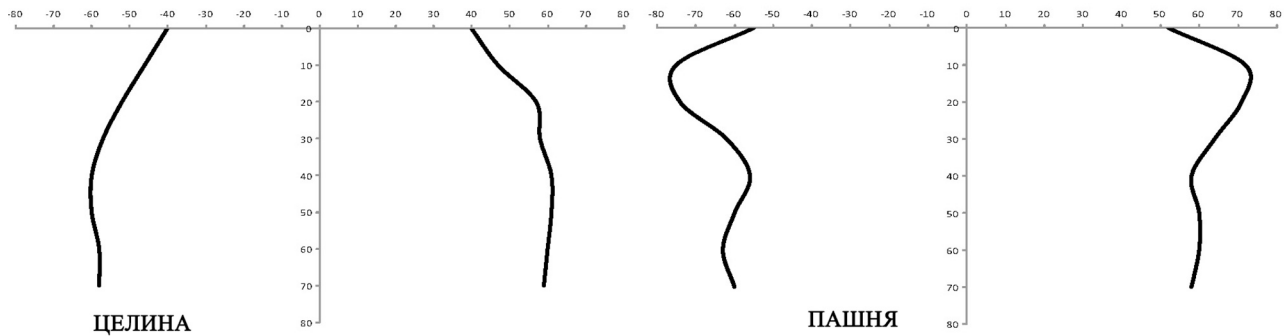


Схема 1

В результате продолжительной обработки пахотной почвы агрегаты теряют свою изначальную форму. Пористая и богатая разветвленной сетью капилляров структура целины разрушается, превращаясь в наполненные мелкодисперсионными частицами полости-трещины. Такая среда, несомненно, благоприятна для инфильтрации атмосферных осадков и оросительной воды, а также загрязняющих веществ, содержа-

щихся в них. Однако, подобная структура пор почвы одновременно способствует потере влаги при испарении, препятствуя ее сохранению, эффективному использованию, а также активному разрастанию корней растений. Кроме того, крупнопористая среда легко уплотняется под воздействием давления сельскохозяйственной техники.

ВЫВОДЫ

Основываясь на результатах исследования гидромелиоративного состояния почв, сделаны следующие выводы:

- в результате продолжительной механизированной обработки и без того невыраженная структура почвы пашен, особенно в пахотном слое, нарушилась и расплылась, а количество водостойких агрегатов по сравнению с необрабатываемой почвой уменьшилось – от 15,5% до 0,5%;
- под давлением колес и гусениц сельхозтехники подпахотный слой уплотнился, и водопроницаемость пахотной почвы, по сравнению с целинной, снизилась на 68,7%, а протяженность горизонтальной контурной линии

- просачиваемости воды возросла в 1,5 раза;
- в агроэкосистеме наличествует физическая деградация пахотных земель, что является следствием антропогенной нагрузки;
- улучшение гидромелиоративного состояния почвы является безотлагательным требованием, являющимся одним из важнейших мероприятий, направленных на уменьшение антропогенной нагрузки, улучшение экофункции агроэкосистемы, а также обеспечение стабильности, которая может быть достигнута путем минимальной обработки почв, с применением органических удобрений и наиболее эффективной новейшей техники.

Л и т е р а т у р а

1. **Козлова А.А.** Учебная практика по физике почв. Учебно-методическое пособие, 2009.
2. **Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.** Методы исследования физических свойств почв. 1986.
3. **Симонян Л.Л., Маркосян М.С., Саргсян Г.Ш.**

Влияние различных минеральных мелиорантов на фоне биогумуса на биологическую активность бурых полупустынных почв. //Агротитютюн, 3-4/2013, с. 148-152.

მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანის სასოფლო-სამეურნეო მიზნით გამოყენებისათვის მიმდინარე ექსპერიმენტის მიმოხილვა

თამრიკო სუპატაშვილი
Email: tamunasupatashvili@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, 0162, თბილისი, საქართველო

შესავალი

კავკასიაში, კერძოდ საქართველოში, გლობალური დათბობისა და მაღალი ენერგეტიკული კლასის ტექტონიკურმა პროცესებმა მნიშვნელოვნად გაართულა მაღალმთიანი ზონების გრავიტაციული მდგრადობა. ღვარცოფების მაფორმირებელ კერებში დაგროვდა დიდი რაოდენობის მყარი მასალა, რომელიც მზადაა გააქტიურებისთვის. განსაკუთრებით მძიმე ვითარებაა კახეთის რეგიონში, მდინარე დურუჯის სათავეებში, სადაც ინტენსიური, ეგზოგენური პროცესების შედეგად დაგროვდა მილიონობით კუბური მეტრი კლდოვანი ქანების ნაშალი. ხეობაში პერიოდულად ვითარდება დამანგრეველი ძალის ღვარცოფული პროცესები, რაც საშიშროებას უქმნის ქალაქ ყვარელს და მიმდებარე ტერიტორიებს [1].

მდინარე დურუჯი – ალაზნის მარცხენა შენაკადი, გაედინება ქ. ყვარელზე. იქმნება შავი და თეთრი დურუჯის შეერთებით კავკასიონის სამხრეთ კალთაზე. შავი დურუჯი იწყება მთა შავი კლდიდან, თეთრი დურუჯი – მთა ნინიკასციხის სამხრეთ კალთაზე. სიგრძე 27 კმ, აუზის ფართობი 103 კმ. ზემო დინებაში აუზი მარაოსებრია.

ხეობის ძლიერ დახრილი ფერდობების ზედა ნაწილი და ფსკერი მოგებულია თიხა-ფიქლების დაქუცმაცებული პროდუქტების სქელი ნაყარით, კალაპოტი ნაყარშია ჩატრილი. შუაწელში ხეობა ყუთის ფორმის ვიწრობს წარმოადგენს და ტყით არის შემოსილი. კალაპოტი კლდოვანი, ჩანჩქერიანი და ჭორომიანი აქვს. ქვემო დინებაში აუზი შედარებით ფართოა. ქალაქ ყვარლის მიდამოებში ხეობის ფსკერი მთლიანად უკავია გამოზიდვის კონუსს, რაზედაც მდინარე იტოტება ყვარელს ქვემოთ და რამდენიმე დელის სახით მიემართება ალაზნისკენ [2].

დურუჯი ძირითადად საზრდოობს თოვლის და წვიმის წყლით, წყალმცირეა – საშუალო წლიური ხარჯი შეადგენს 1,06 მ³/წმ. ხასიათდება წყალმოვარდნის რეჟიმით. დურუჯის ზემო დინებაში პერიოდულად იქმნება ტიპური სტრუქტურული ღვარცოფი, რომლის დროს ხარჯმა შეიძლება 200 მ³/წმ და მეტს მიაღწიოს. მთებიდან გამოაქვს კოლოსალური რაოდენობით ტალახად ქცეული მყარი მასალა და დიდ საფრთხეს უქმნის ქალაქ ყვარელს [3].

ძირითადი ნაწილი

კატასტროფული ქვა-ტალახოვანი ნაკადები, მდინარე დურუჯის ზედა კალაპოტში 12-14 წლის პერიოდულობით ყალიბდება. ეს

დიდი ზომის ქვა-ჩანართებით სავსე ნაკადები, მოძრაობენ რა 80-100 კმ/სთ სიჩქარით და 20-25 მ სიმაღლის ფრონტით, მაღალი

*სამეცნიერო ხელმძღვანელი – პროფ. გ. გავარდაშვილი

ხვედრითი წონის (2,0-2,3 ტ/მ3) გამო ადვილად ძლევენ და ანგრევენ ნებისმიერ წინაღობას. ამ ტიპის ე.წ. სელურმა ნაკადმა 1899 წელს მდინარე დურუჯის სათავიდან, ყვარელში ჩამოიტანა 224 ტონა წონის ლოდი, რაც უნიკალურ მოვლენად მიიჩნევა და საქართველოს წითელ წიგნშია დაფიქსირებული.

ღვარცოფულმა ნაკადმა 1949 წელს 250 ადამიანი იმსხვერპლა. მართალია, შემდეგ აგებულია 6,5კმ. სიგრძის დამცავმა დაბამ ქალაქი დაიცვა 1962-1963, 1974-1975, 1987, 1999 წლების მძლავრი ღვარცოფული პროცესებისაგან, მაგრამ დროთა განმავლობაში, განსაკუთრებით მისი, სათავე კვანძის სამშენებლო-საექსპლუატაციო სამუშაოების შეწყვეტის გამო იგი მწყობრიდან გამოვიდა. ამჟამად, ამორტიზებულია დამცავი დაბის მონაკვეთი, რომელიც ყვარელთან საშიშ დონემდე – თავად ქალაქის ნიშნულზე 10-12 მეტრით მაღლაა აწეული.

აღნიშნულ საკითხთან დაკავშირებით 2000 წელს გამოვიდა პრეზიდენტის №81 განკარგულება „ქალაქ ყვარლის, მისი მოსახლეობისა და მიმდებარე ტერიტორიების, მდინარე დურუჯის ნაკადებისაგან დაცვის ღონისძიების შესახებ“. ხოლო ამავე წლის №323 დადგენილებით, ყვარლის ტერიტორია და მდინარე დურუჯის ხეობა საგანგებო ეკოლოგიური მდგომარეობის ზონად გამოცხადდა.

1990 წლის შემდეგ მდინარე დურუჯის კალაპოტი არ გაწმენდილა. ბოლო 20 წლის განმავლობაში ჩამონატანი დაგროვდა და დამცავი გაბიონები მთლიანად დამარხა. ამ დროისთვის მდინარე დურუჯი იმაზე მაღლა იმყოფება, ვიდრე ყვარლის დასახლებული ტერიტორია. პატარა წყალდიდობის შემთხვევაშიც კი მოსალოდნელია, რომ მდინარე დაზიანებულ ნაპირს გაარღვევს და ყვარელს წაღვეკავს.

დურუჯმა ყვარელი პირველად 1832 წელს დაანგრია. მომდევნო ტრაგედია 1904 წელს დატრიალდა, მდინარემ ქალაქი წაღვეკა და სახლებიდან აკენიანი ბავშვები გაიტაცა.

1906 წელს, ილია ჭავჭავაძის თაოსნობით დამცავი დამბები აშენდა, რაც ქალაქს 1949 წლამდე იცავდა. 1949 წელს მოვარდნილმა დურუჯმა მთელი საბჭოთა კავშირი შეძრა. ღვარცოფი თავს დაატყდა ე.წ. „ყაზარმას“, რომელშიც ბერლინის აღებაში მონაწილე სამხედრო საავიაციო ნაწილი იყო განლაგებული. სულ რამდენიმე წუთში სტიქიამ 54 პილოტის სიცოცხლე იმსხვერპლა. დაიღუპა დიდძალი პირუტყვი, განადგურდა მიმდებარე ვენახები და ბაღ-ბოსტნები.

მდინარეს ყოველწლიურად 500 ათასი კუბური მეტრი ნატანი ჩამოაქვს, რის გამოც კალაპოტი სულ უფრო მაღლა იწევს. თელავის გზაზე არის 20 წლის წინ აგებული ხიდი, რომლის თავდაპირველი სიმაღლე 10 მეტრი იყო. ამჟამად მდინარის ტალღები ლამის ხიდს ურტყამს. მდინარის ირგვლივ ზვინულის მოცულობა დაახლოებით 12 მილიონ კუბურ მეტრს, ფაქტობრივად, პატარა მთას შეადგენს. ეს მთა ყვარელს წაღვეკვისგან იცავს, მაგრამ ძლიერი წყალმოვარდნის პერიოდში, შესაძლებელია ყვარლისკენ დაიძრას და ქალაქს გამოუსწორებელი ზიანი მიაყენოს.

ცნობილია, რომ თუ არა მდ. დურუჯის ღვარცოფული გამონატანი საქართველოში არ იარსებებდა ღვინო „ქინძმარაული“. აღნიშნული კოლოიდური ნატანი ხასიათდება ისეთი უნიკალური შედგენილობით, რომელიც სპეციფიკურ გარემოს უქმნის მდინარის მიმდებარედ გაშენებულ ვაზს. აღნიშნული მიკროზონის ტერიტორიის ნიადაგური მახასიათებლები, ჩატარებული კვლევებიდან გამომდინარე, შესაძლებლობას იძლევა ვაზის ჯიში საფერავი გამოყენებულ იქნეს ღვინო „ქინძმარაულის“ წარმოებისათვის.

„ქინძმარაული“ ადგილწარმოშობის დასახელების, კონტროლირებადი უმაღლესი ხარისხის წითელი ბუნებრივად ნახევრადტკბილი ღვინოა. იგი მზადდება საფერავის ჯიშის ყურძნისაგან. ღვინო „ქინძმარაული“ ხასიათდება მუქი ბროწეულისფერი შეფერვით, გემოზე ჰარმონიული, სრული, ხავერდოვანი, დახვეწილი, სასიამოვნო სიტკბოთი, ხილის ტონებით და ჯიშური არომატით.

„ქინძმარაულის“ ღვინომასალის მისაღებად არსებული ტერიტორია შიდა კახეთის ნაწილს მოიცავს და მდინარე ალაზნის მარცხენა, მეორე ტერასაზეა წარმოდ-

გენილი, მისი შენაკადი მდინარეების: დურუჯის, ბურსის, ჩელთის, ინწობას, ავანისხევის და შოროხევის მარჯვენა და მარცხენა მხარეს.



სურ. 1. მდ. დურუჯის ხეობა

მდ. დურუჯის ჩამონახიდ მოშავო ფერის ფიქალების ზედაპირზე, დღის განმავლობაში ტემპერატურა მეტია. მოშავო ფერის ნიადაგის ზედაპირზე დაცემული სხივური ენერგიის არეკვლის ნაკლები უნარი (15%) გააჩნია. ენერგიის მეტი შთანთქმის შედეგად, ნიადაგის ტემპერატურა იზრდება. ამ ნიადაგებზე გაშენებულ ვენახს 20% მზის სხივების არეკვლის უნარი ახასიათებს.

ანალიზის მონაცემებიდან გამომდინარე, აღნიშნული ნიადაგები მექანიკური შედგენილობით ძირითადად თიხნარებს მიეკუთვნება (იხ. ცხრ. 1). გამონაკლის შემთხვევებში კი მსუბუქი თიხიანობით ხასიათდება.

ჰუმუსის შემცველობის მიხედვით ძირითადად საშუალო მაჩვენებლით ხასიათდებიან. ჰიდროლიზური აზოტი ძირითადად მცირე და საშუალო რაოდენობითაა წარმოდგენილი და 9,36-2,24 მგ-ის ფარგლებშია 100 გ ნიადაგში. ხსნადი ფოსფორით მეტწილ შემთხვევებში ძალზე ღარიბია და მხოლოდ კვალის სახითაა წარმოდგენილი. ასევე დაბალია გაცვლითი კალიუმის შემცველობაც და 17,0-2,0 მგ-ის ფარგლებშია 100 გ ნიადაგში. ნიადაგის არეს რეაქცია

(pH) ნეიტრალური და სუსტი ტუტეა და pH-ის მაჩვენებელი 5,8-7,6-ის ფარგლებშია. ჩატარებული იქნა მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური მასის სილიკატური ანალიზი, რომლის შედეგებიც მოცემულია ცხრილი 2-ში (ქიმიური ელემენტების შემცველობა მოცემულია %-ში).

აღნიშნული ნიადაგური მახასიათებლები, ჩატარებული კვლევებიდან გამომდინარე, შესაძლებლობას იძლევა ვაზის ჯიში საფერავი გამოყენებული იქნეს ღვინო „ქინძმარაულის“ წარმოებისათვის.

მიმდინარე კვლევის მიზანია მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანის გამოყენება საფერავის ჯიშის ყურძნის წარმოებისათვის საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში. კვლევის პირველ ეტაპზე შეირჩა საექსპერიმენტო ფართობები: გარდაბნის რაიონი – სოფ. გამარჯვება, გორის რაიონი – სოფ. კარაღეთი და ბაღდათის რაიონი – სოფ. ობხა. ასევე დაკვირვებები მიმდინარეობს ყვარლის რაიონში მდებარე ვენახზე, რომელშიც დამატებით შეტანილია მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანი.

ცხრილი 1

ღვინო „ქინძმარაულის“ ქიმიური მონაცემები

ქიმიური მაჩვენებელი	შემცველობა
მოცულობითი სპირტ შემცველობა	10,5-12,0 %
შაქრების მასიური კონცენტრაცია	30-50 გ/დმ ³
ტიტრული მჟავიანობა	5-7 გ/დმ ³
აქროლადი მჟავიანობა	არა უმეტეს 1,2 გ/დმ ³
დაყვანილი ექსტრაქტის მასის კონცენტრაცია	არანაკლებ 20 გ/დმ ³
გოგირდოვანი მჟავის საერთო მასის კონცენტრაცია	არა უმეტეს 210 მგ/დმ ³
თავისუფალი გოგირდოვანი მჟავის კონცენტრაცია	არა უმეტეს 30 მგ/დმ ³

ცხრილი 2

მდინარე ღურუჯის ღვარცოფული მასის მექანიკური შემადგენლობა

№	ფრაქციის ნომერი (მმ)	წონა (კგ)	პროცენტული შემცველობა (%)
1	ქვები >30	116,0	42,0
2	ღორღი 30-10	48,9	17,7
3	ხრეში და მსხვილი სილა (10-1)	43,4	15,7
4	წვრილმარცლოვანი: (1-0,05) (0,05-0,005) (0,005-0,001) < 0,001	68,0	24,6 8,4 8,8 4,0 3,4

ცხრილი 3

მდინარე ღურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური მასის სილიკატური ანალიზის შედეგები

Si O ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ti O ₂	Ca O	Mg O	MnO	Na O	K ₂ O
49,5	27,0	12,02	0,29	0,90	2,90	0,80	1,08	5,60



სურ. 2. საცდელი პოლიგონი (ბაღდათის რაიონი სოფ. II ობჩა)

შერჩეულ ფართობებზე წინასწარ მომზადდა შესაბამისი სიღრმის ორმოები, რომლებშიც შეტანილ იქნა ზემოთ მითითებული პროპორციებით მომზადებული ნიადაგი – ნატანის ნარევი, რის შემდეგაც დაირგა საფერავის ჯიშის ვაზის ნერგები.

უბანი	უბანზე შეტანილი ნატანის რაოდენობა %
I	20
II	40
III	60

დასკვნა

ჩვენს მიერ განხორციელებული კვლევები საფუძველს დაუდებს მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური ნატანის გამოყენებას სასოფლო სამეურნეო მიზნებისათვის, რაც თავის მხრივ გაზრდის

მოთხოვნას ნატანზე. აღნიშნულიდან გამომდინარე გაიზრდება ნატანის ამოღება კალაპოტიდან, რაც დადებითად აისახება მდინარის ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე.

ლიტერატურა

1. **გავარდაშვილი გ.** ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების პროგნოზირება მდინარე დურუჯის აუზში და მათთან ბრძოლის საინჟინრო ეკოლოგიური ღონისძიებები. თბილისი. „მეცნიერება“, 2003.
2. **გავარდაშვილი გ. ჩახაია გ.** მდინარე დურუჯის აუზში არსებული ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასება. //საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ბიულეტენი. თბილისი. ტ. 166, №1. გვ. 174-177.
3. **Gavardashvili G.V., Bylal Ayyub.** The Field Investigation of Erosion and Debris Flow Processes in Catchment Basin of the Duruji River. //Word Debris Flow Associations, Padua University (Italy). 5th International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation, Mechanics, Prediction and Assessment. Padua, ITALY. pp. 63-71.

PREDICTION OF SPRING FLOODS FLOW VOLUMES IN RIVERS OF THE REPUBLIC OF ARMENIA, VALUES OF MAXIMUM DISCHARGES AND ESTIMATION OF PREDICTION JUSTIFICATION

Vache Tokmajyan

National Polytechnic University of Armenia
Teryan str. 105, 0009, Erevan, Armenia

Taking into consideration scarce water resources of the Republic of Armenia as well as their expected variations under climate change - water resources management, regulation, and effective use become imperative. Related to this and by development of water-power engineering, water industry, irrigation, and of water supply systems are finally determined by rivers' specific regimes, over-year observations show increase in demand for floods predictions carried out in a variety of ways.

Appreciated economic value is characteristic especially for hazardous and unfavorable hydrological events, particularly spring floods maximum discharge early warnings which promote protectability of people and businesses, life, health and property of people and reduce threatening flood hazard, which proceed from provisions of RA hydrometeorological safety concepts.

Spring floods are one of the main stages of RA rivers water regimes, which usually have mixed sources of feeding and in that period though rivers having different feeding sources runs from 28% to 80% of the annual flow, the value of which is conditioned by influence of individual rivers' storage basins local factors [1].

Characteristics of spring floods flow volumes and maximum discharges are conditioned by peculiarities of predicted hydrometeorological actual conditions in pre-winter (September – November), winter (December – March) months and flooding period (April – June).

Let us now represent volumes of spring floods flow recorded in 2012 and 2013, and analysis of hydrometeorological data conditioning maximal discharges in rivers as well as climate change forecast for flooding period.

Below is the distribution pattern of precipitations expected in 2012 pre-winter spring floods period:

- in September – amount of monthly precipitation in most parts of regions was below normal (40-80%), except Aragatsvotn and Vayots Dzor provinces,
- in October – it was close to normal, except Ararat, Vayots Dzor and Syunic provinces (where it was above the normal),
- in November – in most parts of regions it was below the norm (40-80%), except Gegharcunic, Vayots Dzor and Syunic provinces,

The average air temperature in the pre-winter period:

- in September and October in most parts of regions was close to norm,
- in November it was below the normal by 3-6 degrees.

The distribution pattern of precipitations:

- in December the amount of monthly precipitations was substantially below the norm making up 15-60% of the norm,
- in January it was basically below the norm, in mountainous regions making up 70-90% of the norm, in Ararat Valley- 30-50%
- in February precipitations principally exceed the norm, only in Lory and Tavush provinces it was below the norm, being 80-85% of the norm,
- in March the amount of precipitations in most parts of regions was below the norm, except Gegharcunic, Syunic, Ararat and Armavir provinces where the norm was outnumbered.

Wintertime month's temperature deviations from their norms are:

- in December – below the norm by 2-3 degrees

(in Lori, Tavush, Vayots Dzor provinces and Siunic submontanes – by 0.5-1.0 degree,
– in January – above the norm by 1 - 4 degrees,
– in February – below the norm by 1 -3.5 degrees,
– in March – below the norm by 1.1-4.5 degrees.

Snow cover. On the territory of the Republic of Armenia spring floods flow volume and maximum discharge magnitude depends upon snow amount accumulated in the period preceding the floods, as well as thermal and humidity conditions. In mountainous regions accumulated precipitation in the form of snow is considered the main feeding source of rivers. Water-supply in the form of snow, as a rule, depends on the duration of snow accumulation that is cold weather duration. For that reason the full-value data on snow cover is of great importance for carrying out forecasts.

As of 2012 February third decade in the country territory saw stable snow cover with the exception of Bagratashen, Ararat and Meghry regions. As of 25 of March snow cover depth was 139cm in Aragats high-altitude station, 118cm in Amberd, 103cm in Jermuk, 135cm in Vorotan pass, 87cm in Hrazdan, 70cm in Aparan, 53cm in Fantan, 76cm in Ashotsc, etc.

On the basis of comparison of the snow depth and known norms it became clear that the depth 2.0-3.0 times exceeds the norm in most of regions.

According to prediction of hydrometeorological conditions the average air temperature in floods period (April – June) is expected above the line and magnitude of monthly precipitations is predicted below the line.

Thus, pre-winter hydrometeorological conditions in formation of floods flow will have describing effect, winter hydrometeorological conditions in formation of floods flow will have positive effect, and floods period hydrometeorological conditions under prediction in formation of floods flow will have positive effect.

Precipitations distribution pattern in 2013 spring floods pre-winter period is represented below:

In September – the amount of monthly precipitations in most part of regions was within norms – 80-100%, except Tavush, Gegharcunic and Vayots Dzor provinces, where the norm was outnumbered

at 130-180%, and Ararat and Lori provinces, where it was essentially below the line – 35-75%.

In October everywhere it was below the line and made up 20-90%, except Shirak and Lori provinces making up 120-125%, in November again everywhere it was below norm making up 35-80%.

In pre-winter period the average air temperature everywhere was above the norm. Thus,

- in September by 0.5-1.5 degree,
- in October by 2.5-3.5 degree,
- in November by 1.5-3.0 degree.

Hydrometeorological conditions in wintertime.

Precipitations distribution pattern in the winter period:

- in December and January the amount of monthly precipitations everywhere was above the norm at 120-230%,
- in February the amount of monthly precipitations was below the norm in northern regions making up 30-80%, in Siunic and Ararat provinces made up 110-150% of the norm, and in the rest of regions it was close to the norm,
- in March (as of 20.III) the amount of precipitations was below the norm in Armavir and Siunic provinces, making up 50-55% of the norm, and in the rest of regions it was close to the line with positive deviations.

Deviations of winter month's temperatures from their norms are:

- in December were in the main within the norm with a certain positive deviations,
- in January, February and March everywhere were above the norm.

Prediction of hydrometeorological conditions for the flooding period:

The average air temperature is expected to be one degree higher of the norm.

Snow cover. As of 20 December in the Republic of Armenia territory almost everywhere, except Tavush and Siunic provisions, and Ararat Valley low areas there was snow cover. In December almost everywhere the snow depth 1.5-3.0 times exceeds the norm.

In January everywhere in Armenia there was stable snow cover, except low areas.

From comparison of January snow depth

values it becomes clear that accumulated snow depth almost everywhere 105-2.5 times exceeds the norm, however in some regions the snow depth was below the norm (Shorzha, Gavar, Urtsadzor, Ashtarak, Eghvard, Artashat, Sisian).

In February up to 1500m altitudes of Lori and Tavush provinces, in Ararat Valley and Siunic province low areas there was no snow cover, in Shirak province it exceeded the norm 1.5-2.0 times, Lake Sevan basin it was below the norm (except in Sevan – 220%, in Semionovka – 189%), in

Amberd, Aragats, Ananun pass, Tsakhkahovit, Hrazdan the norm was exceeded by 130.-190%. In other regions of Armenia it was either below the norm, or was within it.

As of 20 March snow cover above 1800m altitudes was, in the main, maintained. In Pushkin pass, Fantan and Aparan the snow depth was 11-15cm, in Anasia, Ashotsc, Hrazdan, Semionovka, Ananun pass, Jermuk – 47-60cm, in Amberd – 87cm, in Aragats high-altitude station – 202cm.

CONCLUSIONS

Accumulated snow reserves in river basins depending on hydrometeorological conditions in a flooding period will cause essential flow volumes.

Thus, in the pre-winter period in formation of hydrometeorological conditions have decreasing effect, hydrometeorological conditions in winter period in formation of flow in April-June months have positive effect, and predicting hydrometeorological conditions in flooding period in formation of floods flow should have positive effect.

Now let us consider the technique used in prediction of spring floods and maximum discharges. General theoretical base for development long-term forecast floods flow techniques is the river basin's water balance equation. Peculiarity of setting up an equation for mountain reservoirs water balance is that, that water balances of rivers having their rise in the mountains should be discussed according to altitudes, for snowmelt in mountains continues several months and it is different at different altitudes and in different time, in addition depending on the altitude conditions of area-dependent snow accumulation and distribution pattern differ strongly.

Taking into account peculiarities of natural distribution of flow-forming factors, for spring floods period the water balance equation depending on altitudes can be written as [2]

$$Y = \sum_{i=1}^n S_{if_i} + \sum_{i=1}^n X_{1,if_i} + \sum_{i=1}^n X_{2,if_i} + \sum_{i=1}^n h_{GL} f_{GL}^i - \sum_{i=1}^n E_{SS,if_i} - \sum_{i=1}^n E_{GR,if_i} - \sum_{i=1}^n E_{T,if_i} \pm \Delta_{GR} \pm \Delta_R \pm \Delta_H \quad (1)$$

where Y is the flow of spring floods including

stable underground base flow, S is water reserve in snowmelt, i is index means high-level belt, n is the total numbers of belts, X_1 is the amount of precipitations on snow surface during snowmelt, X_2 is the amount of precipitations from the disappearance of the snowpack to the end of spring floods in the design section of the river, h_u is melting layer of glaciers and perennial snow, E_{SS} is evaporation from snow surface (minus condensation), E_{GR} is evaporation from the ground, E_T is transpiration and evaporation of humidity stored in forest foliage, f_i is the area of high-level belts, Δ_{GR} is the change of ground waters reserves, above the layer conditioning the base flow, Δ_R is the change of reserves conditioning the base flow, Δ_H is the change of humidity reserve infiltrated into the ground and soil.

This equation, certainly, is a fitted one, as far as many members expressing, for an example, communication between adjacent reservoirs, water reserve change in canals, residual melting water in some sections of a reservoir, and a number of other members are missing. It should be noted that these members effect is negligible small. Many members of the equation, so far, cannot be measured or calculated, for this reason in developing practical methods for floods flow prediction the equation is replaced by rough correlation (including multifactor) between the flow and key factors specifying the flow. Prediction methods developed by this way are accepted to term as physic-statistical, which exactly became foundation for prediction of 2012 and 2013 spring floods flow components.

To predict spring floods flow volumes discharges of rivers water and multifactor regression correlation between their basins weather stations atmospheric precipitations and the air temperature observations data, which in operative actions were put in early trial and on the whole highly justified predictions have been obtained.

Some of the above correlations are

$$W_{IV-VI Dzor.Gor.} = -122 + 4.92Q_{II} - 1.39Q_{III} + 0.44\sum X_{Tash.IX-III} + 0.48\sum X_{Van.XII-III} + 192K_{Van.IV-VI} + 2.58T_{Tash.I} - 3.35T_{Tash.II} - 4.45T_{Tash.III} - 8.74\Delta T_{Tash.IV} \quad (2)$$

$$W_{IV-VI Aghstev-Igevan} = -174.3 + 12.9Q_I + 1.31Q_{III.3} + 0.43\sum X_{Sem.XI-III} + 0.24\sum X_{Dil.IX-III} + 133K_{Dil.IV-VI} - 12.7\hat{T}_{XII Igevan} + 13.0\hat{T}_{XII Dil} + 23.2T_{I Dil} - 15.2T_{I Sem.} + 18.4T_{III Dil} - 25.3T_{III Van.} - 0.50\sum T_{Igevan Idr} \quad (3)$$

$$W_{IV-VI Mas.Tsovak} = -26.9 + 1.79Q_{III.3} + 0.05\sum X_{Mri.VII-III} + 0.03\sum X_{Sem.VIII-III} + 0.09\sum X_{Msr.XI-III} + 16.5K_{Sem.IV-VI} - 2.63T_{Msr.I} + 3.09T_{Shrg.III} - 0.92\Delta T_{Msr.IV} \quad (4)$$

$$W_{IV-VI Hraz.Lus.} = -7.42 + 0.15\sum X_{Hraz.XI-III} + 0.16\sum X_{Fan.XII-III} - 5.68T_{Hraz.II} + 3.86T_{Fan.II} + 2.00T_{Hraz.III} \quad (5)$$

$$W_{IV-VI Vorotan.Gor.} = 34.3 + 0.12\sum X_{Jermuk.VII-III} - 0.11\sum X_{Sisian.VII-III} + 0.22\sum X_{Goris.X-III} + 1.15T_{Vorotan.I/ts.k I} - 10.7T_{Jermuk.II} - 2.53T_{Vorotan.I/ts.k III} \quad (6)$$

where W_{IV-VI} is the spring floods flow volume, Q is flow quantity, subscription Roman numeral is the month, and the number is the decade, X is atmospheric precipitations, K is the amount of precipitations in April and June expressed by module factors (the ratio of the precipitations amount in the given periods and the perennial average value of), T is the average monthly temperature and in some formulas the tilde placed over the letter means, that it concerns the month of the previous year, $\sum T_{Igevan Idr}$

is the sum of the average daily positive temperatures. Letters in subscriptions are names of stations.

The key factor determining the maximum discharge values is the flow volume, the large is the

flow volume the large is the maximum discharge value (especially for the rivers having snowmelt feeding).

It should be noted that on quality of maximum discharges prediction techniques affects the fact that in most of observation staitions there are not automatic recorders and in many cases maximum discharges pass not at the time of observations, therefore maximum discharges actual magnitudes are not recorded. In addition on the techniques quality also affect the basin's dimensions, as a rule parallel to the basin's area decrease prediction relations become of low accuracy.

Several rivers maximum discharge prediction's multifactor regression correlations (given below), which presently are used to carry out operative predictions

$$Q_{Hraz.Lus.} = 0.46 - 2.72Q_{III} + 0.70W_{IV-VI} - 0.10\sum X_{Fan.XII-III} + 0.09\sum X_{Hraz.XII-III} \quad (9)$$

$$Q_{\phi^{\circ}\dot{\lambda}\dot{\lambda}\dot{\lambda}} = -5.15 + 0.21W_{IV-VI} + 0.01\sum X_{Sem.VIII-III} + 0.02\sum X_{Msr.XII-III} - 0.16T_{Msr.III} - 0.66\Delta T_{Msr.IV} \quad (10)$$

$$Q_{Vedi.Urtsadzor} = 3.83 + 0.48W_{IV-VI} - 0.03\sum X_{Urtsadzor.X-III} - 0.27T_{Urtsadzor.I} + 2.34T_{Urtsadzor.II} - 2.11T_{Artsh.II} \quad (11)$$

$$Q_{Meghri.Meghri} = 10.3 - 3.18Q_{III} + 0.41W_{IV-VI} + 0.02\sum X_{Qaj.XI-III} + 0.85T_{Qaj.II} - 1.41T_{Meghri.III} \quad (12)$$

On the basis of multifactor regression correlations the obtained predicted spring floods flow volume and maximum discharge magnitudes are tabulated in Table 1 and 2, respectively.

As a result, from tabulated data analysis it has become clear that most of rivers 2012 spring floods volumes and magnitudes of maximum discharges are expected to make up 60-70% of the norm, and 2013 spring floods volumes and maximum discharges magnitudes are expected to make up 80-90%.

Once the spring floods have been ended begins evaluation process of prediction justification. According to currently acting instructions on predictions 2012 and 2013 spring floods flow volume and maximum discharges predictions justification have been assessed. In accordance with these instructions depending on error amount predictions have been classified as *excellent*, *good* and *satisfactory* and the obtained results have been tabulated.

**PREDICTION OF SPRING FLOODS FLOW VOLUMES IN RIVERS OF THE REPUBLIC OF ARMENIA,
VALUES OF MAXIMUM DISCHARGES AND ESTIMATION OF PREDICTION JUSTIFICATION**

Table 1

Prediction of 2012 and 2013 spring floods flow volume as per different rivers

№	River	Observation station	Prediction		Permissible error	Long-term characteristics		
			2012	2013		Minimum	Average	Maximum
1	2	3	4		5	6	7	8
SPRING FLOODS VOLUMES, millon cubic meter								
1	Pambak	Shirakamut	29.0	38.0	11.4	7.52	44.5	87.4
2	Hashighara	Lernapat	17.0	23.0	6.17	11.4	27.0	55.4
3	Tandzut	Vanadzor	23.0	33.0	9.60	11.0	42.3	77.6
4	Dzoraget	Gargarnercev	184	213	44.6	87.3	245	438
5	Tashir	Saratovka	35.0	42.0	13.1	14.7	46.9	91.0
6	Martsiget	Tumanian	27.0	45.0	10.5	10.3	46.6	98.9
7	Aghstev	Ijevan	130	156	44.6	44.2	183	405
8	Getik	Gosh	50.0	57.0	17.1	14.4	70.1	157
9	Paghjur	Getahovit	18.0	25.0	9.90	3.42	33.3	60.9
10	Voskepar	Voskepar	17.0	22.0	8.46	2.70	22.6	55.4
11	Kirants	Acharkut	13.0	11.0	5.24	1.40	18.5	36.7
12	Tavush	Berd	9.00	13.0	5.08	1.55	13.3	34.2
13	Hakhieja	Ajgedzor	40.0	55.0	15.1	9.40	55.0	104
14	Araks	Surmalu	1015	1030	340	633	1562	3149
15	Akhurian	Amasia	52.0	67.0	25.5	35.3	89.6	193
16	Karkachun	Gharibjanian	6.50	9.00	3.56	3.38	12.1	23.6
17	Sevjur	Ranchpar	120	130	44.5	119	210	444
18	Casakh	Vardenis	17.0	25.0	11.2	5.68	25.8	66.8
19	Amberd	Agarak	6.50	8.00	4.00	0.30	8.78	29.6
20	Hrazdan	Lusakert	33.0	48.0	16.0	27.1	54.6	108
21	Marmarik	Hancavan	23.0	35.0	8.80	9.53	39.1	68.6
22	Azat	Garni	53.0	62.0	16.0	36.3	77.2	155
23	Vedi	Urtsadzor	37.0	35.0	10.8	12.8	40.4	76.0
24	Arpa	Jermuk	53.0	85.0	16.4	46.2	97.4	166
25	Arpa	Eghegnadzor	81.0	130	51.7	27.0	145	352
26	Arpa	Areni	165	210	90.2	51.0	250	612
27	Elegis	Shatin	82.6	106.2	36.2	34.4	118	255
28	Meghri	Maghri	35.0	53.0	19.1	18.3	56.5	115
29	Vorotan	Gorhajc	47.0	55.0	15.3	28.9	63.7	113
30	Tsghuk	Tsghuk	27.0	30.0	11.4	15.8	36.7	88.4
31	Gorisget	Goris	3.00	4.00	2.00	1.99	4.69	12.4
32	Dzgnaget	Tsovagiugh	18.0	22.0	6.67	8.10	26.2	54.3
33	Masrik	Tsovak	29.0	32.0	6.31	17.8	37.2	70.9
34	Martuni	Geghhovit	28.0	29.0	7.31	16.3	32.4	64.5
35	Gavaraget	Noratus	31.0	35.0	6.00	25.0	41.8	73.0

*April-August flow prediction and characteristics

Table 2

Prediction of 2012 and 2013 spring floods maximum discharge magnitudes as per different rivers

№	River	Observation station	Prediction 2012		Permissible error 2013	Long-term characteristics		
			2012	2013		Minimum	Average	Maximum
1	2	3	4		5	6	7	8
Magnitudes of maximum discharges, cubic meter per second								
1	Pambak	Shirakamut	13.0	17.0	5.90	5.50	19.5	45.6
2	Hashighara	Lernapat	7.50	9.00	2.52	3.90	9.90	24.3
3	Tandzut	Vanadzor	11.0	15.0	5.02	3.20	19.3	65.6
4	Dzoraget	Stepanavan	67.0	75.0	31.0	32.7	92.9	249
5	Tashir	Saratovka	19.0	28.0	18.0	4.70	33.0	122
6	Martsiget	Tumanian	17.0	25.0	10.4	4.30	30.3	93.0
7	Aghstev	Ijevan	43.0	67.0	21.2	16.6	75.6	182
8	Getik	Gosh	22.0	31.0	12.0	5.20	35.9	74.5
9	Paghjur	Getahovit	18.0	25.0	11.1	1.50	29.9	83.8
10	Voskepar	Voskepar	13.0	17.0	7.30	1.80	19.7	45.8
11	Kirants	Acharkut	7.00	10.0	3.85	1.50	10.9	29.1
12	Tavush	Berd	8.00	9.00	5.56	1.60	11.2	35.4
13	Hakjinja	Ajgedzor	27.0	31.0	13.1	3.10	38.4	89
14	Araks	Surmalu	375	410	166	160	549	1690
15	Akhurian	Amasia	20.0	25.0	7.99	11.0	30.4	58
16	Casakh	Vardenis	15.0	18.0	16.6	2.90	23.2	151
17	Hrazdan	Hrazdan	45.0	50.0	20.6	16.5	62.8	144
18	Hrazdan	Lusakert	18.0	25.0	11.0	5.60	27.7	82.1
19	Marmarik	Hancavan	12.0	15.0	3.88	3.40	16.5	33.4
20	Azat	Garni	23.0	28.0	11.2	11.8	32.5	83.9
21	Vedi	Urtsadzor	11.0	15.0	5.91	5.50	17.0	45.9
22	Arpa	Jermuk	37.0	45.0	11.2	18.4	49.4	91.0
23	Arpa	Eghegnadzor	45.0	61.0	21.0	26.5	65.6	119
24	Arpa	Areni	73.0	99.0	37.0	31.6	111	199
25	Elegis	Shatin	33.0	42.0	14.7	17.8	47.6	207
26	Meghri	Meghri	12.0	15.0	8.33	5.4	17.5	87.5
27	Tsghuk	Tsghuk	9.20	13.4	6.12	5.50	15.0	39.0
28	Dzgnaket	Tsovagiugh	8.10	12.0	4.27	3.38	14.0	46.4
29	Masrik	Tsovak	6.30	7.70	2.80	2.91	9.73	21.5
30	Martuni	Geghhovit	9.50	9.00	3.43	5.8	13.6	26.7

The average value of 2012 and 2013 spring floods flow volume prediction justification made up 85% and maximum charges prediction justification for 2012 was 77% and for 2013 was 70%.

Justification of hydrological predictions according to the above instruction [3] is approved on the basis of comparison of prediction error with permissible error.

A prediction is considered justified if its error is less than or equal to the permissible one. The difference between actual y and design y' values of prediction elements is regarded as the prediction

error δ

$$\delta = y - y' \quad (13)$$

The permissible error notion is considered with certain reservation, for its value is set up considering today's possibilities of carrying out predictions. To compare different prediction techniques the permissible error is defined taking into account alteration nature of predicted event. The predicted element's values probable deviation from the average is considered as a prediction permissible error

$$\delta_{perm} = 0.674 \bar{\sigma} \quad (14)$$

where $\bar{\sigma}$ is the average square deviation of

**PREDICTION OF SPRING FLOODS FLOW VOLUMES IN RIVERS OF THE REPUBLIC OF ARMENIA,
VALUES OF MAXIMUM DISCHARGES AND ESTIMATION OF PREDICTION JUSTIFICATION**

predicted element's value from the average (standard deviation)

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}, \quad (15)$$

where y_i are the element's values, \bar{y} is the average value, n is the number of the series members.

Permissible error of prediction was calculated by formula (14) and represented in Table 1 and 2.

The Justified predictions have been classified in three groups depend in on the error amount:

- excellent – for less than $0.3 \delta_{perm}$ prediction error;
- good – for prediction error within $0.3 \delta_{perm} - 0.6 \delta_{perm}$;
- satisfactory – for prediction error $0.6 \delta_{perm}$

According to the instructions on predictions on the basis of the above mentioned indices we have evaluated prediction justifications for spring floods flow volume and maximum discharges are tabulated in Tables 3 and 4.

Table 3

Prediction of 2012 and 2013 spring floods flow volumes predicted and actual values and prediction justification as per different rivers

№	River	Observation station	Prediction		Actual		Permissible error	Justification index	
			2012	2013	2012	2013		2012	2013
1	2	3	4		5		6	7	
SPRING FLOODS VOLUMES, millon cubic meter									
1	Pambak	Shirakamut	29.0	38.0	27.1	38.1	11.4	excellent	excellent
2	Hashighara	Lernapat	17.0	23.0	15.4	17.5	6.20	excellent	not justified
3	Tandzut	Vanadzor	23.0	33.0	18.8	22.7	9.60	good	not justified
4	Dzoraget	Gargarnercev	184.0	200.0	168.3	167.5	44.6	good	not justified
5	Aghstev	Ijevan	130.0	156.0	121.3	151.3	44.6	excellent	excellent
6	Getik	Gosh	50.0	57.0	40.9	58.3	17.1	satisfactory	excellent
7	Kirants	Acharkut	11.0	11.0	5.50	12.7	5.20	not justified	excellent
8	Tavush	Berd	9.00	13.0	7.70	12.2	5.10	excellent	excellent
9	Araks	Surmalu	1015	1030	813.6	984	340	good	excellent
10	Akhurian	Amasia	52.0	67.0	41.6	50.2	25.5	good	satisfactory
11	Karkachun	Gharibjanian	6.5	9.0	5.0	5.60	3.60	excellent.	satisfactory
12	Casakh	Vardenis	17.0	25.0	10.9	17.8	11.2	good	satisfactory
13	Hrazdan	Lusakert	33.0	48.0	36.4	61.1	16.0	excellent	satisfactory
14	Marmarik	Hancavan	23.0	35.0	26.1	24.7	8.80	excellent	not justified
15	Azat	Garni	53.0	62.0	44.3	59.3	16.0	good	excellent
16	Vedi	Urtsadzor	37.0	35.0	44.5	35.2	10.8	satisfactory	excellent
17	Arpa	Jermuk	70.0	85.0	79.7	78.0	16.4	satisfactory	good
18	Arpa	Eghegnadzor	90.0	130.0	162.9	124.9	51.7	not justified	excellent
19	Arpa	Areni	200	210	320	250	90.2	not justified	good
20	Elegis	Shatin	82.6	106.2	91.5	102.8	36.2	excellent	excellent
21	Vorotan	Gorhaje	55.0	55.0	83.2	52.0	15.3	not justified	excellent
22	Tsghuk	Tsghuk	27.0	30.0	50.6	21.2	11.4	not justified	satisfactory
23	Gorisget	Goris	3.00	4.00	5.90	6.60	2.00	satisfactory	good
24	Dzgnaget	Tsovagiugh	18.0	22.0	17.7	23.1	6.70	excellent	excellent
25	Martuni	Geghhovit	28.0	29.0	31.5	29.1	7.30	satisfactory	excellent
26	Gavaraget	Noratus	31.0	35.0	40.4	35.1	6.00	not justified	excellent

**Prediction of 2012 and 2013 spring floods predicted and actual values
of maximum discharges and prediction justification as per different rivers**

№	River	Observation station	Prediction		Actual		Permissible error ±	Justification index	
			2012	2013	2013	2012	2013	2012	2013
1	2	3	4		5		6	7	
Magnitudes of maximum discharges, meter per second									
1	Tandzut	Vanadzor	11.0	15.0	9.91	10.8	5.02	excellent	excellent
2	Dzoraget	Stepanavan	67.0	75.0	50.4	51.8	31.0	good	good
3	Tashir	Saratovka	19.0	28.0	11.4	8.78	18.0	good	not justified
4	Aghstev	Ijevan	43.0	67.0	42.0	64.2	21.2	excellent	excellent
5	Getik	Gosh	22.0	31.0	20.1	26.5	12.0	excellent	good
6	Paghjur	Getahovit	18.0	25	18.30	15.8	11.1	excellent	excellent
7	Kirants	Acharkut	7.00	10.0	6.15	11.2	3.85	excellent	excellent
8	Tavush	Berd	8.00	9.00	9.50	19.5	5.56	excellent	not justified
9	Araks	Surmalu	375	410	353	325	166	excellent	excellent
10	Akhurian	Amasia	20.0	25.0	23.6	31.4	7.99	good	satisfactory
11	Casakh	Vardenis	15.0	18.0	10.8	7.00	16.6	excellent	satisfactory
12	Hrazdan	Hrazdan	45.0	50.0	31.6	37.1	20.6	satisfactory	satisfactory
13	Hrazdan	Lusakert	18.0	25.0	11.3	17.9	11.0	satisfactory	good
14	Azat	Garni	23.0	28.0	26.0	19.2	11.2	excellent	satisfactory
15	Vedi	Urtsadzor	11.0	15.0	13.4	10.2	5.91	excellent	satisfactory
16	Arpa	Jermuk	37.0	45.0	34.0	30.0	11.2	excellent	not justified
17	Arpa	Areni	73.0	99.0	124	66.4	37.0	satisfactory	not justified
18	Elegis	Shatin	33.0	42.0	41.2	29.6	14.7	good	not justified
19	Meghri	Meghri	12.0	15.0	14.4	16.0	8.33	excellent	excellent
20	Tsghuk	Tsghuk	9.20	13.4	21.3	11.0	6.12	not justified	excellent
21	Dzgnaket	Tsovagiugh	8.10	12.0	9.39	8.50	4.27	excellent	good
22	Masrik	Tsovak	6.30	7.70	10.7	9.20	2.80	not justified	excellent
23	Martuni	Geghhovit	9.50	9.00	7.42	7.30	3.43	satisfactory	good

References

1. Чилингарян Л. А., Мнацаканян Б. П., Токмаджян О.В. Гидрография рек и озер Армении. Ереван: Агропрес, 2002, 49 с.
2. Георгиевский Ю.М., Шаночкин С.В. Гидрологические прогнозы. Учебник. СПб., изд РГГМУ, 2007, 436 с.
3. Наставление по службе прогноза, разд. 3, ч.1. Прогнозы режима вод суши. Л.: Гидрометеоздат, 1962, 193 с.

ОЦЕНКА ПРОРЫВООПАСНОСТИ ГОРНЫХ ОЗЕР НЕСТАЦИОНАРНОГО ТИПА УРАН-ИЗОТОПНЫМ МЕТОДОМ

Тузова Т.В., Ерохин С.А., Загинаев В.В.

Email: tv_tuzova@mail.ru

Институт водных проблем и гидроэнергетики (ИВПиГЭ)
Национальной академии наук Кыргызской республики
720033, ул. Фрунзе, 533, г. Бишкек, Кыргызстан

ВВЕДЕНИЕ

На основе ранее проведенных работ с использованием уран-изотопного метода была доказана его целесообразность при оценке прорывоопасности горных озер [1-10]. По уран-изотопным показателям в районе каждого прорывоопасного озера можно выявить водоисточники чисто атмосферного происхождения, отли-

чить талые воды молодых льдов от старых, рассчитать пропорции их смешения, проследить динамику движения вод, а при постановке режимных наблюдений – прогнозировать периоды прорывоопасности, вызванные либо поступлением в озеро талых вод сезонных снежников, либо старых льдов.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

По содержанию трития и четных изотопов урана во льдах и водах высокогорных озер нами показано [1, 2], что они формируются, в основном, из трех источников талых вод: атмосферные осадки, "древний" погребенный в моренные отложения лед и "молодой" лед ледника. Оказалось, что воды этих трех типов заметно отличаются по содержанию урана и отношению его четных изотопов.

Воды атмосферных осадков характеризуются ультранизким содержанием урана и равновесным соотношением его изотопов (общее содержание урана $C_U = (4 - 6) \cdot 10^{-7}$ г/л; $\gamma = {}^{234}\text{U}/{}^{238}\text{U} = 1,02 \pm 0,02$).

Талые воды погребенных льдов отличаются более высоким содержанием урана $C_U = (2 - 30) \cdot 10^{-6}$ г/л и неравновесным соотношением γ за счет преимущественного выщелачивания наиболее подвижного дочернего изотопа ${}^{234}\text{U}$ из моренных отложений; γ отклоняется от равновесия до 15-20%.

В талых водах ледников содержание урана больше чем в атмосферных осадках, но меньше

чем в погребенных льдах, а γ в них незначительно отклоняется от равновесного.

Вода в морено-ледниковых озерах по значениям C_U и γ отличается от талых вод ледников и атмосферных осадков тем больше, чем больше в питании озера доля погребенных льдов, слагающих борта и днища озерных ванн и тоннелей каналов стока, что может свидетельствовать о нестабильности озера и повышении вероятности его прорыва. Чем выше общее содержание урана в озерных водах и чем больше отношение ${}^{234}\text{U}/{}^{238}\text{U}$ в них отличается от равновесного, тем "старше" озеро в своем развитии и тем вероятнее возможность его прорыва. Это показано нами на примере нескольких высокогорных озер Северного Тянь-Шаня.

Из шести обследованных на изотопный состав урана озер (три озера Тезтор в бассейне р. Адыгене; оз. Атджайлоо в бассейне р. Кегеты; оз. Кашкасу в бассейне р. Ала-Арча; оз. Туюктор в бассейне р.Тон) самые большие отклонения C и γ от атмосферных осадков были обнаружены в водах озер Тезтор-2 и Тезтор-3

($C = 6 - 28 \cdot 10^{-6}$ г/л; $\gamma = 0,90 - 0,93$) и Атджайлоо ($C = 1,69 \pm 0,05 \cdot 10^{-6}$ г/л; $\gamma = 0,89 \pm 0,01$). Озера Тезтор прорывались уже несколько раз после нашего обследования, последний прорыв был в 2012 г. Оз. Атджайлоо прорвалось в 1997 г. и сейчас находится на прорывоопасной стадии развития.

Остальные перечисленные озера в течение последних 20 лет оставались стабильными. Их параметры во время опробования на изотопный состав урана (июль-август 1991 г. [2]) были близки к параметрам талых вод ледников:

для оз.Тезтор-1 $C = (1,14 \pm 0,03) \cdot 10^{-6}$ г/л;
 $\gamma = 1,00 \pm 0,02$;

для оз. Кашкасу $C = (1,39 \pm 0,06) \cdot 10^{-6}$ г/л;
 $\gamma = 1,06 \pm 0,01$;

для оз. Туюктор $C = (1,39 \pm 0,06) \cdot 10^{-6}$ г/л;
 $\gamma = 1,06 \pm 0,01$ [3-10].

Данных о временных вариациях соотношений четных изотопов урана в водах высокогорных озер к настоящему времени в мире нет, поскольку отбор проб и анализ изотопного состава урана – процедуры трудоемкие и достаточно дорогостоящие. В Кыргызской Республике непрерывные режимные наблюдения за развитием озер организованы с 2008 г. лишь на одной озерно-гляциологической гидрометеорологической станции Адыгене в верховьях бассейна р. Ала-Арча [6].

Самая прорывоопасная разновидность гор-

ных озер – это нестационарные озера. Обычно ванны этих озер формируются в замкнутых внутриморенных депрессиях с хорошо разработанным подземным стоком. В случае закупорки подземных или внутриледниковых каналов стока они наполняются водой. Обычно наполнение озер заканчивается их прорывом, часто с катастрофическими последствиями для жителей ниже лежащих горных долин. Такими являются озера, которые были объектами наших исследований, расположенные на северном склоне Кыргызского хребта в верховьях долины р. Тезтор – левом боковом притоке р. Адыгене, которая в свою очередь является левым боковым притоком р. Ала-Арча в 30 км южнее г. Бишкек.

В теле моренно-ледникового комплекса Тезтор (рис.1) образовалось три нестационарных озера (рис. 2). Одно из них (1) сформировалось во внутриморенной депрессии, а две другие (2 и 3) – в термокарстовых воронках. Вода в озерах накапливается периодически, при определенных условиях они прорываются. Из долины Тезтор неоднократно (1953, 1968, 1988, 2005, 2012 гг.) выходили селевые потоки, угрожающие жизни населению долины р. Ала-Арча не только в пределах её горной части, но и на подгорной равнине, где находится г. Бишкек. Поэтому эти озера постоянно включались в систему аэровизуальных (вертолетом) и наземных обследований [10].

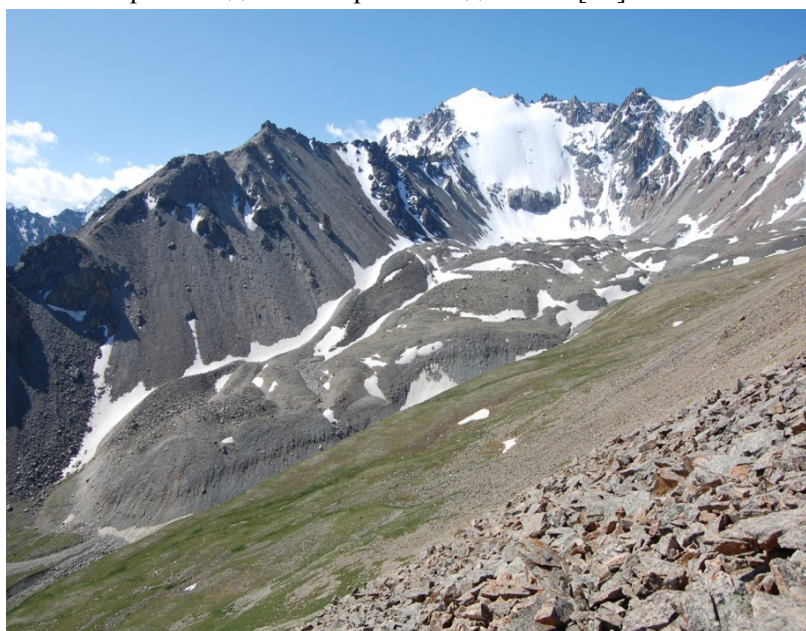


Рис.1. Моренно-ледниковый комплекс Тезтор

**ОЦЕНКА ПРОРЫВООПАСНОСТИ ГОРНЫХ ОЗЕР
НЕСТАЦИОНАРНОГО ТИПА УРАН-ИЗОТОПНЫМ МЕТОДОМ**

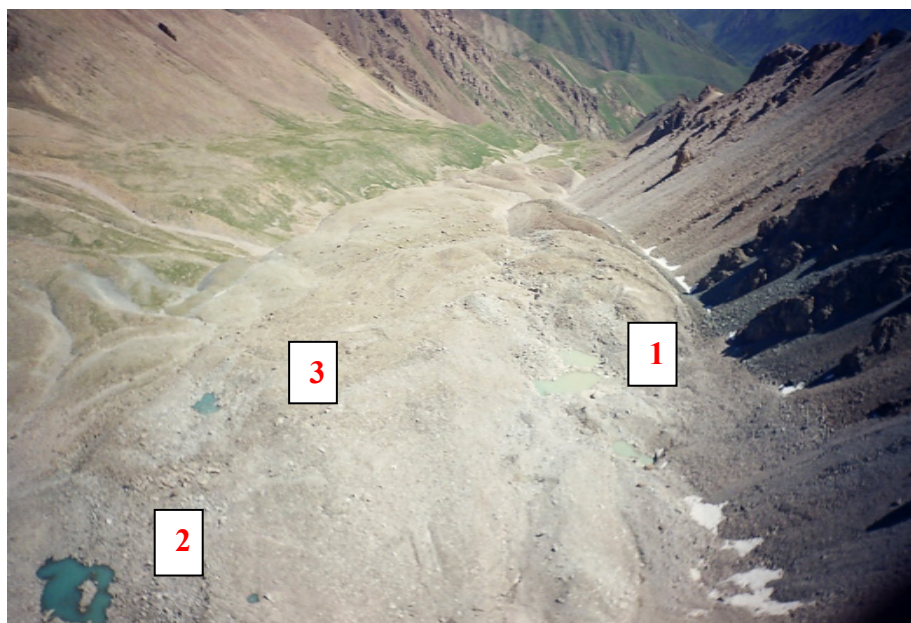


Рис. 2. Озера Тезтор после прорывов 2005 г.

Озеро Тезтор 1 последний раз интенсивно заполнялось в июне-июле 1988 г. и прорвалось в начале августа того же года без катастрофических последствий. С 1999 по 2012 гг. ванна озера оставалась почти безводной, за исключением небольших озерков, эпизодически появляющихся на дне озерной ванны на высоте 3550 м (рис. 3). Через ванну проходит извилистое русло водотока, по которому в озеро с ледника поступает талая вода. При этом водоток доходит до самой глубокой части озерной ванны и здесь исчезает в термокарстовой воронке, через которую попадает в подземный канал и по нему отводится вниз в долину.



Рис. 3. Одно из малых озер в днище ванны озера Тезтор 1

Ванна озера Тезтор 3 в начале 90-х годов была сухой. Оно начало аккумулироваться с 1996 г. Объем озера нарастал до 2005 г. и достиг 5 тыс. м³, когда произошел прорыв озера с расходом прорывного потока 2-3 м³/сек. На пути своего движения поток сформировал эрозионные овраги, а на крутых участках русла трансформировался в сель, что еще более усиливало эрозионный процесс (рис. 4).

Озеро Тезтор 2 представляет наибольший интерес, так как его прорыв в 2012 г. был прогнозирован и изотопным методом, и в процессе режимных наблюдений за его динамикой. Наполнение озера происходило эпизодически –



Рис. 4. Селевые рытвины после прохождения прорывного потока из оз. Тезтор 3 в 2005 г.

один раз в 5-15 лет. Оно наполнялось в периоды 1990 – 1995, 2003-2004 и 2010-2012 гг.; с 1996 по 2001 гг. его заполнение составляло всего 20-30% от максимального. После прорыва в 2004 г. ванна озера оставалась сухой до 2010 г. (рис. 5). Затем началось его наполнение в 2010 - 2012 гг.



Рис. 5. Сухая ванна оз. Тезтор 2 в 2005 г. Зияющие отверстия – это входы в ледниковый грот, через который озеро прорвалось в 2004 г.

(рис.6), которое продолжалось до конца июля 2012 г., когда объем наполнения озерной ванны стал критическим - около 100 тыс. м³. В 8 час. утра 31.07.2012 г. начался прорыв озера через подземный канал стока (рис. 7). Из озера вытекло около 70 % воды.



Рис. 6. Наполнение оз. Тезтор 2 за 2 недели перед прорывом 31.07. 2012 г.

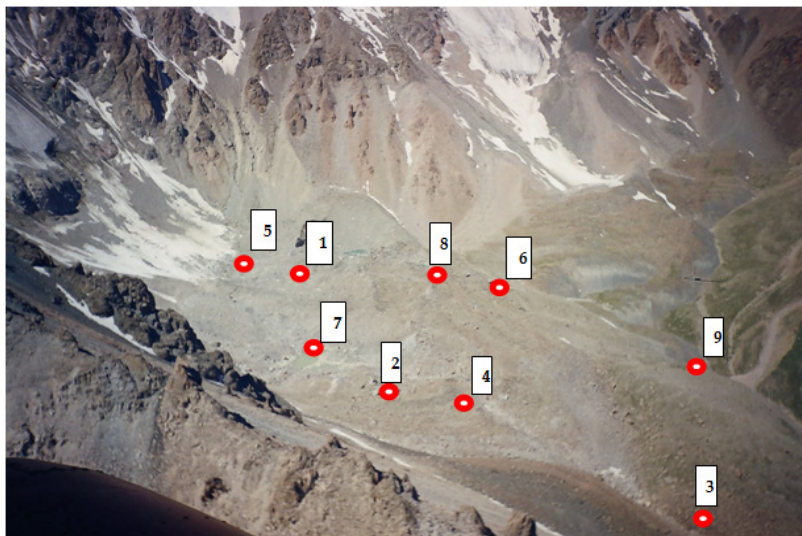


Рис. 7. Оз. Тезтор 2 после 1 августа 2012 г.

Прорывной поток устремился по долине Тезтор, а затем по долине Адыгене, где его расход значительно увеличился и в устье р. Адыгене составлял около 300 м³/сек. В этот же день поток достиг г. Бишкек с максимальным расходом до

30 м³/сек. О прорыве оз. Тезтор 2 было передано предупреждение в МЧС КР и местные органы власти; все службы подготовились к прорыву, была отлажена система предупреждения, проведены работы по частичной эвакуации населения

**ОЦЕНКА ПРОРЫВООПАСНОСТИ ГОРНЫХ ОЗЕР
НЕСТАЦИОНАРНОГО ТИПА УРАН-ИЗОТОПНЫМ МЕТОДОМ**



из прибрежных зон. Жертв не было, разрушения были минимальными [10].

Исследования с применением уран-изотопного метода свидетельствуют о прорывоопасности озер Тезтор в периоды наполнения их озерных ванн [7-10]. Всего в морено-ледниковом комплексе Тезтор было опробовано 9 водных источников. Места отбора проб и результаты их анализа приведены на рис. 8, 9 и в таблице 1.

Рис. 8. Места отбора проб воды на уран-изотопный анализ

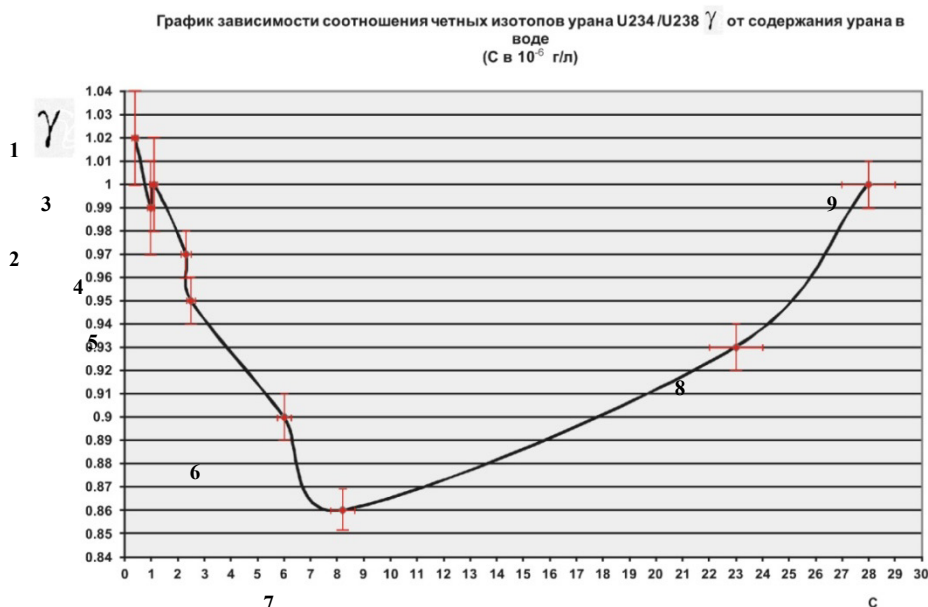


Рис. 9. Зависимость соотношения изотопов урана $^{234}\text{U}/^{238}\text{U} = \gamma$ от содержания урана C , 10^{-6} г/л во льдах и водах морено-ледникового комплекса Тезтор

Таблица 1

Изотопы урана в морено-ледниковом комплексе Тезтор

№ пробы	Место отбора	Содержание урана C_U , 10^{-6} г/л	$^{234}\text{U} / ^{238}\text{U} = \gamma$
1	Талая вода сезонного снега	$0,39 \pm 0,02$	$1,02 \pm 0,02$
2	Озеро Тезтор 1	$1,14 \pm 0,03$	$1,00 \pm 0,02$
3	Водоток в нижней части морено-ледникового комплекса	$1,03 \pm 0,04$	$0,99 \pm 0,02$
4	Водоток в верхней части морено-ледникового комплекса	$2,3 \pm 0,06$	$0,97 \pm 0,01$
5	Талая вода склонового ледника	$2,48 \pm 0,08$	$0,95 \pm 0,01$
6	Озеро Тезтор 3	$6,0 \pm 0,2$	$0,90 \pm 0,01$
7	Погребенный лед на высоте 3620 м	$8,2 \pm 0,3$	$0,862 \pm 0,007$
8	Озеро Тезтор 2	23 ± 1	$0,93 \pm 0,01$
9	Погребенный лед на высоте 3570 м	28 ± 2	$0,99 \pm 0,01$

Результаты свидетельствуют о значительной контрастности опробованных водоисточников по уран-изотопным показателям. В то время как талая вода сезонного снега (проба 1) характеризуется ультранизким содержанием урана (не более $4,10^{-7}$ г/л) при равновесном соотношении его четных изотопов, все остальные источники отличаются более высокими концентрациями урана, а половина из них характеризуется заметным дефицитом ^{234}U . Воды оз. Тезтор 1 (проба 2) и нижнего водотока (проба 3) близки по уран-изотопным показателям к атмосферным осадкам. Это, вероятно, талые воды сезонных снежников, слабо контактирующие с горными породами и не успевающие обогатиться ураном (не более $1,10^{-6}$ г/л). Озеро Тезтор 1 прорывалось в 1988 г., после чего вода в его ванне не накапливалась, так как талые воды стекали по хорошо разработанным каналам стока, т.е. вода в этом озере за все последние 24 года была проточной и формировалась за счет таяния сезонного снега и молодых льдов. Поэтому по уран-изотопным параметрам вода в озере Тезтор 1 приближается к талой воде сезонного снега.

Склоновый ледник южнее оз. Тезтор 2 (проба 4) слегка обогащен ураном (до $2,5 \cdot 10^{-6}$ г/л) и имеет небольшой (5% при погрешности измерений не более 1%) дефицит ^{234}U . Воды верхнего водотока (проба 5) при таком же содержании урана имеют еще меньший дефицит (3%) U^{234} . Значительно обогащены ураном (более $2,10^{-5}$ г/л) воды оз. Тезтор 2 (проба 8), при дефиците U^{234} в 7%. Наибольший дефицит U^{234} (до 15%) при заметном обогащении ураном (до $8,5 \cdot 10^{-6}$ г/л) зафиксирован в пробе погребенного льда южнее оз. Тезтор 1 (проба 7). Наибольшее содержание урана (до $3 \cdot 10^{-5}$ г/л) при равновесном соотношении изотопов обнаружено в талой воде погребенного льда севернее озера Тезтор 3 (проба 9). Заметным дефицитом ^{234}U (10%) при значительном общем его содержании ($6 \cdot 10^{-6}$ г/л) характеризуется вода оз. Тезтор 3 (проба 6).

Из полученных данных видно, что атмосферные осадки, попадая в морено-ледниковый комплекс, постепенно обогащаются ураном за

счет выщелачивания и растворения последнего из горных пород. По мере увеличения времени контакта с горной породой в талой воде увеличивается содержание урана, т.е. воду с большим значением C_{U} можно считать более "старой". Причем, если происходит контакт с разрушенными породами, из которых избыток урана-234 уже был выщелочен ранее, то талые воды оказываются либо с дефицитом легкого изотопа урана (пробы 4-8), либо с равновесным соотношением его изотопов (проба 9).

Самой "молодой" является талая вода сезонного снега. Затем следует ряд источников со все более "старой водой": оз. Тезтор 1, нижний водоток, верхний водоток, талая вода склонового ледника, оз. Тезтор 3, погребенный лед на высоте 3620 м, оз. Тезтор 2, погребенный лед на высоте 3570 м. Интересно, что величина γ в этом ряду сначала уменьшается до значения 0,86, затем снова стремится к равновесию, и на кривой рис. 9 отчетливо прослеживаются два участка: спада и роста величины γ при увеличении содержания в воде урана. На участке спада расположены водотоки, в питании которых преобладающее значение играют атмосферные осадки (сезонный снег) и "молодые" льды, сформированные, в основном, из тех же сезонных осадков. Увеличение содержания урана в этих "молодых" водах и льдах связано с растворением урана из разрушенных и ранее выщелоченных по урану пород моренно-ледникового комплекса с недостатком ^{234}U . На участке подъема находится вода оз. Тезтор 2 в самый прорывоопасный период своего развития (проба 8), а также талые воды "старых" погребенных льдов (проба 9). Это воды и льды с растворенным ураном из преимущественно кристаллических пород с равновесным соотношением его четных изотопов. В точке перегиба кривой, между участками спада и подъема, находятся талые воды погребенных льдов среднего возраста (проба 7). К точке перегиба приближается вода озера Тезтор 3 (проба 6), которое прорвалось в 2005 г., а в 2012 г. ванна озера снова начала наполняться.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

При оценке прорывоопасности озер Тезтор на основе уран-изотопных параметров в водах и льдах можно заключить следующее:

1. Уран-изотопный метод можно рекомендовать в качестве одного из критериев прорывоопасности высокогорных озер.
2. Озеро Тезтор 2 является прорывоопасным, поскольку его вода размывает вмещающие лед породы, находит внутриморенные каналы стока, а по изотопным показателям находится на ветке подъема графика $\gamma = f(C)$.
3. Озеро Тезтор 3 приближается к прорывоопасной стадии, но скорее всего в ближайшие годы его прорыв маловероятен, т.к. воды озера сравнительно "молоды" и лишь

начали обогащаться растворенным из разрушенных пород ураном.

4. Озеро Тезтор 1 в своем развитии находится далеко от прорывоопасной стадии, поскольку имеет хорошо разработанный канал поверхностного стока. Оно может оказаться прорывоопасным, если этот канал будет запружен моренными отложениями.

Постановка режимных наблюдений за изотопным составом урана во льдах и водах моренно-ледникового комплекса Тезтор может стать надежным прогностическим критерием прорывоопасности озер, угрожающих столице Кыргызстана.

Л и т е р а т у р а

1. **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, с. 236-239.
2. **Тузова Т.В., Шатравин В.И.** Особенности формирования изотопного состава урана во льдах и водах высокогорного литогенеза. //Изв. АН КР, 1994, №3, с. 55-59.
3. **Tuzova T.V., Erohin S.A., Valyaev A.N.** Use of uranium-isotopic criteria for assessment of danger of outburst of moraine-glacier lakes of Kyrgyzstan. // Materials of International Conference, Mitigation of Natural Hazards in Mountain Areas, Bishkek: Salam, 2009, pp. 89-94.
4. **Ерохин С.А., Маматканов Д.М., Тузова Т.В.** Мониторинг Киргизских озер для уменьшения риска от прорывов. //Международный симпозиум по водным потокам и современные методы контроля и измерений. Тбилиси: GWMI-80, 2009, с. 130-147.
5. **Mamatkanov D.M, Erohin S.A., Tuzova T.V.** Risk evaluation of breakout from high mountain lakes in Tien-Shan. //Стимулирование потенциала общества, науки и неправительственных организаций к сохранению биоразнообразия и охраны окружающей среды, Душанбе: АН РТ, 2011, стр. 13-14.
6. **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.
7. **Erohin, S.A., Tuzova, T.V.** Assessment of risk of mountain lakes outburst with the use of natural uranium-isotopic indicators. // Proceedings of III International Conference, Radioactivity and radioactive elements in environment. Tomsk: SST, 2009, pp. 178-180.
8. **Маматканов Д.М, Тузова Т.В., Ерохин С.А.** Оценка риска прорыва горных озер с использованием уран-изотопного метода. //Материалы Международной конференции "Проблемы радиэкологии управления отходами уранового производства в Центральной Азии". Бишкек - Иссык-Куль, "Аврора", 6-9 июня 2011 г., с. 88-92.
9. **Valyaev A.N., Erochin S.A., Tuzova T.V.** Processes under outbursts of mountain lakes and model for risk assessment. /In Book: "Proceedings CHAOS 2008". Editor: H. Skiadas, Published House: World Scientific, 2009, pp. 350-363.
10. **Ерохин С.А., Загинаев В.В., Тузова Т.В.** Возможность прогнозирования прорывоопасности горных озер нестационарного типа уран-изотопным методом. //9-я международная конференция "Ядерная и радиационная физика" ICNRP-2013, 24-27 сентября, Алматы, с. 183-184

ბმული ღვარცოფის მოძრაობის პირობების პრობნოზირება

ნინო უნდილაშვილი
Email: undilashvili.nino@mail.ru

სს „საქწყალპროექტი“
მოსაშვილის ქ. 11, 0162, ქ. თბილისი, საქართველო

შესავალი

მთისა და მთისწინა რეგიონებში ტერიტორიების განსაზღვრული ნაწილი განთავსებულია ღვარცოფული ნაკადების დამანგრეველი ზემოქმედების ზონაში. აღნიშნული სივრცე ადამიანის ხშირად წინდაუხედავი მოქმედების გამო (ფერდობებზე გზებისა და არხების მშენებლობა, ტყის მასივების გაჩეხვა, ალპურ და სუბალპურ ზონაში ბალახოვანი საფარის განადგურება საქონლის ინტენსიური ძოვების გამო, წიაღისეული სიმდიდრეების მოპოვება და ა.შ.) შესაძლებელია მნიშვნელოვნად გაფართოვდეს. დაზიანებული ტერიტორიების შემდგომი აღდგენა კი მნიშვნელოვნად ძნელდება და ხშირად შეუძლებელიც ხდება. ამიტომ მიზანშეწონილია წინასწარ იქნეს მიღებული ყველა ზომა იმისათვის, რომ მინიმიზებულ იქნეს ამგვარი ნეგატიური ხასიათის პროცესები და მათ შორის ღვარცოფული მოვლენები, რომლებიც გარკვეულწილად ხელს უწყობენ ზედაპირული ლანდშაფტის არსებული მდგრადი მდგომარეობის დარღვევას.

სატრანზიტო უბნებსა და გამოტანის კონუსებზე ღვარცოფთა აღებული ნიმუშების კუმულაციური მრუდისა და ჰიდრაულიკური სიმსხოს ანალიზით დასაბუთებულია ბუნებაში მათი განსხვავებული სახეებით არსებობა, ფიქსირებულ ღვარცოფთა სპექტრიდან განსაკუთრებულ ყურადღებას იპყრობს ე.წ. ბმული ღვარცოფები. ასეთი ნაკადების რეგულირება მოითხოვს მათი მოძრაობის განმსაზღვრელი პირობების აუცილებელ ცოდნას, რომელთა სასაზღვრო პირობების სწორად შერჩევით შესაძლებელი გახდება საინჟინრო გადაწყვეტილებისა და მათი სარეგულაციო ნაგებობათა განლაგების სქემების სწორად შერჩევა. ბმული ღვარცოფების მოძრაობის დაწყებისა და შეწყვეტის პროცესს განსაკუთრებული პირობები შეესაბამება, რომელსაც მრავალი სამეცნიერო შრომა მიეძღვნა [1-7].

ბუნებაში ხშირად ვხვდებით ასეთი ნაკადების ხევიდან გამოსვლის, გარკვეულ მანძილზე მოძრაობის, სიჩქარის შემცირებისა და მისი გაჩერების შემთხვევებს.

პირითაღი ნაწილი

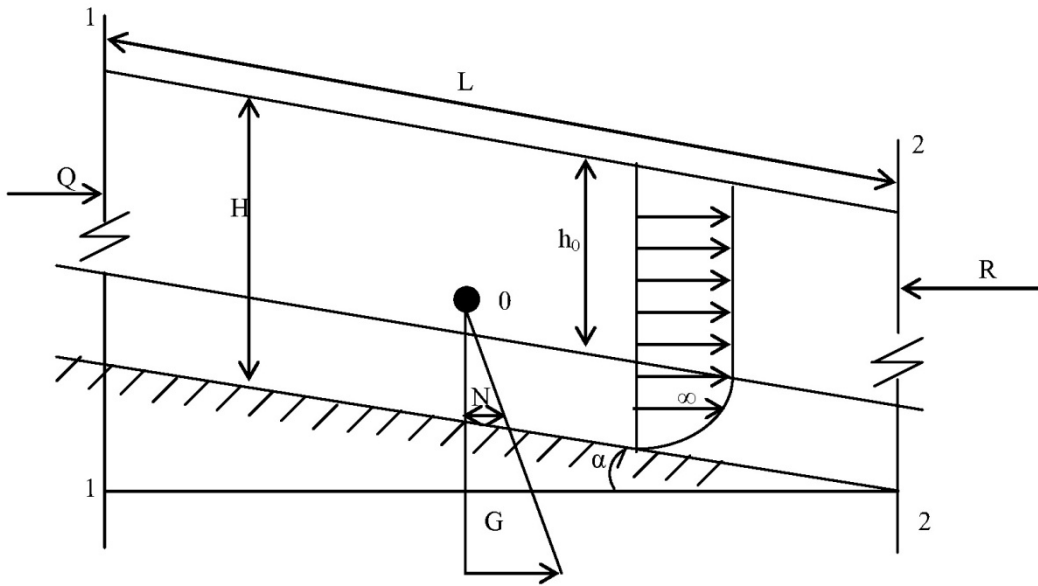
გაჩერების სიგრძის ქანობის პრობნოზირების მიზნით ნაკადის ხევიდან გამოსვლის 1-1 კვეთიდან 2-2 კვეთამდე ნაკადის მოძრაობის მოდელი შეიძლება განხილულ იქნეს ნახ. 1-ზე მოცემული სქემის საფუძველზე.

1-1 კვეთიდან 2-2 კვეთამდე მუდმივი სიღრმით მოძრავი ღვარცოფის მოძრაობა

შეიძლება აღწერილ იქნეს განტოლებით:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = Q + G - R, \quad (1)$$

სადაც, m არის მოძრავი ტანის მასა; G – გამოტანის კონუსზე მოძრავი ნაკადის წონა; R – გამოტანის კონუსზე მოძრავი ნაკადის წინააღმდეგობის ძალა.



ნახ. 1. ხევიდან გამოსვლის მომენტში ბმული ღვარცოფების მოძრაობის საანგარიშო სქემა

1-1 კვეთში ნაკადის ძალური მახასიათებლის შესაფასებლად შეიძლება ვისარგებლოთ დამოკიდებულებით

$$Q = K \frac{\alpha \omega V^2}{g}, \quad (2)$$

სოლო მოძრაობის წინაღობის ძალა

$$R = N \operatorname{tg} \alpha + CL. \quad (3)$$

თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ

$$N = G \cos \alpha, \quad G = \gamma HL \text{ და}$$

$$C = \gamma h_0 / 2 (\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} - \operatorname{tg} \varphi),$$

პირველი განტოლება მიიღებს სახეს:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{K \bar{V}^2 \sin \alpha}{L} + g \sin \alpha \left[1 - \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} \alpha} - \frac{h_0}{2H \sin \alpha} \right] (\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi} - \operatorname{tg} I), \quad (4)$$

სადაც V_0 არის ხევიდან გამოსვლის მომენტში ნაკადის საშუალო სიჩქარე;

L - ნაკადის მოძრაობის შეწვევების სიგრძე;

φ - ღვარცოფის მასის შინაგანი ხახუნის კუთხე;

α - სატრანზიტო უბნის დახრის კუთხე;

g - სიმძიმის ძალის აჩქარება;

K - კოეფიციენტი, რომლის გასაშუალებული მნიშვნელობა აიღება 4,5. თუ

$$\text{შემოვიღებთ აღნიშვნებს } \alpha = \frac{K \bar{V}^2 \sin \alpha}{L},$$

და

$$b = g \sin \alpha \left[1 - \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \alpha} - \frac{h_0}{2H \sin \alpha} (\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi} - \operatorname{tg} \varphi) \right],$$

მაშინ მე(4) განტოლება მიიღებს სახეს:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = a + b. \quad (5)$$

მე(5) დამოკიდებულების პირველი ინტეგრირებით გვექნება:

$$\frac{dx}{dt} = (a + b)t + c. \quad (6)$$

ამოცანის პირობის შესაბამისად, როცა $t = 0$, $dx/dt = \bar{V}$; $c = \bar{V}$ და მე(6) დამოკიდებულებას ექნება სახე:

$$\frac{dx}{dt} = (a + b)t + \bar{V}. \quad (7)$$

რადგან ნაკადის გაჩერება განსაზღვრულ t დროში ხდება ე.ი. როცა $dx/dt = 0$ მივიღებთ:

$$t = -\frac{\bar{V}}{a + b}. \quad (8)$$

მე(8)-ს გათვალისწინებით და მე(7)-ს ინტეგრირებით მივიღებთ:

$$x = L = \frac{a + b}{2} t^2 + \bar{V}t + c^2. \quad (9)$$

როცა ნაკადის მოძრაობის დრო $t = 0$ -ს,

მაშინ $c_2 = 0$ და შესაბამისად, ნაკადის გაჩერების სიგრძე

$$L = \frac{a+b}{2} t^2 + \bar{v} t. \quad (10)$$

მე-(8)-ს გათვალისწინებით მე-(10)-ში ნაკადის გაჩერების სიგრძე

$$L = \frac{\bar{v}^2 (1 + K \sin \alpha)}{g \sin \alpha \left[1 - \frac{h_0}{2H \sin \alpha} \left(\sqrt{1 + tg^2 \varphi} - tg \varphi \right) - \frac{tg \varphi}{tg^2} \right]}. \quad (11)$$

1-1 კვეთიდან 2-2 კვეთამდე მოძრაობის ნაკადის ენერჯის დანაკარგი სიგრძეზე

$$h = \lambda \frac{L}{4H} \frac{V^2}{2g}. \quad (12)$$

თუ მე-(11)-ს შევიტანთ მე-(12)-ში, ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტი შესაბამისი გამარტივებით გაიანგარიშება ფორმულით:

$$\lambda = \frac{8hHg^2 \sin \alpha}{\bar{v}^4 (1 + K \sin \alpha) \left[1 - \frac{tg \varphi}{tg \alpha} - \frac{h_0}{2H \sin \alpha} \left(\sqrt{1 + tg^2 \varphi} - tg \varphi \right) \right]}. \quad (13)$$

რადგან $\lambda = \frac{64}{Re}$ და $h = iL$, ნაკადის

მოძრაობის წინააღმდეგობის ქანობი

$$i = \frac{8\mu(1 + K \sin \alpha) \bar{V}^3}{\gamma L H^2 g \sin \alpha \left[1 - \frac{tg \varphi}{tg^2} - \frac{h_0}{2H \sin \alpha} \left(\sqrt{1 + tg^2 \varphi} - tg \varphi \right) \right]}, \quad (14)$$

სოლო სიჩქარის წინააღმდეგობის კოეფიციენტი

$$c = \frac{\alpha L H g \sin \alpha}{8\mu \bar{v} (1 + K \sin \alpha) \left[1 - \frac{tg \varphi}{tg \alpha} - \frac{h_0}{2H \sin \alpha} \left(\sqrt{1 + tg^2 \varphi} - tg \varphi \right) \right]}, \quad (15)$$

მიღებული საანგარიშო დამოკიდებულებით სიჩქარის წინააღმდეგობის კოეფიციენტი ნაკადის გავლილი გზის (L), მოცულობითი მასის (γ), სიმაღლის (H), ქანობის ($\sin \alpha$), სიბლანტის (μ), სიგრძის (L)-ს, შინაგანი ხახუნის კუთხის (φ) ფუნქციას წარმოადგენს. წარმოდგენილი მე-(15) დამოკიდებულების საფუძველზე შესაძლებელია ბმული დვარცოფის მოძრაობის პირობების პროგნოზირება და ნაგებობათა განლაგების სქემების ოპტიმალური ვარიანტების შერჩევა.

ლიტერატურა

1. Гагошидзе М.С. Селевые явления и борьба с ними. Изд-во «Сабчота Сакартвело» Тбилиси, 1970, с. 386.ში
2. Беручашвили Г.М. Метод определения максимальных расходов селевых потоках в момент их возникновения. /Кн. Проблемы против селевого мероприятия. Алма-Ата. 1979, с. 40-55.
3. Виноградов Ю.Б. Этюды о селевых потоках. Гидрометеоздат. Л 1980 г. с. 144.
4. გაგარდაშვილი გ.გ. ბმული დვარცოფული ნაკადის სიჩქარის განსაზღვრა ჰაერის წინააღმდეგობის გათვალისწინებით. //საქ. მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. 151, №3, თბილისი, 1995, გვ. 444-447, (თანაავტორობით).
5. ყრუაშვილი ი., ქაცარავა თ., კუხალაშვილი ე. დვარცოფის შემფოთებული ზონის საანგარიშო მახასიათებლები. აგრარული მეცნიერების პრობლემები. //სამეც. შრომათა კრებული, ნაწილი 1, 1997, გვ. 229-235.
5. ნათიშვილი ო., თევზაძე ვ., დანელია ბ. დვარცოფების და დვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობების ჰიდრავლიკა. თბილისი, 1995, 70 გვ.
6. Херхеулидзе И.И. Эмпирические формулы для приближенного определения расчетных параметров структурных селевых потоков. //Всесоюзной конференция: Совещания по изучению селевых потоков и мер борьбы с ними. Баку, 1962, с.178-185.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО ПРИРОДНЫМ КОМПЛЕКСАМ АЗЕРБАЙДЖАНА

Керимов А.М., Гулиева Б.Т.
Email: azadkerimov@rambler.ru

Институт Почвоведения и Агротехнологии НАН Азербайджана
ул. Мамед Рагима 5, AZ1073, Баку, Азербайджан

ВВЕДЕНИЕ

Земля, как неотъемлемая часть природного комплекса, является важным источником энергии и материального благополучия человечества. Дальнейший рост производства сельскохозяйственных продуктов возможен лишь при правильном, высокоэффективном и рентабельном использовании земли – основного средства производства в сельском хозяйстве.

Целью исследования является выявление затрат энергии на почвообразование, резервов

радиационных ресурсов по естественным комплексам Азербайджана на основе данных радиационного баланса и количества осадков с позиции энергетики почвообразования.

Объектом и методикой исследования являются стационарные метеорологические станции по существующим почвенно-климатическим зонам Азербайджана. Расчеты энергетических показателей произведены по общепринятой методике энергетики почвообразования.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В связи с геологическим строением, Азербайджан имеет сложный рельеф и является горной страной, 60% территории которого занимают горы: с севера Большой Кавказ, с юга Малый Кавказ, а с юго-востока Тальшские горы окружают Кура-Аразскую низменность. Средняя высота территории составляет 657 м высота территории колеблется от -27 м уровня Каспия до 4 466 м Базардюзю Большого Кавказа. Амплитуда высот составляет 4500 м. 73 % территории имеет высоту до 1000 м. 27% выше 1000 м, а 18% расположена ниже уровня океана.

Известно, что территория Азербайджана характеризуется высокими значениями радиационного баланса (40-59 ккал/см² год) и распределены по территории неравномерно. Годовое количество солнечной радиации на Кура-Аразской и Ленкоранской низменностях составляет 125-134 ккал/см², в предгорьях 120-130, высокогорьях 140-150, а в Нахчыване 145-160 ккал/см² в год.

Однако сельскохозяйственные культуры (зерновые, виноград, хлопчатник и др.) используют приходящую солнечную энергию лишь на 60-70%, а 30-40 % при этом остается неиспользованной [3.4.]

Распределение осадков во многом зависит от рельефа, Наименьшее количество выпадает на юге Апшеронского полуострова до 200 мм/год, на равнинах Кура-Аразской низменности 200-400 мм, и увеличивается с высотой в горных районах. На Большом Кавказе от подножья до среднегорных территорий количество осадков изменяется от 900 до 1800 мм, а на Малом Кавказе от 600 до 900 мм. В Тальшских горах с увеличением высоты происходит уменьшение осадков, что способствует образованию аazonальности. Наибольшее количество осадков приходится на юго-восточную часть республики на Ленкоранскую низменность – 1800 мм в год.

Годовая величина испаряемости в республике колеблется между 800 и 1400 мм в год. На

Кура-Араксинской низменности, Апшероне, Приарзских равнинах Нахчывани достаточно высокая 1200-1400 мм.

До сих пор в качестве показателя при оценке возможностей для возделывания сельскохозяйственных культур принимается такой агроклиматический показатель, как сумма активных температур выше 10°C [1, 5]. В этом отношении радиационный баланс земной поверхности (R) является наиболее объективной и физически определенной величиной, позволяющей более строго говорить об условиях возделывания, в частности, резерва радиационных ресурсов для выращивания дополнительных сельскохозяйственных культур. Этот резерв при правильном, научно обоснованном подходе может явиться условием для выращивания дополнительных культур и повышение биопродуктивности агроценозов.

Для количественного определения неиспользованных ресурсов солнечной энергии мы нашли целесообразным воспользоваться формулой В.Р. Волобуева [2]

$$Q = Rl^{\frac{-l}{mK_n}}, \quad (1)$$

где Q – затраты солнечной энергии на почвообразование, R – радиационный баланс земной поверхности, K_n – величина относительной увлажненности, m – показатель биологической активности биогеоценоза, l – основание натуральных логарифмов.

Преимуществом данной формулы является то, что она одновременно учитывает радиационный баланс (R) и относительную увлажненность (K_n) в условиях биогеоценоза. Иными словами, она позволяет проводить сравнительную оценку полноты использования приходящей солнечной энергии при различных условиях увлажненности.

Так, если мы определим по формуле (1) использование радиационных ресурсов при достаточном увлажнении, то сможем определить величину энергии, недоиспользованную при меньшем увлажнении. В наших расчетах в качестве некоторого эталона принимались условия увлажненности, оцениваемые величиной $K_n=1$, так как данные условия увлажнения в

природе наиболее оптимальны для существования и благоприятного развития биогеоценозов.

Зная затраты энергии на почвообразование в условиях достаточной увлажненности Q' ($K_n=1$) и в условиях меньшей увлажненности (природной, Q) можно определить резерв радиационной энергии по следующей формуле:

$$\Delta Q = Q' - Q, \quad (2)$$

где Q' – энергия, используемая биогеоценозами в условиях достаточного увлажнения при $K_n=1$; ΔQ – резерв радиационной энергии.

При наших расчетах определения резерва солнечной энергии коэффициент относительной увлажненности (K_n) определялся по известной формуле

$$K_n = \frac{P}{E}. \quad (3)$$

При этом осадки (P) и радиационный баланс (R) принимались по Э.М. Шихлинскому [6], а испаряемость (E_n) – рассчитана по формуле В.Р. Волобуева [2]

$$E_n = 50R^{0.67}. \quad (4)$$

При анализе полученных данных наглядно выявилось, что запасы радиационной энергии находятся в полном соответствии с вертикальной зональностью распределения природных комплексов и почв Азербайджана. Из чего следует, что на полупустынном ландшафте, занимающей большую площадь на Кура-Аразской низменности, Апшерона, Самур-Девичинской низменности, Шарур-Ордубадской равнине, где сформированы сероземные, серо-бурые, сероземно-луговые и солончаки, приходится наибольшие значения резервов радиационных ресурсов, недоиспользованных биоценозами 10,43-21,97 ккал/см² год.

В интразональных ландшафтах, сформированных за счет близкого расположения к земной поверхности грунтовых вод на Шолларской равнине, Ганых-Айричайской долине, Ленкоранской низменности и Прикуринских тугайных лесов, где господствует умеренно-теплый климат с сухой зимой, на аллювиально-лугово-лесных почвах происходит полное использование солнечных ресурсов (-1,10 ккал/см² год), как и в горных областях.

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ПО ПРИРОДНЫМ КОМПЛЕКСАМ АЗЕРБАЙДЖАНА**

Основные гидротермические и почвенно-энергетические показатели по природным комплексам Азербайджана

Пункты	Природные комплексы	Почвы	H	R	P	K _n	Q	Q̄	ΔQ	Оросительная норма, мм/год
Баку	Полупустынно-сухостепной	Серо-бурые	-26	50,2	196	0,29	9,4	31,37	21,97	485
Джафархан	Полупустынно-сухостепной	Лугово-сероземные	-26	45,7	246	0,38	13,3	28,56	15,26	389
Кюрдамир	Полупустынно-сухостепной	Сероземно-луговые	-26	47,1	341	0,52	19,0	29,43	10,43	314
Нахичевань	Полупустынно-сухостепной	Сероземы	300	42,3	251	0,41	13,4	26,44	13,04	354
Евлах	Полупустынно-сухостепной	Сероземы	150-200	45,5	278	0,43	15,3	28,44	13,14	357
Сальян	Полупустынно-сухостепной	Сероземно-луговые	-26	47,3	237	0,38	13,7	29,56	15,86	418
Ордубад	Полупустынно-сухостепной	Сероземные	200	45,0	276	0,43	15,1	28,13	13,03	354
Билеусвар	Горно-степной	Каштановые	300-400	46,5	275	0,38	13,6	29,06	13,86	370
Гянджа	Горно-степной	Каштановые	250-300	45,3	246	0,38	13,2	28,31	15,11	384
Газач	Горно-степной	Каштановые		49,7	393	0,57	21,9	31,06	9,16	282
Агдам	Горно-степной	Каштановые		47,1	460	0,70	24,0	29,75	5,75	195
Физули	Горно-степной	Горно-коричневые	400-500	48,4	488	0,73	25,3	30,25	4,95	177
Шамаха	Горно-степной	Горный чернозем	500-600	44,0	493	0,78	24,1	27,50	3,40	132
Закагала	Горно-лесной	Бурые горно-лесные	1000-1300	49,8	939	1,37	35,5	31,13	-4,37	-264*
Дашкесан	Горно-лесной	Корич. горно-лесные	800-1000	39,4	525	0,90	21,2	24,63	3,43	55
Джаллабад	Горно-лесной	Корич. гор.-лес.	800-1000	47,7	535	0,80	26,6	29,81	6,91	125
Шеки	Горно-лесной	Корич. гор.-лес.	200-250	49,9	692	1,01	31,3	31,19	-1,10	-17*
Губа	Горно-лесной	Корич. гор.-лес		44,9	527	0,82	25,4	28,06	2,66	103
Ханкеди	Горно-лесной	Корич. гор.-лес.		46,5	560	0,85	26,8	29,06	2,26	85
Шуша	Горно-лесной	Бурые гор.-лес.		39,8	649	1,10	26,0	24,67	-1,13	-69*
Лерик	Горно-лесной	Горные желтоземы		53,2	500	0,70	27,1	33,25	6,15	210
Ленкорань	Горно-лесной	Желтоземы	500-600	59,3	1250	1,62	44,4	37,06	-7,34	-490*
Истису	Субальп. луга	Горн.-луг. дерновые	1000-1500	32,6	644	1,25	22,0	20,37	-2,03	-134*

*- требуется осушение земель

Примечание: R – радиационный баланс земной поверхности, ккал/см².год; P – осадки, мм/год,(по Э.М. Шихлинскому), E – испаряемость, мм/год;

Q – затраты энергии на почвообразование ккал/см².год; Q̄ – энергия, используемая растениями

На высоте от 400 м до 600-800 м в горах Большого и Малого Кавказа, в Нахичевани до 2000 м (с континентальностью климата), а в Талышских горах 1800-2000 м (с аazonальностью) распространены горные степи, представленные светло и темно-каштановыми почвам, которые при орошении приобретают высокую плодородность и используются под виноградники. Радиационные ресурсы здесь колеблются от 4,95 до 13,0 ккал/см² год.

Горные леса расположены на высотах от 600-800 м до 1800-200 м на Большом Кавказе, где нижний ярус лесов представлен коричневыми горно-лесными почвами с преобладанием более засухоустойчивых дубовых деревьев. Верхний ярус более увлажненный, на бурых горно-лесных почвах, представленных буковыми и грабовыми деревьями радиационный резерв составил 2,66-4,97 ккал/см² год. На послелесных горных черноземах показатели составили 3,40 ккал/см² год.

Горные субальпийские и альпийские луга расположены в пределах высот 1800-3000 м Большого и Малого Кавказа и предоставлены горно-лугово торфяными дерновыми и примитивными почвами. На данных природных комплексах солнечные ресурсы полностью используются биоценозами, составляя – 2,03 ккал/см² год.

Выше 3000 м расположены субнивальная, нивальная, а выше вечные снега и ледники, куда приходится минимальные значения солнечной энергии.

Несмотря на то, что в Ленкоранской области, находящейся во влажной субтропической зоне, зафиксировано максимальное количество осадков (до 1900 мм в год) и нет недоиспользованных ресурсов солнечных лучей (-7,34 ккал/см² год) для возделывания цитрусовых, чая и овощей, почвы орошаются летом, так как основное количество осадков приходится на холодные времена года. Исходя из данных

резервов радиационной энергии и относительной увлажненности (K_n) построен график зависимости

$$\Delta Q = \int (K_n),$$

из которого видно, что при увеличении относительной увлажненности происходит уменьшение резервов солнечной энергии.

В целом график, согласно природным гидротермическим условиям, можно подразделить на полупустынную зону с максимальными значениями резервов солнечной энергии, сухостепную – с меньшими значениями резервов, зону высокого и достаточного увлажнения ($K_n = 1$) почти полного использования наличных солнечных ресурсов и зону переувлажнения с отрицательными значениями ΔQ .

Значение относительной увлажненности $K_n=1$ принимается нами в виде некоторого эталона, так как уже отмечалось, что данные условия увлажнения отвечают оптимальному энергетическому и водному балансу биогеоценоза.

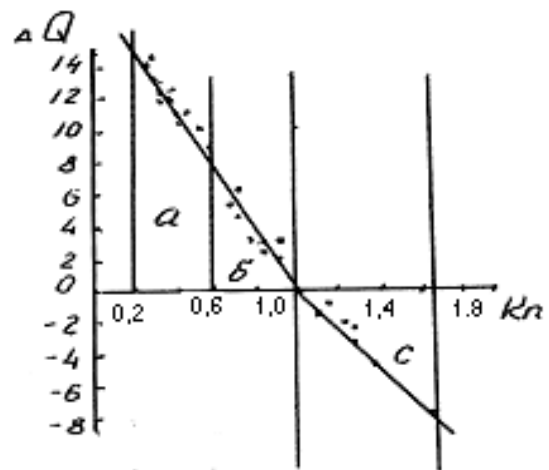


Рис. 1. График зависимости резервов радиационной энергии и относительной увлажненности

- А – полупустынная зона
- Б – сухостепная зона
- С – зона высокого и достаточного увлажнения

ВЫВОДЫ

Из вышеизложенного следует, что одним из реальных путей максимального использования

агрофитоценозами резервов солнечной энергии (полупустынная и сухостепная зона) является

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО ПРИРОДНЫМ КОМПЛЕКСАМ АЗЕРБАЙДЖАНА

увеличение относительной увлажненности с учетом как природных осадков, так и орошения, а в зонах богарного земледелия – улучшение и правильное использование имеющихся гидро-термических ресурсов. При этом подразумевает не только расширение площади орошаемых

земель, но также всемерное сохранение и рациональное использование запасов почвенной влаги, в частности использование зеленого покрова для уменьшения испарения с поверхности почвы.

Л и т е р а т у р а

1. **Алиев С.А., Эюбов А.Д., Мамедов Т.Г.** Два-три урожая в год на орошаемых землях (на азерб.) Баку, 1966, 144 с.
2. **Волбуев В.Р.** Экология почв, Баку, 1963, 259 с.
3. **Зейналов Ю.А.** Энергетика почв и агрофитоценозов в условиях Восточной Ширвани. //Авт. канд. диссерт., 1980, Баку, 25 с.
4. **Керимов А.М., Надиров Ф.Т. и др.** Радиационные резервы и пути их использования в условиях Азербайджанской ССР. //Изв. АН СССР, серия биол.наук, Москва, 1986, с.776-780.
5. **Шашко Д.И.** Агроклиматические районирования СССР. М., 1967, 335 с.
6. **Шихлинский Э.М.** Тепловой баланс Азербайджанской ССР. Баку, 1963, 195 с.

მომავლის არქიტექტურა – ადაპტირებადი არქიტექტურა

ნათია ქოჩლაძე

Email: natiakochladze@yahoo.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
მ. კოსტავას 77, 0175, ქ. თბილისი, საქართველო

შესავალი

ბოლო ათწლეულების არქიტექტურულ პროექტებში დიდ როლს თამაშობს ადაპტაცია და მოქნილობა. თანამედროვეობაში სულ უფრო ხშირად ცდილობენ არქიტექტურაში არსებული პრობლემები ფორმატ-წარმოქმნის დინამიური პრინციპების გამოყენებით გადაჭრან. შენობის მუდმივად ცვალებად გარემოსთან ადაპტაციის პრობლემების აქტუალობა იზრდება. თანამედროვე ცხოვრების ტემპების ზრდასთან ერთად სახეების (მოდა, სტილი, ბრენდი) მუდმივი

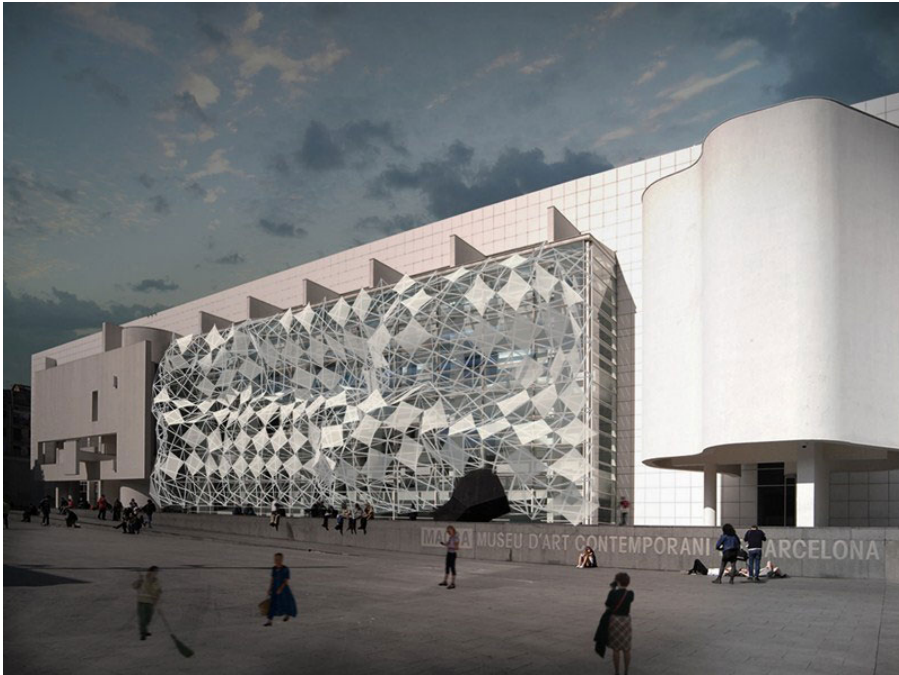
ცვალებადობის მოთხოვნებაც მატულობს. ამავე დროს, მეცნიერების მიღწევები, ახალი მასალების და ტექნოლოგიების გამოყენება საშუალებას გვაძლევს უფრო ხანგრძლივი ექსპლუატაციის ვადის მქონე შენობები ვაშენოთ. ეკონომიკისა და ეკოლოგიის თვალსაზრისით არამიზანშეწონილია უფრო ნაკლებ დროზე გათვლილი შენობის აგება, ვიდრე მისი ფიზიკური ცვეთის დროა.

პირითაღი ნაწილი

რადგანაც თანამედროვე პერიოდი განისაზღვრება, როგორც კომერციალიზაციის, ინდივიდუალიზაციის, გლობალიზაციის, პერსონიფიკაციის, ელექტრონიკის ეპოქა, ავტორები ცდილობენ შექმნან კონცეპტუალური, მაღალტექნოლოგიური პროექტები, რომლებიც ადამიანების მოთხოვნებსა და ჩვევებს შეესაბამება. ამ თანამედროვე მიმდინარეობას ადაპტირებადი არქიტექტურის სახელით იხსენიებენ, რაც ასე შეიძლება განიხილოთ: ადაპტირებადი არქიტექტურა არის სისტემა, რომელიც მოთხოვნის შესაბამისად იცვლის სტრუქტურას, ქცევას ან რესურსებს. მსგავსი განმარტება აქვს კიდევ ერთ არქიტექტურულ მიმართულებას, „მგრძობიარე არქიტექტურას“. „მგრძობიარე არქიტექტურა“ (Responsive architecture) არქიტექტურული პრაქტიკის განვითარებადი სფეროა, რომელიც გარემოს მდგომარეობას აფასებს და ექსპლუატაციის მოთხოვ-

ნების შესაბამისად იცვლის ფორმას, ფერს ან ფუნქციას. „მგრძობიარე არქიტექტურა“ ისწრაფვის მშენებლობის სფეროში ცოდნის დახვეწასა და გაფართოებისკენ მომიჯნავე დისციპლინებთან – შენობათა ენერგოეფექტურობის თეორიასთან და არქიტექტურულ ობიექტთა დინამიკასთან – მჭიდრო ინტეგრაციის საშუალებით. „მგრძობიარე არქიტექტურა“ წარმოადგენს არქიტექტურას, რომლის განსაზღვრული კომპონენტები გარე სტიმულის, ადამიანის ან გარემოს საპასუხოდ შეიძლება შეიცვალოს.

ტერმინი „მგრძობიარე არქიტექტურა“ ნიკოლას ნეგროპონტემ შემოიტანა და პირველად სამოციანი წლების ბოლოს გამოიყენა, როდესაც დიზაინის სივრცული ამოცანების კიბერნეტიკის საშუალებით განხილვა დაიწყო. ნეგროპონტე სთავაზობდა არქიტექტურა განეხილათ, როგორც გამოთვლითი ტექნოლოგიების, სივრცისა და



ფოტო 1. „მგრძნობიარე“ შენობის გარსი შექმნილი MACBA-სთვის, ბარსელონა.

სტრუქტურების შექმნის ინტეგრაცია, რომელთა კავშირი საბოლოოდ ექსპლუატაციის უფრო ეფექტურ და რაციონალურ შედეგს გამოიღებდა.

ზოგიერთი თეორეტიკოსის აზრით „მგრძნობიარე არქიტექტურა“ ადაპტირებადი არქიტექტურის ქვეკატეგორიაა ინტერაქტიული, დინამიური და კინეტიკური არქიტექტურის ქვეკატეგორიებთან ერთად.

ადაპტაცია არქიტექტურაში დროში განგრძობილი პროცესია, რომელშიაც თაობების მანძილზე წვლილი შეაქვს ტექნოლოგიურ განვითარებას, ეკონომიკურ მხარდაჭერას, ადამიანის აზროვნებას

ამას გარდა, როგორც ადაპტირებადი არქიტექტურაზე არსებულ ლიტერატურაში ვხედავთ, ამ მიმდინარეობის კლასიფიკაციის რამდენიმე სხვა ვარიანტი არსებობს. ერთ-ერთია ადაპტაციის საშუალებების კლასიფიკაცია სივრცულ, შექვერადოვან და ინტერაქტიულ გადაწყვეტებად.

ადაპტაციის სივრცული გადაწყვეტა – არქიტექტურული ობიექტის „ხარისხობრივი“ ცვლილება შიდა ელემენტების გარდასახვით, საერთო მუდმივი ზომების შენარჩუნებით. მოცემულ შემთხვევაში მიმდინარეობს

არქიტექტურული ობიექტის შიდა ადაპტაცია, მისი გარსის საზღვრებში.

ადაპტაციის სივრცულ გადაწყვეტას შენობა ცვალებად პირობებთან და ფაქტორებთან შესაბამისობაში მოჰყავს მისი მთელი ექსპლუატაციის პერიოდში და შესაბამისად მისი გამოყენების მრავალფუნქციურობას უზრუნველყოფს, აუმჯობესებს ექსპლუატაციის ხარისხს და კომფორტის დონეს.

შენობის სტატიური ელემენტებისა და პარამეტრების ოპტიმიზაციის ამოცანა მობილური კონსტრუქციებით წყდება, ტრანსფორმირებადი სივრცე „უსაზღვრო“ გარემოს ქმნის.

ადაპტაციის კონსტრუქციული გადაწყვეტა – შენობის საერთო გაბარიტების „რადიუსობრივი“ ცვლილება, როდესაც განვითარებადი შენობის ტრანსფორმირება ხდება მოძრავი კედლების, გასაშლელი გადახურვების და მსგავსი მოწყობილობის საშუალებით.

ადაპტაციის კონსტრუქციული გადაწყვეტა ამყარებს სათავის ურთიერთკავშირს გარემოსთან და ლანდშაფტთან. ამგვარად არქიტექტურის მკაფიო საზღვრები იშლება.

საზღვრის ხასიათიდან გამომდინარე ყალიბდება ადამიანი-ობიექტი-გარემოს ურთიერთობების დინამიკა. ამას გარდა, ფასადის ტრანსფორმირებადი სისტემები სათავსში მიკროკლიმატის რეგულირებას ემსახურება და რეაგირებს გარემო ფაქტორებზე.

ადაპტაციის შუქფერადოვანი გადაწყვეტა განათებულობის ვიზუალური და შინა-არსობრივი მახასიათებლების შეცვლის საშუალებას იძლევა და ახალ, უფრო რთულ, დინამიურ, მხატვრულ-ვირტუალურ სახეს. მედია-ფასადების თანამედროვე სახეობების, ინტერაქტიული და შუქდიოდური ტექნოლოგიების გამოყენებით შესაძლო გახდა არქიტექტურული გარემოს მოცულობით-სივრცითი მახასიათებლების ვიზუალური შეცვლა და სივრცის ხარისხობრივად ახლებური აღქმა.

ადაპტაციის ინტერაქტიული გადაწყვეტა თვითორგანიზებად სისტემას წარმოადგენს, რომელშიაც ადამიანის გარემოსთან ურთიერთქმედების შედეგად არქიტექტურული გარსის შიდა ან გარე ტრანსფორმაცია ხდება. შენობა იქცევა აქტიურ ინსტალაციად, სადაც მრავალრიცხოვანი მართვის მოწყობილობები მუდმივ კავშირშია სხვა მართვის მოწყობილობებთან, მათ მომხმარებლებთან და გარემოსთან.

რებლებთან და გარემოსთან.

არსებობს ადაპტირებადი არქიტექტურის სხვაგვარი კლასიფიკაციაც: მოქნილი, დინამიური, ინტერაქტიული, გონიერი და ჭკვიანი.

მოქნილ ადაპტირებად არქიტექტურაში შენობის კომპონენტების რეგულირება ხდება მომხმარებლის პირადი კონტროლით, ანუ თავად კომპონენტს დამოუკიდებლად ცვალებადობის საშუალება არ აქვს. მაგალითად, გასასრიალებელი დარბევით აღჭურვილი ფასადი.

აქტიურ ადაპტირებად კომპონენტებს ესაჭიროება ელექტროობა, განათების შეცვლით ხდება კომპონენტების იერსახის ცვლილება.

დინამიური ადაპტირებადი არქიტექტურა კომპიუტერულ ტექნოლოგიებს მოითხოვს.

ინტერაქტიულ არქიტექტურაში შენობას ორმხრივი კონტაქტი, დიალოგი აქვს მომხმარებელთან ან გარემოსთან. აქ ინტეგრირებული სისტემებია საჭირო. მოქმედება და რეაქცია პროგრამისტის მიერაა განსაზღვრული. ინტერაქტიული ადაპტაცია ციფრული სენსორული სისტემების გამოყენებით ხდება.



ფოტო 2. პნემატური სტრუქტურა „კუნთი“

შენობა არის „გონიერი“ (Intelligent), თუ თანამშრომლობს მომხმარებელთან, ადაპტირდება მისი სურვილების შესაბამისად. გონიერ არქიტექტურაში შენობის კომპონენტების ტრანსფორმაციის ან რეგულირების არჩევა სისტემის მიერ ხდება როგორც გარე სტიმულებზე პასუხი. შენობას შეუძლია კონკრეტულ შემთხვევაში თავისი საკუთარი გადაწყვეტილება მიიღოს. განმეორებად სიტუაციაზე პასუხი შესაძლოა სხვადასხვაგვარად გასცეს. სისტემას შეუძლია ისწავლოს გარემოდან და მიხვდეს რას ანიჭებს მომხმარებელი უპირატესობას.

გონიერი ადაპტირება მაღალი კლასის კომპიუტერულ სისტემებს მოითხოვს.

„ჭკვიანი“ (smart) სისტემები მთლიანად ინტეგრირებულია მომხმარებლის და გარემოს ცხოვრებასა და მოქმედებაში. სისტემას შეუძლია თვითგანვითარება. ჭკვიანი ადაპტირებისთვის საჭიროა ახალი ტექნო-

ლოგიები, რომლის შექმნაზეც ჯერ მუშაობენ.

პომპიდუს ცენტრში 2003-2004 წწ. რასტანდარტული არქიტექტურის გამოფენაზე განსაკუთრებული ინტერესი გამოიწვია დანიური ფირმის მიერ შექმნილმა პნევმატურმა სტრუქტურამ „კუნთმა“ (“Muscle”), რომელიც ციფრული ტექნიკით მართულ გიგანტურ კუნთს ჰგავს. შენობა მოიხრება, დაპატარავდება, გაიზრდება და ფორმას შეიცვლის პროგრამის შესაბამისად. არქიტექტორები ვარაუდობენ, რომ ეს შენობა მრავალგვარი აქტივობისათვის გამოდგება, როგორცაა დისკო ან სატელევიზიო სტუდია ან შეხვედრების ადგილი. „კუნთის“ სინთეტიკური კუნთები მუშაობს, როდესაც ადამიანი სენსორს უახლოვდება. სტრუქტურის მანიპულირების მეორე ხერხია კომპიუტერით ბრძანების გაცემა.

ლიტერატურა

1. Адаптивная архитектура. http://architector.ua/interview/reports/618/Adaptivnaja_arhitektura/
2. **Krakowsky Tali** Interactive Architecture //segd DESIGN No. 22, 2008. <https://segd.org/interactive-architecture>
3. **Leloeveld, C.M.J.L., Voorbij, A.I.M., Poelman, W.A.** Adaptable Architecture. //In: Proceedings of the Building Stock Reactivation 2007, Conference, Session B-2: Adaptable Building, pp. 245-252. http://www.tmu-arch.sakura.ne.jp/pdf/26_proc_bsa_e/Proceedings_pdf/245-252%20031SS_B2-2
4. **Senagala Mahesh** Kinetic, responsive and adaptive: a complex adaptive approach to smart architecture. //In the proceedings of SIGRADI 2005 international conference, Lima, Peru. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.106.7316&rep=rep1&type=pdf>
5. **Шилкова А.О.** Современные тенденции в архитектурном проектировании http://cont-trend-arch-proect.blogspot.com/2014/04/blog-post_1370.html
6. **Verma Sushant** Responsive to Adaptive. The shifting trends in Architecture <http://www.arch2O.com/adaptive-architecture/>

REGULATION OF SOIL MOISTURE IN IRRIGATED AGRICULTURE

I. Kruashvili, A. Davitashvili, I. Inashvili, G. Natroshvili

Email: iraklikruashvili@yahoo.com

Georgian Technical University
M. Kostava str. 77, 0175, Tbilisi, Georgia

INTRODUCTION

Arising capillary filtration anomalies during water movement in active layer of soil is often causes changing of the soil hydrophysical properties and is one of the main problem of the hydroecology.

From the above, foreseeing of surface phenomena in this process enabling us with the study of moisture dynamics in the active layer of soil, forecast microbiophysic processes.

This problem provokes greater interest in the multiple capillary-porous clay soils, which are presented with peculiar hydrophysical processes and a wide spectrum of anomalies. Therefore, calculating hydrogeological parameters, namely the water migration in a soil pores, movement regularity and moisture regulation requires as knowledge of whole range of regularity of hydrophysical

properties variability, as well as the determination of the rheological index.

As the research shows [1, 2], the filtration process regularity in clay soil-ground does not fit the pattern characteristics of Newtonian fluid law's legal framework and reflecting the usage of more general models, namely a different model of linear Darcy law for filtration rate and hydraulic gradient for description of a physical picture of the event. It should be noted, that the present attitude of all the seepage flow calculation, namely the canals, dams, check dams and the bases of hydrotechnical constructions mainly established on the linear law of filtration. On today's performance, anomalous filtration is based on the postulate according to which the free volume of a liquid has resistance for shift deformation in form of initial gradient.

GENERAL PART

Based on the linear law on the distribution of shear stress in the direction perpendicular to the motion of the flow, resistance force (friction force) acting on the lateral surface of the "liquid log", with radius r , and on the basis of the equilibrium conditions of the force of the pressure on the walls, the strain initial resistance can be determined based on the similarity of triangles ΔOA_1B_1 and ΔOAB :

$$\tau_0 = \gamma r. \tag{1}$$

Using the qualitative model of capillary fluid movement, we have:

$$\tau = \tau_0 + K \left(\frac{du}{dy} \right)^n. \tag{2}$$

According of shear stress distribution on the vertical, we can write:

$$\gamma(R - y - r) = K \left(\frac{du}{dy} \right)^n. \tag{3}$$

By the integration of equation (3), distribution of the velocity of capillary on vertical will look like:

$$V_y = \left(\frac{\gamma i}{K} \right)^{\frac{1}{n}} \frac{n}{n+2} \left[(R-r)^{\frac{n+1}{n}} - (R-r-y)^{\frac{n+1}{n}} \right]. \tag{4}$$

When $y = R - r$, the maximum value of velocity will be:

$$V_{\max} = \left(\frac{\gamma i}{K} \right)^{\frac{1}{n}} (R-r)^{\frac{n+1}{n}}. \tag{5}$$

The ratio of local velocity with maximum will be:

$$\frac{V_y}{V_{\max}} = 1 - \left(1 - \frac{y}{R-r}\right)^{\frac{n+1}{n}}. \quad (6)$$

The average velocity in capillary tube by the continuity condition is determined and has the following form:

$$V_{\text{avg}} = \frac{n}{n+1} \left(\frac{\gamma i}{K}\right)^{\frac{1}{n}} (R-r)^{\frac{n+1}{n}} \left(1 - \frac{n}{2n+1} \frac{R-r}{R}\right), \quad (7)$$

where n is the indicator of movement index;

γ – the volumetric weight of water;

K – the coefficient of consistency;

R – the radius of capillary tube;

r – the radius of “liquid log”.

Equation (7) is different from all other similar dependences and in particular the attitudes of the clay suspensions.

The analysis of dependence (7) shows that one of the difficulties here is the defining the value of the movement index, and it requires a special research.

In order to solve the problem, according to the velocity profile in the layer of the gradient, based on the assumptions, if distribution described by a parabolic equation, we get:

$$Y = \alpha V_{\gamma}. \quad (8)$$

The velocity profile area is as follows:

$$S = V \max \left(1 - \frac{R-r}{3R}\right). \quad (9)$$

According (9) and (7) equations equating to the movement index value, when distribution of velocity on the vertical in the form of a parabola $n = 1$.

I.e., when the value of n is equal to 1, non-Newtonian fluid motion becomes conversion in viscous-plastic model of Shvedov-Bingham.

In the average and maximum velocity formulas, the ratio $V_{\text{avg}} / V_{\max}$ will be equal to:

$$\frac{V_{\text{avg}}}{V_{\max}} = 1 - 0.33 \frac{R-r}{R}. \quad (10)$$

In the design model of qualitative function of the velocity, taking into account the value of n , average and maximum velocity values will be respectively equal to:

$$V_{\text{avg}} = \frac{1\gamma i}{2\mu} R^2 \left(1 - \frac{r}{R}\right)^2 \left(1 - \frac{1}{3} \frac{R-r}{R}\right), \quad (11)$$

$$V_{\max} = \frac{1}{2} \frac{\gamma i}{\mu} (R-r)^2 \left(1 - \frac{r}{R}\right)^2. \quad (12)$$

In a case of x number of water pipes, which are located in an orthogonal plane of the cylindrical sample's axis, total discharge will be:

$$Q = V_{\text{avg}} \pi (R-r)^2 x. \quad (13)$$

If equation (11) apply to equation (13), we get:

$$Q = \frac{\pi \gamma i}{2\mu} R^2 \left(1 - \frac{r}{R}\right)^2 \left(1 - \frac{1}{3} \frac{R-r}{R}\right). \quad (14)$$

When the seepage velocity equal to the velocity of the capillary tube, i.e.:

$$V_F = \frac{\gamma i R^2}{2\mu} = Kl. \quad (15)$$

In the case of x pipelines:

$$Q = V_F \pi R^2 x \left(1 - \frac{r}{R}\right)^4 \left(1 - \frac{1}{3} \frac{R-r}{R}\right). \quad (16)$$

If we consider that using the submitted ideal model, the filtration velocity has the form:

$$V_F = K(l-l_0), \quad (17)$$

then the discharge will be equal to:

$$Q = K(l-l_0)\omega. \quad (18)$$

From equation (11), when the water velocity is equal to the seepage velocity coefficient, calculated dependence will look like:

$$K = \frac{\gamma R^2}{2\mu} \left(1 - \frac{r}{R}\right)^4 \left(1 - \frac{1}{3} \frac{R-r}{R}\right). \quad (19)$$

When $r = 0$, calculated dependence (19) has the form:

$$K = 0.08 \frac{\rho g r^2}{\mu}. \quad (20)$$

When $r = R$, then $K = 0$.

Because for x pipelines the discharge has the form:

$$Q = V_F \pi R^2 x \left(1 - \frac{r}{R}\right) \left(1 - \frac{R-r}{R}\right). \quad (21)$$

If equalize equation (18) to equation (21), the ratio between the initial gradient and the velocity gradient will be equal:

$$\frac{l_0}{l} 1 - n \left(1 - \frac{r}{R}\right)^2 \left(1 - \frac{1}{3} \frac{R-r}{R}\right). \quad (22)$$

CONCLUSION

From equation (22) is clear, that the ratio of initial gradient to full-gradient represent the function of the porosity and ratio decreases

with its increasing. On this basis it is available to regulate soil moisture in the irrigated agriculture.

References

1. **Kruashvili I., Kukhalashvili E., Inashvili I., Bziava K., Natroshvili G.** Issues of water filtration anomalies in the soils. //The Ministry of Education and Science, Water Management Institute, Scientific papers No. 67, 2012, pp. 231-236.
2. **Kruashvili I., Kukhalashvili E., Inashvili I., Bziava K., Natroshvili G.** Filtration characteristics in the soil. The Ministry of Education and Science, Water Management Institute, Scientific papers No. 67, 2012, pp. 226-230.

კოლხეთის დაბლობის ცენტრალური ნაწილის ნიადაგების წყალ-ფიზიკური თვისებების ანალიზი მის ათვისებასთან დაკავშირებით

ვლადიმერ შურღაია, ივანე ზაქაიძე, ლენა კეკელიშვილი,
ხათუნა კიკნაძე, ლია მაისაია
Email: vshurgaia@mail.ru

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, 0162, თბილისი, საქართველო

შეჯამება

კოლხეთის დაბლობის დაშრობა-ათვისების პრობლემა გადასატარებელი ამოცანათა ისეთ კატეგორიას ეკუთვნის, რომელიც ეროვნული კეთილდღეობის შემდგომი აღმავლობისათვის საზრუნავ საგანთა შორის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საკითხად უნდა იქნეს მიჩნეული. ამ მიმართულებით გასული საუკუნის 30-იანი წლებიდან 1990 წლის ჩათვლით შესრულებული იქნა ძირითადი სამუშაოები, რომელთა შედეგად წარმოებას საექსპლუატაციოდ სხვადასხვა დროს გადაეცა კოლხეთის დაბლობის დაშრობის პროექტის თანახმად 225,3 ათასი ჰა ფართობი. ამ ფართობის 60% (134,8 ათასი ჰა) გათვალისწინებული იყო სასოფლო-სამეურნეო ათვისებისათვის.

სადღეისოდ მდინარეების შემოდამბვით, მთისპირა დამტკერი არხების გაყვანითა და საკოლექტორო-წყალშემკრები ქსელის მოწყობით, სათანადო ჰიდროტექნიკური ნაგებობებით, დაჭაობების მთელი რიგი მიზე-

ზები მოსპობილია, ნაწილი კი – შეზღუდული. უხვი ნალექები, ვაკე-დაცემული რელიეფის პირობები დღესაც ხელს უწყობს ჭარბტენიანობის შექმნას ნიადაგში. მცენარის ზრდა-განვითარებისათვის ასეთი უარყოფითი პირობების გაუმჯობესებას ვერ ახდენს დაბლობის ცენტრალურ ნაწილში არსებული დამშრობი ქსელი. გარდა არასწორი ექსპლუატაციისა, მისი დაბალი ეფექტი იმითაც აიხსნება, რომ დაპროექტების დროს მხედველობაში არ ყოფილა მიღებული ცალკეული მელიორაციული რაიონის ნიადაგ-გრუნტების თვისებები. სავსებით მართებულია ამჟამად მტკიცედ დამკვიდრებული დებულება, რომ ნიადაგის წყალ-ჰაეროვან რეჟიმზე სათანადო მანჯვენებლების რაოდენობრივი ზუსტი წარმოდგენის გარეშე, არათუ შეუძლებელი, არამედ დაუშვებელიცაა კონკრეტულ პირობებში საჭირო მელიორაციულ ღონისძიებათა ჩატარება [1].

ძირითადი ნაწილი

კოლხეთის დაბლობის ცენტრალური ნაწილი მოქცეულია მდ. რიონი-ხობის წყალთაშუა მდებარე ტერიტორიაზე (90,0 ათასი ჰა.) და მოიცავს წყალშუეთის უწრეტ ჭალებს და ფართო დეპრესიებს, რის გამოც ის მძიმე სამელიორაციო ობიექტს წარმოადგენს. ამ რაიონში გაერთიანებული კორ-

დიან-ჭაობიანი, ლამიან-ჭაობიანი, ეწერ-ჭაობიანი, ეწერ-ლებიანი და მდგლოს-ლებიანი ნიადაგები განვითარებულია გაღებულ თიხიან და მძიმე თიხიან ნაფენებზე. გარდა ბუნებრივი უწრეტობისა, რაც განპირობებულია ვაკე-დაცემული რელიეფით, ამ ტერიტორიის დაჭაობებას ხელს უწყობდა

მდინარეების პერიოდული გადმოსვლა ნაპირებიდან წყალდიდობის დროს, ხშირი, უხვი წვიმები და ნიადაგ-გრუნტის წყლების ძლიერ დახშული გამდინარობა. კოლხეთის დაბლობის პირველადი მელიორაცია სწორედ დაჭაობების ამ მიზეზების ლიკვიდაციაში მდგომარეობდა, რის საფუძველზე შესაძლებელი უნდა გამხდარიყო ისეთი აგრომელიორაციულ ღონისძიებათა სისტემის შემუშავება, რომელიც გააუმჯობესებდა თიხიანი და მძიმე თიხნარი დაჭაობებული ნიადაგების ფიზიკურ-ქიმიურ და წყალმართვ თვისებებს. დაბლობის ცენტრალურ ნაწილში სუბტროპიკული კულტურებისათვის განკუთვნილი ფართობები დაშრობილი იყო დახურული მილოვანი დრენაჟით კვალთან შეთანაწყობით. ზედაპირული და შიდაწიდაგური წრეტის პრინციპზე მოქმედ ამ მოწინავე ტექნოლოგიურ ღონისძიებას უნდა უზრუნველყო მრავალწლიანი კულტურებისათვის დაშრობის ნორმით გათვალისწინებული ერთი მეტრის სისქის ფენაში ოპტიმალური წყალ-ჰაეროვანი რეჟიმი მცენარეების ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის. სადრენაჟო მიღებისათვის ფილტრად გამოიყენებოდა სახნავი ჰუმუსოვანი ფენა. მაგრამ ლაბორატორიულმა და საველე გამოკვლევებმა აჩვენა რომ, სახნავი ფენის ფილტრაციული თვისებები მისი ხანგრძლივი ყოფნისას წყალნაჯერ მდგომარეობაში მკვეთრად მცირდება და ერთი წლის შემდეგ არ განსხვავდება გარემომცველი გრუნტის ფილტრაციული თვისებებისაგან. წარმოებაში გადაცემული ფართობების ექსპლუატაციამ ცხადყო, რომ დაბლობის ცენტრალური ნაწილის მძიმე ნიადაგ-გრუნტებში დიდი რაოდენობის ლამის ფრაქციის შემცველობის გამო ამ მელიორაციულმა ღონისძიებამ ვერ შექმნა სათანადო ჰიდროლოგიური რეჟიმი. ვითარდებოდა მიღების დაღეჟვა და შემდგომ მათი დაცობა, რაც აისახა დამშრობი ქსელის არადამაკმაყოფილებელ მუშაობაზე, და შესაბამისად, ჩაის და სხვა სუბტროპიკული კულტურების ძალზე დაბალ მოსავ-

ლიანობაზე. ნამდვილად მოწინავე ტექნოლოგიური ხერხის მექანიკურად გადმოტანამ ადგილობრივი ნიადაგების ფიზიკური და წყალმართვ თვისებების გათვალისწინების გარეშე არ მოგვცა სასურველი შედეგები კოლხეთის ცენტრალური ნაწილის დაშრობით სისტემაში [2].

უკანასკნელი წლების მანძილზე ინსტიტუტის მიერ განხორციელებული კვლევითი მუშაობა მიმართული იყო, მილოვანი დრენაჟის არასასურველი შედეგების კანონზომიერების გარკვევაში. დრენაჟის ჰიდროლოგიური რეჟიმის შესწავლისათვის საჭირო ექსპერიმენტული სამუშაოები კონცენტრირებული იყო დაბლობის ორ პუნქტში. პუნქტების შერჩევისას მხედველობაში მიღებულ იქნა ის გარემოება, რომ მათი ტერიტორიული გაადგილება მაქსიმალურად მოხდენილი და დაბლობზე არსებული სხვადასხვა ნიადაგების შესატყვისი ყოფილიყო. ამ მიზნით დაკვირვებები ორგანიზებული იქნა ჭალადიდის და ხორგის მასივებზე. ქვემოთ – 1 ცხრილში მოცემული ანალიზის შედეგების განხილვა ნათელ წარმოდგენას გვაძლევს კორდიან-ჭაობიანი და მდელოს დაჭაობებულ ნიადაგებში თიხისა და ლამის ფრაქციის დიდ შემცველობაზე. კერძოდ, ფიზიკური თიხის შემცველობა ზედა 1 მ სისქის ფენაში 80-90%-მდე აღწევს, ლამისა კი – 60%-მდე. ლამის ასეთი დიდი რაოდენობით შემცველობა საბაბს იძლევა რომ ეს ნიადაგები გამოიყოს როგორც ლამიან-ჭაობიანი. აღნიშნული ნიადაგები გაჯირჯვების იმდენად დიდ უნარს იჩენს, რომ მათში აერაცია, წყლის მოძრაობა ძლიერ შეფერხებულია. ამის გამო, დამატებით მოსული ნალექები ნიადაგში ვერ ჩადის, ზედაპირზე დგება და მეტად არასასურველ რეჟიმს ქმნის. ასეთ პირობებში ვითარდება ჭარბტენიანობისა და დაჭაობების მოვლენები. ნიადაგებში გაჯირჯვება შესწავლილია როგორც დაუშლელ ნიმუშებზე, ისე *ვახილევის* მეთოდით წვრილ მიწად ქცეული ნიადაგის მასაზე. გამოკვლევის შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ნიადაგების გრანულომეტრული შედგენილობა

ადგილმდებარეობა	სიღრმე, სმ	ნაწილაკის დიამეტრი, მმ						
		1,0-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,0001	<0,001	
1	2	3	4	5	6	7	8	
ჭალადიდის მასივი	0-10	0,6	5,4	6,3	7,1	27,3	53,3	
	10-25	1,1	0,9	10,4	4,8	22,1	60,7	
	კორდიან-ჭაობიანი ნიადაგი	25-50	0,1	6,0	1,3	5,6	24,8	58,2
		60-75	0,1	1,9	8,9	15,8	34,9	38,4
ხორგის მასივი	75-100	1,6	3,4	13,7	11,1	29,5	40,7	
	0-10	0,4	2,2	13,5	1,6	31,5	50,8	
	15-25	0,5	3,1	11,4	5,6	32,1	47,3	
	მდელოს-ჭაობიანი ნიადაგი	30-45	0,1	0,6	5,9	6,5	22,5	64,4
50-65		0,1	2,6	5,6	4,7	27,8	59,2	
75-100		1,5	0,1	10,6	10,5	41,6	35,7	

ნიადაგების გაჯირჯევა

ადგილმდებარეობა	სიღრმე სმ	ტენიანობა %	გაჯირჯევა %-ით დაუშლელ ნიმუშებზე		გაჯირჯევა %-ით გასილვეის მეთოდით		
			მოცულობითი	მშრალი ნიადაგის მიმართ	გაჯირჯევა	ტენიანობა	
1	2	3	4	5	6	7	
ჭალადიდის მასივი	0-25	71,11	43,29	71,49	22,3	49,5	
	კორდიან-ჭაობიანი ნიადაგი	25-50	73,46	51,62	84,19	25,1	30,1
		50-75	76,68	45,71	91,28	28,5	52,1,
		75-100	83,10	47,72	102,11	29,8	55,
ხორგის მასივი	0-25	76,94	43,31	79,30	20,4	39,9	
	მდელოს ჭაობიანი ნიადაგი	25,50	70,68	41,37	70,01	23,2	47,1
		50-75	72,06	43,37	76,59	26,3	51,2
		75-100	75,90	48,30	93,42	28,0	52,0 1

დაბლობის ცენტრალური ნაწილის ნიადაგების ფიზიკურ და წყალმართვად თვისებებზე წარმოდგენას გვაძლევს ცხრილი №3-ში მოცემული გამოკვლევის შედეგები. ძლიერ მოჭარბებული ტენიანობისა და დიდი გაჯირჯევის გამო ეს ნიადაგები მცირე მოცულობითი წონით ხასიათდება – 0,81-1,10გ/სმ³ ფარგლებში, ხვედრითი წონა კი – 2,70-2,85გ/სმ³-ს უდრის. ასეთი მცირე მოცულობითი და დიდი ხვედრითი წონის

გამო მათი ურთიერთშეფარდებით გამოთვლილი საერთო ფორიანობა 70-71%-მდე აღწევს. კოლხეთის ნიადაგების გაჯირჯევის დიდი უნარის შედეგი უნდა იყოს ის, რომ სრული და კაპილარული ტენტევალობა ხშირად ჭარბობს მის სრულ ფორიანობას. ამ ნიადაგებში სრული ტენტევალობა წონითი პროცენტობით ზოგჯერ 68-80%-მდეც კი აღწევს, ხოლო მოცულობითი – 60-70%-მდე. კაპილარული და ზღვრული

ტენტევალობა, შესაბამისად, 55-77%-ს უდრის. ნიადაგების ფილტრაციული თვისებები, რომელიც ყველა წყალმართვი თვისებების ერთგვარ ინტეგრალურ გამოხატულებას წარმოადგენს, შესწავლილი იყო სუბტროპიკული კულტურების ფესვთა სისტემის განვითარების სიღრმემდე, ცალკეული ფენების მიხედვით: 0-25 სმ, 25-50 სმ და 50-75

სმ. თუ მხედველობაში არ მივიღებთ ზედა 25 სმ-იან ფენას, უფრო ღრმა ფენებში ფილტრაცია ისე მცირეა, რომ ის პრაქტიკულად უმნიშვნელო სიდიდეს წარმოადგენს, საშუალოდ $6,95 \times 10^{-6}$ სმ/წმ, ანუ 0,006 მ/დღე-ღამეში, რაც ნიშნავს, რომ მილოვანი ღრენაჟი ეწყობოდა წყალშეუღწევ შრეში.

ცხრილი 3

აღვიწმობის ტიპი	სიღრმე, სმ.	კუთრი წონა, გ/სმ ³	მოცულობითი წონა, გ/სმ ³	ტენტევალობა, %			ფორიანობა%		ფილტრაციის კოეფიციენტი, 10^{-6} სმ/წმ ჭალადიდის (1) და ხორბის (2) ნიადაგების ფიზიკური და წყალმართვი თვისებები
				სრული	ზღვრული	კაპილარული	საერთო	კაპილარული	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0-25	2,701	0,886	66,57	59,51	62,24	67,10	62,50	316-48
	25-50	2,770	0,880	67,50	62,20	65,15	68,20	65,201	17-4
	50-75	2,849	0,817	67,62	58,87	65,70	71,3	65,70	12-4
2	0-25	2,701	0,826	71,20	58,74	63,70	69,40	63,70	258-41
	25-50	2,770	0,908	71,01	66,70	67,20	67,20	67,20	2-0,6
	50-75	2,849	0,870	71,40	66,71	68,56	69,50	68,60	5-0,9

და ბოლოს, იმის ნათელსაყოფად, თუ რა ბუნებისაა ჩვენი ნიადაგების ჭარბად დატენიანების წყაროები, დამატებით განვიხილოთ ტენზომეტრული განაზომების შედეგები, რომლის გათვალისწინება საჭიროდ მიგვაჩნია დაშრობითი ღონისძიებების დაპროექტებისას. ნიადაგის დიფერენციალური ფორიანობის განსაზღვრის შესაძლებლობა ტენზომეტრული ტენზომით დაფუძნებულია იმაზე, რომ მისით გაზომილი ტენის კაპილარული დაჭიმულობა ნიადაგის ფორების დიამეტრის ეკვივალენტურია. მისი მოქმედების დიაპაზონი მოიცავს ნიადაგის იმ ტენიანობებს, რომლებიც პასუხობს ვერცხლისწყლის სვეტის 60 სმ-მდე კაპილარულ დაჭიმულობას. ეს ზღვარი სრულიად საკმარისია კოლხეთის დაბლობის ნალექებით უხვად დატენიანებული ნიადაგებისათვის.

ნიადაგის ფორების მთლიანი ნაირსახეობა, მათი დიამეტრის სიდიდის მიხედვით, სავსებით შესაძლებელია დაიყოს ოთხ ჯგუფად:

- 1) მაკროფორები $d > 0,25$ მმ – როდესაც T (დაჭიმულობა) ვერცხლისწყლის სვეტის 0,9 სმ-ზე ნაკლებია;
 - 2) მეზოფორები $d = 0,25-0,01$ მმ, $T = 0,9-22$ სმ
 - 3) მიკროფორები $d = 0,01-0,005$ მმ, $T = 22-45$ სმ
 - 4) ულტრამიკროფორები $d < 0,005$ მმ, $T > 45$ სმ
- დიფერენციალური ფორიანობის მონაცემების საფუძველზე (ცხრილი №4) შესაძლებელია ნიადაგში წყლის მარაგის კატეგორიებად დაყოფა: მცენარეებისათვის მისაწვდომი, მოძრაობის უნარით, ნიადაგის მიერ შეკავების ძალით. ნიადაგის ტენის ამგვარი დაყოფა მოცემულია შემდეგი სახით:
- 1) მაკროფორების გრავიტაციული წყალი – ფრიად მოძრაი, იოლად მისაწვდომი, ნიადაგის მიერ შეუკავებელი;
 - 2) მეზოფორების კაპილარული წყალი – მოძრაი, სავსებით მისაწვდომი, ნიადაგის მიერ სუსტად შეკავებული;
 - 3) მიკროფორების კაპილარული წყალი –

**კოლხეთის დაბლობის ცენტრალური ნაწილის ნიადაგების
წყალ-ფიზიკური თვისებების ანალიზი მის ათვისებასთან დაკავშირებით**

პრაქტიკულად უძრავი, ნიადაგის მიერ რავი, მცენარისთვის თითქმის მიუწვდომელი, შეკავებული, მისაწვდომი;

4) ავსკური წყალი – აღსორბირებული, უძ-

ცხრილი 4

ნიმუშის აღების ადგილი	სიღრმე (სმ)	საერთო ფორიანობა (%)	მოცულობაში ფორების შემცველობა (%)				ფორების შემცველობა % საერთო ფორიანობიდან			
			მაკროფორები >0,25მმ	მეზოფორები 0,25÷0,01 მმ.	მიკროფორები 0,01÷0,005 მმ.	ულტრამიკროფორები <0,005 მმ	მაკროფორები >0,25 მმ	მეზოფორები 0,25÷0,01 მმ.	მიკროფორები 0,01÷0,005 მმ.	ულტრამიკროფორები <0,005 მმ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ს. ჭალადი	0-10	68,33	1,53	7,07	5,76	53,97	2,2	10,3	8,5	79
	0-10	64,19	3,56	9,07	3,60	47,96	5,5	14,1	5,8	74,6
	0-10	64,46	2,63	11,20	4,32	46,31	4,1	17,3	6,7	71,9
	23-28	68,42	0,52	3,90	5,50	58,50	0,8	5,2	6,8	85,2
	47-52	62,72	0,72	3,90	3,65	54,45	1,2	6,2	5,8	86,8
	45-55	68,25	0,91	5,09	6,00	56,25	1,3	7,5	5,8	87,4
ს. ხორვა	0-10	56,81	–	6,19	5,85	44,77	–	10,9	10,3	78,8
	0-10	54,92	1,26	3,14	2,49	48,03	2,3	5,7	4,5	87,5
	10-20	64,83	4,49	6,30	3,03	51,01	6,9	9,7	4,7	78,7
	10-20	66,92	8,41	6,20	3,62	48,69	12,6	9,3	5,4	72,7
	10-20	62,74	2,42	7,05	3,50	49,77	3,8	11,2	5,7	79,3

ცხრილი 5

ეკვივალენტური ფორები	ჯგუფი	I	II	III	IV
	დიამეტრი, მმ	> 0,25	0,25 - 0,01	0,01 – 0,005	< 0,005
გაჯერებისას შევსებული ფორების მოცულობიდან %		4	7	10	79

ცხრილი 6

**ნიადაგის ფორების ზომები და ტენის დაჭიმულობა
(გერმანული კლასიფიკაციით) [3]**

ფორების ზომები	ნიადაგში წყლის რეჟიმზე გავლენა	ფორების ეკვივალენტური დიამეტრი, მკ	ტენის დაჭიმულობა	
			pF	წყლის სვეტი, სმ
მსხვილი	ჩქარი დრენირება	> 50	< 1,8	< 60
საშუალო	ნელი დრენირება	50 – 10	1,8 – 2,5	60 ÷ 350
წვრილი	მცენარისათვის მისაწვდომი წყალი	10 – 0,2	2,5 – 4,2	350 ÷ 15000
ძალიან წვრილი	მცენარისათვის მიუწვდომელი წყალი	< 0,2	> 4,2	> 15000

საცდელ უბნებზე

ფორების ზომები	ნიადაგში წყლის რეჟიმზე გავლენა	ფორების ეკვივალენტური დიამეტრი, მკ	ტენის დაჭიმულობა	
			pF	წყლის სვეტი, სმ
მსხვილი	ჩქარი დრენირება	> 250	1,1	12
საშუალო	ნელი დრენირება	250 ÷ 10	2,5	297
წვრილი	მცენარისათვის მისაწვდომი წყალი	10 ÷ 5	2,8	607

ცხრილების (4,5) მონაცემები აჩვენებს, რომ ტენზომეტრული მეთოდით განსაზღვრული დიფერენციალური ფორიანობა საკმაოდ ზუსტად ასახავს ექსპერიმენტული პუნქტების ნიადაგების თავისებურებებს. ზემოთ მოხსენიებული ნიადაგები გამოირჩევა მიკრო და ულტრამიკრო ფორების მაღალი მოცულობით (89%). მაშინ, როცა მფილტრავ მაკროფორებს ($d > 0,25$ მმ) და ფორებს დიამეტრით $> 0,01$ მმ, რომლებიც წარმოადგენს აქტიური მეზოფორების ქვედა ზღვარს, უკავიათ სულ 11%. ამ ნიადაგებში ძირითადად მოქმედებს სორბციური ძალები, რაც დიდი რაოდენობით ბმული წყლის არსებობის ნიშანია. ფიზიკურად ბმული წყალი იმყოფება სიმძიმის ძალაზე მნიშვნელოვნად აღმატებულ ნიადაგის ნაწილაკებთან მიზიდულობის მოლეკულური ძალების გავლენის ქვეშ, არ გამოედინება სადრენაჟო ნაგებობაში და ამიტომ შეუძლებელია მისი ნიადაგიდან მოცილება (ცხრ. 6, 7). ამასთან ერთად, ბუნებრივ პირობებში კაპილარულ წყალს წარმოადგენს კაპილარული ზონის წყალი, რომელიც განთავსებული

ლია უშუალოდ ლებიანი შრის წყლების დონის ზემოთ. ის ჩვეულებრივ განაპირობებს ამ ზონაში მომატებულ ტენიანობას. თავისი თვისებებით კაპილარული წყალი ხასიათდება იმით, რომ ის არ გაედინება სადრენაჟო ნაგებობებში, მისი გადაადგილება ხორციელდება სიმძიმის ძალისაგან დამოუკიდებლად. ამრიგად, შეიძლება ითქვას, რომ ზემოთ განხილულ თიხოვან გრუნტებში ბმული წყალი წარმოდგენილია ძირითადად აღსორბირებულ და ნაწილობრივ კაპილარული წყლის სახით. ამიტომ გასაგები ხდება ცნობილი ფაქტები, როცა ამა თუ იმ უბნის ტერიტორიის დასაშრობად გაშენებულ სადრენაჟო სისტემას არ გაჰყავდა წყალი. როგორც ჩანს მათში არ იყო თავისუფალი – გრავიტაციული წყალი. ზემოთ აღნიშნულიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ მილოვანი დრენაჟით დაშრობას შეიძლება მნიშვნელობა ჰქონდეს ძირითადად მსხვილმარცვლოვან ნიადაგებში, სადაც კაპილარული „გაჯერების“ ზონა მცირე სიმაღლისაა [4].

დასკვნა

კოლხეთის დაბლობის ცენტრალური ნაწილის ჭარბტენიანი ნიადაგების ფართობები მიზანშეწონილია ათვისებული იქნეს ერთწლიანი კულტურებით. ნიადაგ-კლიმატური პირობების და არსებული დამშრობი ქსელის არადაამაკმაყოფილებელი მუშაობის გამო, ამ ფართობებზე გაშენებული სუბტროპიკული კულტურები არ არის უზრუნ-

ველყოფილი ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის საჭირო ოპტიმალური წყალ-ჰაეროვანი რეჟიმით. ამიტომ საჭიროდ მიგვაჩნია არსებული მელიორაციული სისტემების ისედაც აუცილებელი რეკონსტრუქცია (30-40 წელზე მეტია გასული მათი წარმოებაში ჩაბარების დღიდან) და ისეთი დაშრობითი ხერხების გამოყენება, რომლებიც

შეესაბამება ერთწლიანი კულტურების აგრობიოლოგიურ მოთხოვნებს და ქმნის ნიადაგში მათთვის სასურველ ჰიდროლოგიურ რეჟიმს. ამ შემთხვევაში განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია დრენაჟის ტიპის და კონსტრუქციის მეცნიერული დასაბუთება

და პარამეტრების გაანგარიშების მეთოდის სრულყოფა, რომელშიც უფრო სრულად იქნება გათვალისწინებული დასაშრობი ტერიტორიის ბუნებრივი პირობები, ჭარბტენიანობის წარმოქმნის მიზეზები და მათი აღმოფხვრის ხერხები [2].

ლიტერატურა

1. მოწერელია ა. კულტურტექნიკა და აგრომელიორაცია კოლხეთის დაბლობის დაშრობილ მიწებზე. „საბჭოთა საქართველო“, თბილისი, 1986, 186 გვ.
2. Шургая В.Ш., Закаидзе И.Г., Кекелишвили Л.Г. Пути совершенствования структуры сельскохозяйственных угодий на переувлажнённых землях Колхидской низменности. //Сб. научных трудов №67 Института водного хозяйства Грузинского технического университета, Тбилиси, 2012, стр.198-202.
3. Эггельсманн Р. Руководство по дренажу. Москва, "Колос", 1984, 247 с.
4. Гуменский Б.М. Основы физикохимии глинистых грунтов и их использование в строительстве. Л.,М., 1965, 255 с.

2013-2014 წლებში ბორჯომის ნახანძრავლ ხეობაში განხორციელებული
საველე-ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები *

გოგა ჩახაია, გივი გავარდაშიელი, ზურაბ ვარაზაშიელი,
შალვა ბოსიკაშიელი, რობერტ ღიაკონიძე, ლევან წულუკიძე,
ირინა ხუბულავა, გიორგი ომსარაშიელი
Email: gogachaxaia@mail.ru

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, 0162, თბილისი, საქართველო

შესავალი

როგორც მოგეხსენებათ, 2008 წლის აგვისტოს თვეში საქართველოს ტერიტორიაზე რუსეთის ავიაციის მიერ ხანძრის წარმომქმნელი ჭურვების ჩამოყრის შედეგად განადგურდა კურორტ ბორჯომის, კასპის რაიონის სოფელ ხანდაკის, სურამის, კიკეთის, ხაიშის, ატენის ტყის მასივები, ხარაგაულის ეროვნული პარკი და ცენტრალური ავტომაგისტრალის მიმდებარე ფიჭვნარი. ეკოციდის შედეგად დაზარალებული რეგიონებიდან ჩვენი კვლევის საგანს წარ-

მოადგენს ბორჯომის ხეობა, რადგან განადგურებული ტყის ფართობმა მარტო ამ ხეობაში 950 ჰა-ს მიაღწია (სულ საქართველოს მასშტაბით განადგურდა 1100 ჰა ტყის მასივი) და სასიცოცხლო ფუნქცია შეუწყდა 290 000 მ³ ხე-ტყეს [1]. ბორჯომის ნახანძრავლ მთის ფერდობებზე მთლიანად განადგურდა ბალახოვანი საფარი და „წითელ ნუსხაში“ შეყვანილი კავკასიის ენდემური სახეობა – უთხოვარი (სურ. 1).



სურ. 1. ეკოციდის შედეგი (ბორჯომის განადგურებული ტყე)

* პროექტი განხორციელდა შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის (გრანტი №30/01) და სტუ-ს ფინანსური მხარდაჭერით. წინამდებარე პუბლიკაციაში გამოქვეყნებული ნებისმიერი მოსაზრება ეკუთვნის ავტორს და შესაძლოა არ ასახავდეს შოთა რუსთაველის ეროვნული ფონდის ინტერესებს.

შექმნილი სიტუაციიდან გამომდინარე, მცენარეული საფარის გარეშე დარჩენილ მთის ფერდობებზე მნიშვნელოვნად გააქტიურდა ეროზიულ-დვარცოფული მოვლენები, რაც განადგურებით ემუქრება ბორჯომის უნიკალურ ეკოსისტემას და საფრთხეს

უქმნის დასახლებულ პუნქტებს, რის გამოც გაუარესდა ადგილობრივი მოსახლეობის სოციალურ-ეკონომიკური მდგომარეობა, იკლო დამსვენებლებისა და ტურისტების ნაკადმა.

პირითაღი ნაწილი

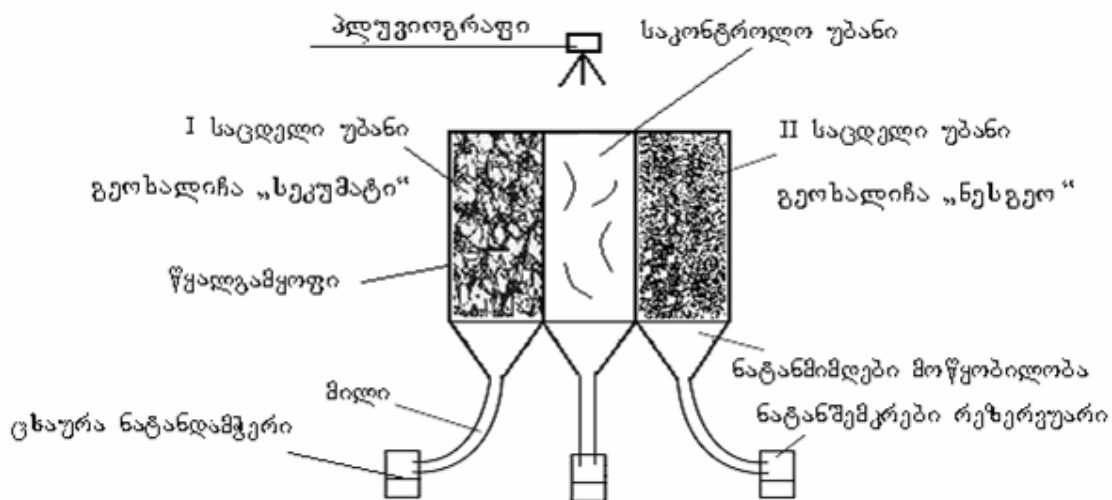
ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე, საჭიროა შეირჩეს ნიადაგის დეგრადაციის საწინააღმდეგო თანამედროვე ეფექტური ღონისძიება, რომლის მეშვეობითაც შესაძლებელი იქნება ბორჯომის უნიკალური ბიომრავალფეროვნების სწრაფი ტემპით აღდგენა.

სწორედ ამ მიზნით, ბორჯომის ნახანძრავ ხეობაში წარმოქმნილი სენსიტიური უბნების მოწყვლადობის შესაფასებლად ჩვენს მიერ განხორციელდა საველე ექსპედიციები, რომლის შედეგად შერჩეულ იქნა საკვლევი პოლიგონის მოსაწყობად საჭირო ძლიერ ეროზირებული ფერდობი.

შერჩეულ ნახანძრავ ფერდობზე მოეწყო ნიადაგის ეროზიის დინამიკისა და მისი საწინააღმდეგო ღონისძიებების ეფექტურობის საკვლევი ინტეგრირებული პოლიგონი (სურ. 2), რომელიც შედგება სიმეტრიულად განლაგებული, ტოლი ფართობის მქონე 2 საცდელი და 1 საკონტროლო უბნისაგან, რომლის საშუალებითაც, საველე პირობებ-

ში, საცდელ უბნებზე, შესწავლილ იქნა მსოფლიოში აპრობირებული გეოხალიჩა „სეკუმატი“-ს და ჩვენ მიერ შექმნილი ინოვაციური გეოხალიჩა „ნესგეო“-ს ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო ეფექტურობა (აღნიშნული გეოხალიჩები როგორც ღირებულებით – 1მ² „სეკუმატი“-ს ღირებულება 7,74 ევროა [2], 1მ² „ნესგეო“-ს ღირებულება – 1,0 ევრო, ასევე ფერდობზე მონტაჟის სირთულითაც განსხვავდებიან).

ეროზირებულ ფერდობზე საკვლევი ინტეგრირებული პოლიგონი მოეწყო შემდეგნაირად: საკვლევი პოლიგონის I საცდელი უბნის ეროზირებული ნიადაგ-გრუნტის ზედაპირზე დაფენილ იქნა გეოსინთეტიკური მასალისაგან დამზადებული, ლაბორინთისებრი სტრუქტურის მქონე გეოხალიჩა „სეკუმატი“, მასში ჩათესილ იქნა ბორჯომის ხეობაში გავრცელებული, უნიკალური ენდემური ჯიშის ბალახოვანი და ხე-ბუჩქოვანი მცენარეების გაღვივებული თესვები.



სურ. 2. საკვლევი ინტეგრირებული პოლიგონის სქემა

II საცდელი უბნის ეროზირებული ნიადაგ-გრუნტის ზედაპირზე დაფენილ იქნა ჩვენს მიერ შექმნილი, ნატურალური ბამბისა და მარლის შრისაგან შემდგარი ინოვაციური გეოხალიჩა „ნესგეო“, რომელთა შრეებს შორის მოთავსდა ბორჯომის ხეობაში გავრცელებული, უნიკალური ენდემური ჯიშის ბალახოვანი და ხე-ბუჩქოვანი მცენარეების გაღვივებული თესვები, ხოლო საკონტროლო უბანზე განხორციელდა ეროზიული პროცესების დინამიკის შესწავლა, სხვადასხვა ინტენსივობის ნალექების ფორმირებისას.

ჩვენს მიერ დამუშავებული საკვლევი ინტეგრირებული პოლიგონის შესაძლებლობები უნიკალურია, რადგან მის ფარგლებში ერთდროულად ხდება როგორც ნიადაგის ეროზიის დინამიკის შესწავლა, ასევე ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო 2 ერთმანეთისაგან განსხვავებული გეოხალიჩის ეფექტურობის დადგენა.

ეროზირებულ ფერდობზე მოწყობილი, საკვლევი ინტეგრირებული პოლიგონის მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში: პოლიგონის საზღვრებში მოსული ნალექების ინტენსივობის განსაზღვრა ხდება საკვლევი ინტეგრირებული პოლიგონის ახლოს დამონტაჟებული პლუვიოგრაფის საშუალებით. პოლიგონის საკონტროლო და საცდელ

უბნებზე მოსული ინტენსიური ნალექის შედეგად ფორმირებული მყარი და თხიერი ჩამონადენი ნატანმიმღებისა და მიღების საშუალებით გადაედინება ნატანშემკრებ რეზერვუარში, სადაც ცხაურა ნატანდამტკერზე დაილექება მყარი ჩამონადენი, რომლის სათანადო ტემპერატურაზე გამოშრობის შემდეგ განისაზღვრება მისი მოცულობა. ამის შემდეგ საკვლევი პოლიგონის ორივე საცდელი უბნიდან ცალ-ცალკე მიღებული მყარი ჩამონადენის მოცულობები შედარდება საკონტროლო (ეროზირებული) უბნიდან ჩამოდინებულ მყარი ჩამონადენის მოცულობებთან, საიდანაც განისაზღვრება ორივე გეოხალიჩის ეროზიის საწინააღმდეგო ეფექტურობის მახასიათებელი.

ხემოაღნიშნული პრინციპის გათვალისწინებით, ბორჯომის ხეობის ნახანძრავ მთის ფერდობზე მოწყობილ ინტეგრირებულ პოლიგონზე საკვლევი კვლევები განხორციელდა შემდეგნაირად (სურ. 3): საცდელ უბნებზე დამონტაჟებულ გეოხალიჩებში ჩათესილ იქნა ბორჯომის უნიკალური ენდემური ჯიშის ბალახოვანი და ხე-ბუჩქოვანი მცენარეების თესლი. მცენარეების ზრდის დინამიკის და საკონტროლო უბანზე ფორმირებული ნალექარეგების პარამეტრების (სიღრმე, სიგანე) ცვლილებების აღნუსხვა ხდებოდა გაზომვების საშუალებით (სურ. 4, 5, 6, 7).



სურ. 3. ეროზირებულ ფერდობზე დამონტაჟებული საკვლევი პოლიგონის საერთო ხედი



სურ. 4. საკვლევი ინტეგრირებული პოლიგონის II საცდელი უბანზე ამოსულ ბალახოვან მცენარეთა ზრდის დინამიკის დადგენა



სურ. 5. საკვლევი ინტეგრირებული პოლიგონის II საცდელ უბანზე ამოსულ ხე მცენარეთა ზრდის დინამიკის დადგენა



სურ. 6. საკვლევი ინტეგრირებული პოლიგონის საკონტროლო უბანზე ფორმირებული ნაღვარევის სიგანების (h, B) დადგენა



სურ. 7. საკვლევი ინტეგრირებული პოლიგონის საკონტროლო უბანზე ნაღვარევის სიღრმის დადგენა

საკვლევი პოლიგონის საკონტროლო უბანზე ფორმირებული ნაღვარევების პარამეტრების ცვლილების შესახებ მიღებული მონაცემების გამოყენების საფუძველზე განხორციელდა ნიადაგის ეროზიული პროცესების დინამიკის სიმულაციური მოდელირება, რაც საშუალებას გვაძლევს ვიზუალური წარმოდგენა გვქონდეს ბორჯომის ხეობაში უკონტროლოდ მიტოვებული ნიადაგის დეგრადაციის პროცესებზე.

საკვლევი ინტეგრირებული პოლიგონის საცდელი და საკონტროლო უბნები მონტაჟიდან წელიწადნახევრის ნაჩვენებია სურ. 8-ზე.

ბორჯომის ნახანძრავ მთის ფერდობზე ჩვენ მიერ მოწყობილ საკვლევი ინტეგრირებულ პოლიგონზე, წელიწადნახევრის განმავლობაში განხორციელებული საველე კვლევის შედეგები მოცემულია ცხრილში 1.



სურ. 8. საკვლევი პოლიგონის საერთო ხედი მონტაჟიდან წელიწადნახევრის შემდეგ

ცხრილი 1

საკვლევი ინტეგრირებული პოლიგონზე წელიწადნახევრის განმავლობაში განხორციელებული საველე კვლევის შედეგები

საკვლევი პოლიგონის უბნები	კვლევის პერიოდში ბალახოვან მცენარეთა საშუალო სიმაღლე (სმ)	კვლევის პერიოდში ბუჩქოვან მცენარეთა საშუალო სიმაღლე (სმ)	კვლევის პერიოდში ხე-მცენარეთა საშუალო სიმაღლე (სმ)	კვლევის პერიოდში ჩამოდინებული მყარი მასის ჯამური მაჩვენებელი (კგ)	საკონტროლო უბანზე ფორმირებული ნაღვარევის სიგანეთა ცვლილება, h (სმ)	საკონტროლო უბანზე ფორმირებული ნაღვარევის სიგანეთა ცვლილება, B (სმ)
I საცდელი უბანი	14,4	–	–	0,3	–	–
საკონტროლო უბანი	–	–	–	6,73	1–5	2–21
II საცდელი უბანი	26,4	18,0	13,1	0	–	–

დასკვნა

ბორჯომის ხეობაში ნახანძრავლ მთის ფერდობებზე მიმდინარე ეროზიული პროცესების შესაჩერებლად და იქ არსებული ბიომრავალფეროვნების აღსადგენად ჩვენ მიერ განხორციელებული საველე კვლევების შედეგად დადგინდა:

1. საკვლევი ინტეგრირებული პოლიგონის საკონტროლო უბანზე მიმდინარე ეროზიულ პროცესებზე დაკვირვების მონაცემუ-

ბი (ნაღვარელების პარამეტრების ცვლილება დროსა და ნაღვეების ინტენსივობასთან კავშირში) დამუშავებულ იქნა კამერალურად, რომლის საფუძველზე განხორციელდა საკონტროლო უბანზე მიმდინარე ეროზიული პროცესების სიმულაციური მოდელირება (შედგენილია პროგრამული ფაილი), რაც წარმოადგენს ეროზიული პროცესების ვიზუალიზაციას.

2. საკვლევე ინტეგრირებულ პოლიგონზე, გეოხალიჩებზე განხორციელებული საველე კვლევის დროს გამოვლინდა ეროზიის საწინააღმდეგო შესაძლებლობების თვალსაზრისით, შემდეგი დადებითი და უარყოფითი მახასიათებლები:

ა) I საცდელი უბნის 4 მ² ფართობზე დამონტაჟებულ გეოხალიჩა “სეკუმატ“-ის ზედაპირზე, საველე კვლევების დასრულების დროისათვის, 2 მ² ფართობზე აღმოცენდა მხოლოდ ბალახოვანი მცენარეები (გეოხალიჩის ფართობის 50%).

ბ) II საცდელი უბნის 4 მ² ფართობზე დამონტაჟებულ გეოხალიჩა “ნესგეო“-ს ზედაპირი, საველე კვლევების დასრულების დროისათვის, მთლიანად დაფარული იქნა მასზე აღმოცენებული ბალახოვანი და ხემცენარეებით, ხოლო რაც შეეხება ბუჩქოვან მცენარეებს, ისინი აღმოცენდნენ, მაგრამ ნახანძრავ ფერდობზე არსებულ აგრესიულ გარემოსთან ადაპტაცია ვერ მოახდინეს და კვლევის დაწყებიდან რამდენიმე

თვეში დაიწყო მათი ფიზიოლოგიურ-ფიზიკური მდგომარეობის შეუქცევადი რეგრესის პროცესი.

გ) აღსანიშნავია, რომ გეოხალიჩა “ნესგეო“-თი დაფარული II საცდელი უბნიდან, როგორც მოსალოდნელი იყო, მყარი ჩამონადენის ოდენობა არ ფიქსირდებოდა, ხოლო გეოხალიჩა “სეკუმატ“-ით დაფარული I საცდელი უბნიდან კვლევის პერიოდში ფიქსირდებოდა მცირე ოდენობის მყარი ჩამონადენი.

3. კვლევის შედეგებმა, როგორც ვვარაუდობდით, გვიჩვენა, რომ მსოფლიოში ცნობილ გეოხალიჩა “სეკუმატ“-თან შედარებით გეოხალიჩა “ნესგეო” გამოირჩევა ეროზიის საწინააღმდეგო ეფექტურობითა და მოწყვლად ფერდობზე ბიომრავალფეროვნების აღდგენის მეტი შესაძლებლობით. აქედან გამომდინარე, იგი შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს ბორჯომის ნახანძრავ ფერდობებზე ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგოდ და ბიომრავალფეროვნების აღსადგენად.

ლიტერატურა

1. <http://moe.gov.ge>
2. http://www.bitbau.at/preislisten/pdf/pr_bitbau_geotex_5.pdf

თოვლის ზვავის საწინააღმდეგო გამჭოლი ტიპის ნაბეობის შეფასება

გოგა ჩახაია, ლევან წულუკიძე, ზურაბ ვარაზაშვილი,
ედუარდ კუნალაშვილი, თამრიკო სუპატაშვილი, ირინა ხუბულავა,
გიორგი ომსარაშვილი, ოთარ ოქრიაშვილი
Email: gogachaxaia@mail.ru

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, 0162, თბილისი, საქართველო

შესავალი

თოვლის ზვავები ყოველწლიურად მნიშვნელოვან ზარალს აყენებენ საქართველოს მთიან რეგიონებს და საფრთხეს უქმნიან ადამიანთა სიცოცხლეს. თოვლის ზვავები ხშირად ფორმირდებიან დასახლებული პუნ-

ქტების, სატრანსპორტო და ენერგოდერეფნების მიმდებარე ფერდობებზე, აქედან გამომდინარე, მათი მართვის მექანიზმების შემუშავება მნიშვნელოვან ამოცანას წარმოადგენს ზვავსაშიში რეგიონებისათვის.

პირითაღი ნაწილი

დასავლეთ საქართველოში თოვლის ზვავები უფრო ხშირია, ვიდრე აღმოსავლეთ საქართველოში, რაც უხვი ატმოსფერული ნალექის რაოდენობასთან ერთად ფერდობების დიდი დახრილობით არის განპირობებული. შედარებით სრული და დეტალური ინფორმაციის მოპოვება ზვავების ჩამოსვლის შესახებ შესაძლებელი გახდა მას შემდეგ, რაც საქართველოს ყოფილ სამხედრო გზაზე მე-19 საუკუნეში დაიწყო რეგულარული სატრანსპორტო მოძრაობა. საქართველოს ტერიტორიაზე დაფიქსირებული თოვლის ზვავებიდან შეიძლება აღინიშნოს რამდენიმე მნიშვნელოვანი მოვლენა:

- 1850 წლის 7 მარტს თოვლის ზვავისგან დაიღუპა სოფელ გინათის 68 მცხოვრები;
- 1932 წლის 14 თებერვალს ზვავმა სოფელ არაშენდაში 112 ადამიანის სიცოცხლე შეიწირა;
- ძლიერი თოვლის ზვავი დაფიქსირდა 1987 წელს მულახის საკრებულოში (ზემო სვანეთი), რომლის შედეგადაც დაიღუპა 27 ადამიანი და დაინგრა რამდენიმე

მე შენობა. ზვავის მოცულობა 1.5 მლნ. მ³ იყო, ხოლო სიღრმე – 80-100 სმ [1].

საქართველოში თოვლის ზვავების განსაკუთრებული სიმძლავრის აქტიუობა აღინიშნა მე-20 საუკუნის 70-იანი წლებიდან კავკასიონის ქედის ფერდობებზე და მთიან აჭარაში. კერძოდ, ძლიერი ზვავების ჩამოსვლას ადგილი ჰქონდა 1975–1976, 1986–1987 და 1996–1998 წლებში.

თოვლის ზვავის საფრთხეების მონაცემთა ბაზის მიხედვით, საქართველოში 5 000-მდე თოვლის ზვავწარმოქმნელი კერაა. თუმცა ციფრული ინფორმაცია მხოლოდ 620 თოვლის ზვავზე მოიპოვება. აღრიცხული ზვავების რაოდენობა და ზარალი 1995-2010 წლებში ნახვენებია 1 ცხრილში [1].

თოვლის ზვავის საფრთხის ვიზუალიზაციისათვის, სივრცული მრავალკრიტერიუმული შეფასების მეთოდის გამოყენების საფუძველზე შექმნილია საქართველოში თოვლის ზვავის საფრთხის რუკა [1], სადაც შეფასების მიზნით გათვალისწინებულია

აღრიცხული თოვლის ზვავის შემთხვევები 1995-2010 წლებში

წლები	თოვლის ზვავები		
	დაფიქსირებული მოვლენების რაოდენობა	უარყოფითი შედეგი	
		მლნ. ლარი	ადამ. დანაკ.
1995	8	3.2	2
1996	6	3.8	3
1997	10	4.2	0
1998	9	3.9	2
1999	12	3.7	1
2000	7	2.1	1
2001	6	3.5	1
2002	8	1.5	0
2003	8	2.1	2
2004	10	4.8	1
2005	14	4.5	3
2006	12	2.5	0
2007	10	3	1
2008	4	1.9	0
2009	6	2.8	2
2010	8	2.4	1
სულ	138	49.9	20

მხოლოდ ზვავწარმოქმნელი კერები და თავად ზვავების გავრცელების არე. ანალიზისთვის გამოყენებულია რამდენიმე საბაზისო მონაცემი: სიმაღლე, ფერდობების დახრა და რელიეფის ფორმების მონაცემები (სურ. 1).

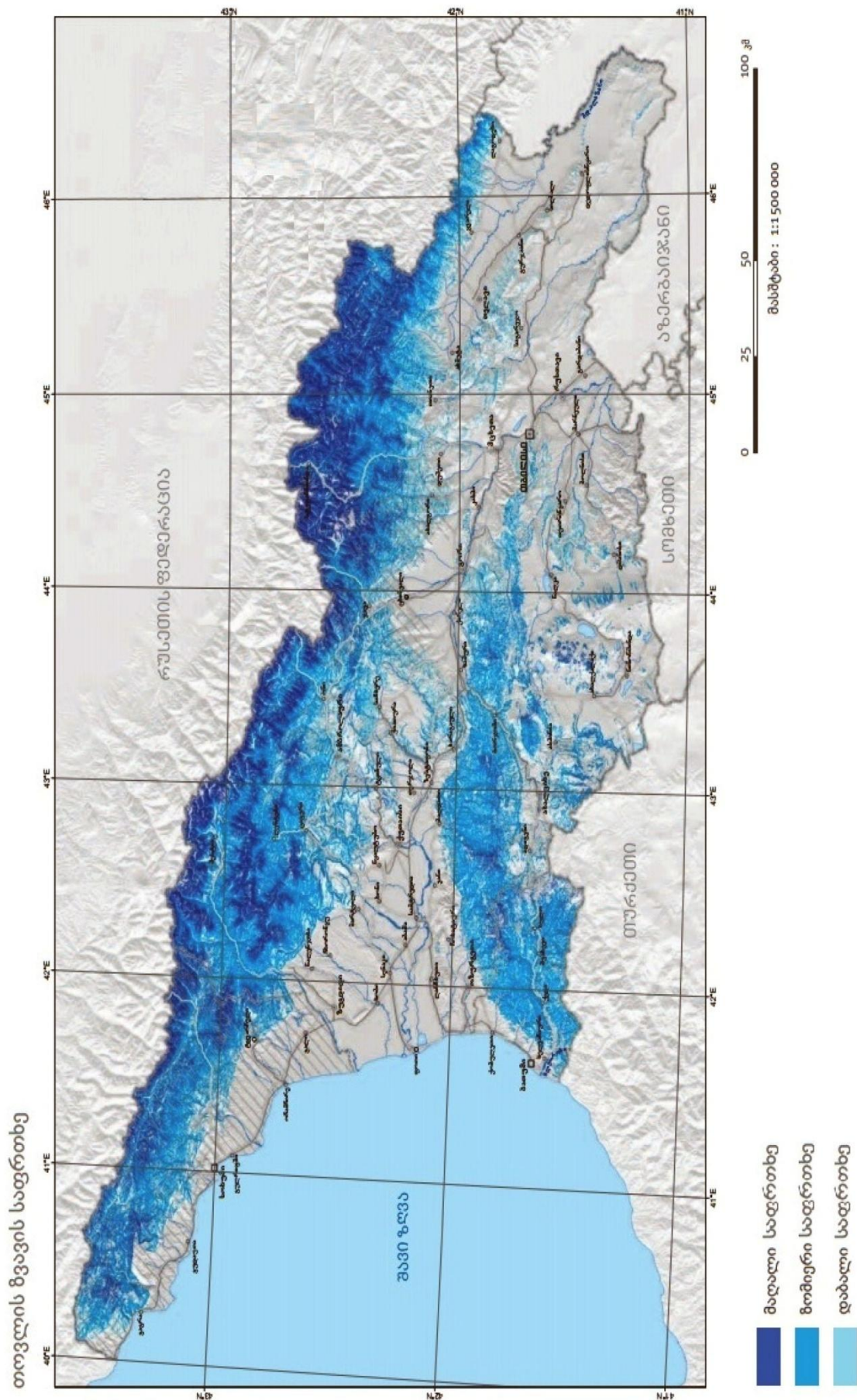
მიღებული შედეგების მიხედვით, საქართველოს ტერიტორიის 10% აღმოჩნდა მაღალი საფრთხის თოვლის ზვავწარმოქმნელი კერის ზონაში, 22% – ზომიერი, ხოლო 6% – დაბალი რისკის ზონაში. შესაბამისად, 62% არ წარმოადგენს ზვავწარმოქმნელ კერას [1].

აქვე აღსანიშნავია, რომ საქართველოს ნახევრადუდაბნო ტერიტორიებზე იშვიათად, მაგრამ მაინც მიღებულ იქნა ზვავსაშიში კერები. თოვლის საფარის სივრცითი და დროითი განაწილების, თოვლის სიღრმის, ჰივსომეტრიის, ფერდობთა დახრილობის, ექსპოზიციისა და ა.შ. მონაცემების ანალიზის

შედეგად აღმოჩნდა, რომ თეორიულად შესაძლებელია ზემოთ აღნიშნულ არეალებში თოვლის ზვავის წარმოქმნა.

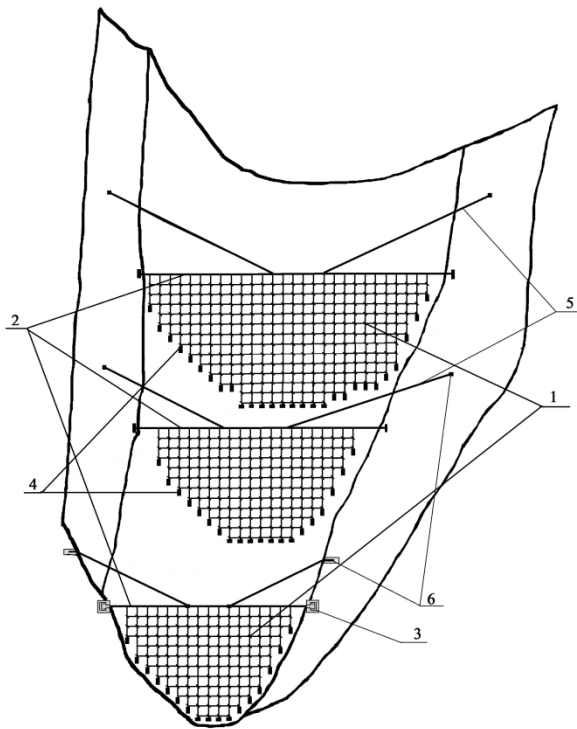
შექმნილი სიტუაციიდან გამომდინარე, საჭიროა თოვლის ზვავების ეფექტური მართვის მექანიზმების შემუშავება [2].

სწორედ ამ მიზნით, ჩვენ მიერ შემოთავაზებულია თოვლის ზვავის საწინააღმდეგო გამჭოლი ტიპის ნაგებობა (სურ. 2, 3), რომელიც შედგება ცხაურა ფორმით შეერთებული ლითონის ბაგირებისაგან (1). აღნიშნული ცხაურა ჩამოკიდებულია ხევის მარცხენა და მარჯვენა ფერდობებზე ჩამაგრებულ ლითონის მილზე (2), რომელიც ნაგებობაზე თოვლის ზვავის ზემოქმედებისას იწყებს თავისი ღერძის გარშემო ბრუნვით მოძრაობას, მის ბოლოებზე განთავსებული სახსრული ჩამაგრებების (3) საშუალებით. ლითონის ცხაურას ქვედა დაბოლოებებზე ჩამოკიდებულია ტვირთები (4), რომლებიც



სურ. 1. საქართველოს თოვლის ზეგვის საფართის რუკა

საჭიროა ნაგებობაზე თოვლის ზვავის ზემოქმედებისას ე.წ. ხახუნის მექანიზმის გასაძლიერებლად. ნაგებობაზე თოვლის ზვავის ზემოქმედებით გამოწვეული ვერტიკალური და ჰორიზონტალური დატვირთვების შედეგად, ლითონის მილის დეფორმაციის თავიდან აცილების მიზნით, მიღზე დამაგრებულია ლითონის ბაგირები (5), რომელიც მიერთებულია ხევის მარცხენა და მარჯვენა სანაპიროებში ჩამაგრებულ ანკერებზე (6).

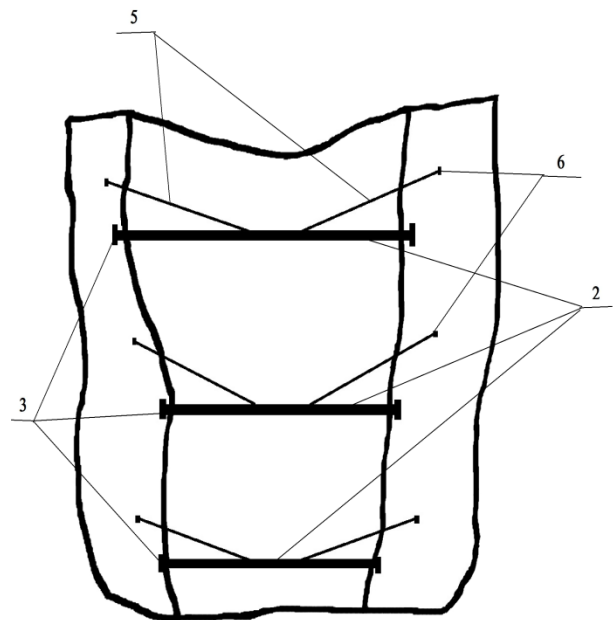


სურ. 2. თოვლის ზვავის საწინააღმდეგო გამჭოლი ტიპის ნაგებობის საერთო ხედი

ზემოაღნიშნული თოვლის ზვავის საწინააღმდეგო გამჭოლი ტიპის ნაგებობის მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში:

ნაგებობაზე თოვლის ზვავის ზემოქმედებისას ნაგებობის ლითონის ცხაურა ნაწილი, მასზე ჩამოკიდებული ტვირთებიანად იწეებს ე.წ. ქანქარას პრინციპით მოძრაობას,

ლითონის ცხაურასა და მასზე ჩამოკიდებულ ტვირთებზე გრავიტაციული ძალების ზეგავლენით ნაგებობა იწეებს თოვლის ზვავის ზედა ფენაზე ე.წ. ხახუნის მექანიზმის საშუალებით ზემოქმედებას. ზვავის ენერგია, აგრეთვე იხარჯება სხვადასხვა კუთხით დახრილ ლითონის ცხაურაში გავლის შედეგად, რაც საბოლოოდ განაპირობებს ზვავის კინეტიკური ენერგიის მნიშვნელოვნად შემცირებას. ნაგებობის რაოდენობა შეირჩევა თოვლის ზვავის საპროგნოზო მოცულობის და ნაგებობის დასამონტაჟებლად შერჩეული ხევის განივკვეთში თოვლის ზვავის სავარაუდო სიმაღლის მიხედვით.



სურ. 3. თოვლის ზვავის საწინააღმდეგო გამჭოლი ტიპის ნაგებობის გეგმა

ნაგებობის დადებითი მხარეა: პოტენციური ეფექტურობა, სიააფე, მონტაჟის სიმარტივე და დაზიანების შემთხვევაში მისი ადვილად შეკეთება.

ნაგებობის უარყოფითი მხარე: მისი გამოყენება შესაძლებელია მხოლოდ ვიწრო ხეობებში.

დასკვნა

ჩვენს მიერ შემუშავებული თოვლის ზვავის საწინააღმდეგო გამჭოლი ტიპის ნაგებობა, მისი დადებითი და უარყოფითი მა-

ხასიათებლებიდან გამომდინარე, წარმოადგენს პოტენციურად ეფექტურ ღონისძიებას, რომლის დასაზუსტებლად აუცილებელია

მასზე განხორციელდეს როგორც თეორიული გაანგარიშებები, ასევე ლაბორატორიული მოდელირება, რაც შექმნის საფუძველს

ზემოაღნიშნული თოვლის ზვავის საწინააღმდეგო საინჟინრო ღონისძიების პრაქტიკაში დანერგვისათვის.

ლიტერატურა

1. http://drm.cenn.org/hazard_assessment_files/snow_avalanches.pdf
2. ლაპიაშვილი მ. საინჟინრო გეოლოგია,

საინჟინრო გეოდინამიკა. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. თბილისი, 2014, გვ. 242.

საქართველოში გეოლოგიური სტიქიური კატასტროფების არსებული პრობლემები და მათ აღმოსაფხვრელად პირველი რიგის ბანსახორციელებელი სააღაპტაციო-პრევენციული ღონისძიებების მეთოდოლოგიური ძმედებები

**ე. წერეთელი, მ. გაფრინდაშვილი, ზ. კვარაცხელია,
გ. გაფრინდაშვილი, ო. ქურციკიძე
Email: gaprindashvili.george@gmail.com**

საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტრო,
გარემოს ეროვნული სააგენტო, გეოლოგიის დეპარტამენტი

საქართველო, რომელიც გეოგრაფიულად მდებარეობს ევროპა-აზიის სასაზღვრო არეალში და თავისი მრავალსპექტრიანი ლანდშაფტით და კლიმატური პირობებით – შავიზღვისპირეთიდან დაწყებული, მაღალმთიანი ალპურ-ნივალურით დამთავრებული, რეგიონში იკავებს გამორჩეულ ადგილს, ამავე დროს ქვეყნის ბუნებრივი პირობების უნიკალობამ ისტორიულად განაპირობა მისი ინტენსიური ათვისება მრავალდარგობრივი მეურნეობის ქვეშ. მაგრამ, ამასთან ერთად, მრავალსპექტრიანი კლიმატური და რთული რელიეფის პირობებში, სადაც 60%-ზე მეტს მთიანი სივრცე იკავებს, სენსიტიურ გეოლოგიურ გარემოში ადამიანის საინჟინრო-სამეურნეო საქმიანობის მაღალმა პრესინგმა გამოიწვია მისი დამყარებული ჰომოსტატიზმის მკვეთრი რღვევები. ყოველივე ამას მოჰყვა სტიქიური გეოლოგიური პროცესების მასშტაბური განვითარება და გეოეკოლოგიური გართულებები კრიზისულ მდგომარეობამდე.

ქვეყნის მდგრადი განვითარება შესაძლებელია მხოლოდ მაშინ, როცა ადგილი აქვს ეკონომიკური, სოციალური და ეკოლოგიური მდგენელების სინერგიზმს. დღეს ყველა ეს ფაქტორი საქართველოში მიიმე მდგომარეობით ხასიათდება, რომლის უშუალო ანარეკლია სტიქიური გეოლოგიური მოვლენების მასშტაბური გააქტიურება და მათგან გამოწვეული უარყოფითი შედეგები. სტიქიური პროცესების ნეგატიური ზემო-

ქმედება განპირობებულია როგორც ისტორიული მემკვიდრეობით, ასევე სამრეწველო, ენერგეტიკული, სატრანსპორტო და სხვა სახის ინფრასტრუქტურის ობიექტების გაზრდილი მშენებლობით და, რაც მთავარია, სოფლად ტერიტორიის ათვისებით ყოველგვარი წინმსწრები შეფასების გარეშე. დღეისათვის საინჟინრო-სამეურნეო საქმიანობით გამოწვეულმა გართულებებმა მიადწიეს იმ კრიტიკულ ღონეს, რის ზემოთ თითქმის შეუძლებელი ხდება დადგენა თუ სად გადის ზღვარი ბუნებრივსა და ანთროპოგენური ზემოქმედებით წარმოქმნილ უარყოფით გეოლოგიურ მოვლენებს შორის.

საქართველოში მაღალმთიანი ზონის გარდა თითქმის არ მოინახება ტერიტორია, სადაც უარყოფითი გეოლოგიური მოვლენების წარმოქმნა არ იყოს დაკავშირებული ადამიანის საქმიანობასთან.

მსოფლიო და სამამულო პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ ურბანისტული, საკომუნიკაციო, სატრანსპორტო, ჰიდროტექნიკურ-სამელიორაციო თუ სხვა სახის საინჟინრო-გეოლოგიური ობიექტები, ან თვით საინჟინრო ნაგებობების დეფორმაცია და მწყობრიდან გამოსვლა, მეტწილად გამოწვეულია არა მშენებლობის დაბალი ხარისხითა და მისი არასწორი წარმართვით, არამედ საპროექტო მონაცემებისათვის საჭირო ინფორმაციის უკმარისობით, როდესაც დაუდგენელი რჩება საინჟინრო ობიექტებსა და ბუნებრივ გეოლოგიურ გარემოს შორის

ურთიერთზემოქმედების მიზეზ-შედეგობრივი კავშირი და უარყოფითი გეოლოგიური მოვლენებისა და გეოეკოლოგიური გართულებების წარმოქმნის ალბათობა, რაც ხშირად წარმოიქმნება მშენებლობისა თუ ექსპლუატაციის პროცესში. ამას არც თუ იშვიათად თან სდევს ცალკეული ინფრასტრუქტურული ობიექტების გადატანა მდგრად ადგილებში, ან ძვირად ღირებული კაპიტალური ღონისძიებების (ზოგჯერ უშედეგოდ) განხორციელება, რომლის მრავალი მაგალითი გვაქვს საქართველოში – თბილისის, სოხუმის, ცხინვალის და ქუთაისის შემოვლითი გზები (სურ. 1), რუსთავის ნაგავსაყრელის პოლიგონი იაღლუჯის ამაღლების აღმოსავლეთ კალთაზე (სურ. 2), მანგანუმის დამუშავების სივრცეები ჭიათურის ტერიტორიაზე და მრავალი სხვ.

ბოლო პერიოდში საქართველოში გეოლოგიური სტიქიის მასშტაბური განვითარება და ექსტრემალური გააქტიურება ადამიანის საინჟინრო-სამეურნეო საქმიანობის პრესინგთან ერთად, კლიმატის გლობალური ცვლილებების საერთო ფონზე განაპირობა უარყოფითი გეოლოგიური პროცესმა-პროვოცირებელი მეტეოროლოგიური მოვლენების გახშირებამ და მიწისძვრების გააქტიურებამ. შედეგად ქვეყნის ტერიტორიის 70%-მდე და დასახლებული პუნქტების 63%-მდე მოქცეულია სხვადასხვა სახისა და მასშტაბის გეოლოგიური სტიქიის საშიშ-

როების ქვეშ, რის გამოც ბოლო 50 წლის მანძილზე ეკომიგრანტების სახით მდგრად ადგილზე გადაყვანილია 60 ათასზე მეტი ოჯახი. არასრული მონაცემებით მარტო მეწვრულ-ღვარცოფული პროცესებით 1995-2014 წლებში ქვეყნისადმი მიყენებულმა ზარალმა შეადგინა 1 272 მლნ. ლარი, იმსხვერპლა 117 ადამიანი და ამოვარდა სასარგებლო ფონდიდან 44 195 ჰა მიწის სავარგული.

გეოლოგიური სტიქიის რისკების შემცირების პოტენციალს არანაკლებ ართულებს სტიქიის საშიშროების შეცნობისადმი საზოგადოების მზადყოფნის დაბალი დონე, რაც გამოიხატება მოსალოდნელი კატასტროფების შესახებ მოსახლეობისა და პასუხისმგებელი პირების არასაკმარის ინფორმირებაში, ასევე კატასტროფების მართვითი მექანიზმის არასრულყოფილებაში.

ისეთ მცირემიწიან და გეოეკოლოგიურად უკიდურესად დაძაბულ ქვეყანაში, როგორც საქართველოა, სადაც ადამიანის სამეურნეო-საინჟინრო საქმიანობა მტკივნეულად რეაგირებს ისედაც სენსიტიური გეოლოგიური გარემოს მდგრადობაზე და იწვევს შეუქცევად, ხშირად კატასტროფული ხასიათის სტიქიური პროცესების რეაქტივაციას, ბუნებრივ-ტერიტორიული სივრცის გეოეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნების უზრუნველყოფა სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობის რანგში უნდა



სურ. 1



სურ. 2

იქნეს აყვანილი. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს მთიანი რეგიონების პოტენციური რეზერვების გამოვლინებას, მცირე მდინარეთა აუზების კომპლექსური გამოყენების პროექტების დამუშავებასა და მათი მდგრადი განვითარების პრობლემებს, რადგან ისინი გამოირჩევიან არა მარტო მნიშვნელოვანი ენერგეტიკული, არამედ მთის მოსახლეობის განსახლება-დასახლებისა და დასაქმების მაღალი პოტენციალითაც. ეს იქნება საწინდარი მიტოვებული სოფლების აღდგენა-აღორძინების და ბუნებრივ-ტერიტორიული კომპლექსების მიზანმიმართული გამოყენების, სადაც შეფასებული იქნება ყოველი ტერიტორიის გეოლოგიური მდგრადობის პოტენციალი – ნორმალური ვითარებით დაწყებული, კრიზისულით დამთავრებული, განსაზღვრული იქნება გეოდინამიკურად დაძაბულ ადგილებში მოსახლეობის დასახლება-განსახლების სივრცეები და გონივრულ-ტრადიციულ საქმიანობასთან ჰარმონიზებული სოფლების აღორძინების შესაძლებლობები ოპტიმალურად გასატარებელი ღონისძიებებით.

გამომდინარე იქიდან, რომ საქართველოში ბოლო პერიოდში ბუნებრივი სტიქიური კატასტროფების მასშტაბები მნიშვნელოვნად იზრდება, ხოლო მათი დროში განმეორებადობის ინტერვალები ხშირდება და საშიშროების რისკის არეალში ექცევა ახალი ფართობები და განსაკუთრებით ისეთი სტრატეგიული დარგები, როგორც არის სოფლის სამიწათმოქმედო მეურნეობა, სახაზო და ჰიდროტექნიკური ობიექტები, ურბანული დასახლებები და სამთო ტურიზმი, 2011 წელს საქართველოს უშიშროების საბჭოში გადაამუშავდა ბუნებრივი და ტექნოგენური კატასტროფული საფრთხეებისაგან მოსახლეობისა და ტერიტორიის დაცვის ახალი ვარიანტი, ხოლო 2012 წელს კი საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროს გარემოს დაცვის მეორე სამოქმედო ეროვნულ პროგრამაში (NEAP-2) ბუნებრივი კატასტროფების მართვის პრობლემები პრიორიტეტულ პრობლემათა შორის იქნა

წარდგენილი.

პრაქტიკამ დაადასტურა, რომ არ არსებობს არცერთი ეკონომიკურად მაღალგანვითარებული ქვეყანაც კი, რომელიც მომძლავრებული სტიქიის პირობებში ყველა არსებულ თუ ახლად წარმოქმნილ მოვლენაზე ან მათი მოსალოდნელი საშიშროების არეალში მოქცეულ ობიექტებზე შეეძლოს განახორციელოს ძვირად ღირებული კაპიტალური ღონისძიებები. მით უმეტეს, რომ ხშირად ამ სახის ღონისძიებები სასურველ ეფექტს ვერ იძლევა. ასევე მიუღებელია მოსალოდნელი სტიქიის საშიშროების არეალებიდან მოსახლეობის წინასწარი გაყვანა, თუ არ იქნება დადგენილი ამა თუ იმ სახის მოვლენის წარმოქმნის საშიშროების რეალური რისკი თავისი უარყოფითი შედეგებით.

აქედან გამომდინარე, შეუძლებელია თავიდან იქნეს აცილებული კატასტროფების საშიშროების რისკი და მათი უარყოფითი შედეგები, უზრუნველყოფილი ქვეყნის მდგრადი განვითარება, შენარჩუნებულ იქნეს სასიცოცხლო სივრცე და მოხდეს მოსახლეობის ადაპტაცია გეოლოგიური სტიქიით ისეთ მოწყვლად რეგიონში, როგორც საქართველოა.

შექმნილი სიტუაციიდან გამომდინარე გეოლოგიური სტიქიისგან საქართველოს მოსახლეობის დაცვის, საინჟინრო-სამეურნეო ობიექტების უსაფრთხო ფუნქციონირებისა და ადრეული გაფრთხილების ეფექტური სისტემის შესაქმნელად და შესაბამისი პრევენციული ღონისძიებების შესამუშავებლად საშუალოვადიანი პერიოდისათვის, აუცილებელია იმ მიმართულებებისა და ქმედებების ოპტიმალური რეალიზაცია, რომელიც პირდაპირ ეფექტს მისცემს ადგილობრივ, რეგიონალურ და ეროვნულ დონეზე გეოლოგიური კატასტროფების ადრეული გაფრთხილების საიმედო სისტემის შესაქმნელად მოსახლეობის დაცვისა და საინჟინრო-სამეურნეო ობიექტების უსაფრთხო ფუნქციონირებისათვის და საადაპტაციო-პრევენციული ღონისძიებების სარეალიზაციოდ. გეოლოგიური კატასტროფების

ადრეული გაფრთხილების საიმედო სისტემის შექმნისა და საადაპტაციო ტექნოლოგიების ღონისძიებების შესამუშავებლად აუცილებელია საშუალო ვადიან პერიოდში განხორციელდეს შემდეგი სახის ქმედებები:

1. პერმანენტულად წარმოებდეს რეგიონალური ხასიათის გეომონიტორინგული კვლევები მთელი ქვეყნის მასშტაბით და რეჟიმულ-სტაციონარული პოლიგონების ორგანიზება განხორციელდეს განსაკუთრებულად რელევანტურ (რეპრეზენტატულ) უბნებზე, ქვეყნისადმი მნიშვნელოვანი დასახლებული პუნქტებისა და საინჟინრო ობიექტების დასაცავად.

უნდა აღინიშნოს, რომ 2013 წლის ჩათვლით რეგიონალური ხასიათის გეომონიტორინგი წარმოებდა უკიდურესად შეზღუდულად და ისიც მხოლოდ დასახლებული პუნქტების მაღალი დაძაბულობისა და საშიშროების რისკის ზონებში. თუ გავითვალისწინებთ იმ ობიექტურ რეალობას, რომ გეოლოგიური სტიქიური პროცესების დინამიკური რეჟიმი დროში განიცდის ცვლილებებს – ფონური მდგომარეობიდან ექსტრემალურამდე და პირიქით, როდესაც გადადის დროებით სტაბილიზაციაში, ამიტომ შეუძლებელია სტიქიის საშიშროების რისკის შესახებ საიმედო ინფორმაციის მიწოდება არსებული სიტუაციის პერმანენტულ რეჟიმში შეფასების (ანუ იმ წლის ბაზისური მდგომარეობის იდენტიფიცირების) და პროცესების გააქტიურების ფაქტორების ან მათი შესაძლო მაპროვოცირებელი აგენტების მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის კანონზომიერების დადგენის გარეშე, რომელიც საფუძვლად უნდა დაედოს მოსალოდნელი რისკების საშიშროების შეფასებას, მათი სივრცობრივი საზღვრების დადგენას, ადრეული შეტყობინების საიმედო სისტემის შექმნას და სათანადო პრევენციული ხასიათის საადაპტაციო-ტექნოლოგიების შემუშავებას. შეთავაზებული პრევენციული ღონისძიებების დროს განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს პალიატიური ანუ ადგილობრივი ძალებით ადვილად განსახორციელებელ პროფილაქტიკურ

ღონისძიებებს, ხოლო კაპიტალურად გასატარებელი ღონისძიებები უნდა დაისახოს მხოლოდ სტრატეგიული ობიექტების დასაცავად სახეობებისა და საშიშროების რისკის კატეგორიზაციის გათვალისწინებით იმ ობიექტებზე, რომლებზედაც საადაპტაციო-პროფილაქტიკური ტექნოლოგიების განხორციელება ეფექტურ შედეგს ვერ მოახდენს.

იმ შემთხვევაში, როდესაც რეგიონული მონიტორინგის პროცესში ან მისგან დამოუკიდებლად ადგილი ექნება რომელიმე მუნიციპალიტეტის საზღვრებში გეოლოგიური სტიქიის ექსტრემალურ გააქტიურებას, მაშინ ფორსმაჟორულ პირობებში უნდა ხდებოდეს გართულებული სიტუაციის ოპერატიული შეფასება, საშიშროების რისკის განსაზღვრა და სათანადო რეკომენდაციების გაცემა მოსახლეობის უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად. ყოველი ასეთი სახის მონაცემები ასევე უნდა შედიოდეს რეგიონული მონიტორინგის კვლევების განზოგადებულ საერთო ინფორმაციულ ანალიზში.

ამ სახის ყოველწლიური ინფორმაცია წარმოადგენს პირველად სამოქმედო წყაროდოკუმენტს შსს საგანგებო სიტუაციების მართვის დეპარტამენტისათვის, სოფლის მეურნეობის, რეგიონალური განვითარებისა და ინფრასტრუქტურის სამინისტროებისათვის, ასევე მუნიციპალიტეტების ხელმძღვანელობისათვის.

აუცილებელია რეგიონალური ხასიათის გეომონიტორინგი წარმოებდეს არა მარტო მაღალი დაძაბულობისა და საშიშროების რისკის არეალებში, არამედ მთელი ქვეყნის მასშტაბით და უნდა იქნეს მოცული ყველა დასახლებული პუნქტი და შეფასებული მათი საშიშროების რისკი. გასაგებია, შეუძლებელი იქნება სამ-ხუთ წელიწადში შეფასდეს ყველა დასახლებული პუნქტი, მის სამოქმედო არეალში მოქცეული მიწის სავარგულები და ინფრასტრუქტურა. ამიტომ შემოთავაზებულ საშუალოვადიან პროექტში გათვალისწინებული უნდა იქნეს პირველ ყოვლისა ისეთი ყველაზე მაღალი დაძაბულობისა და მოწყვლადი რეგიონები, როგორცაა აჭარა, გურია, სამეგრელოს

მთისწინეთი, მთიანი იმერეთი, კახეთი, მცხეთა-მთიანეთი. მოხდეს მათი საშიშროების რისკის შეფასება და შესაბამისი რუკების შედგენა 1:50000-1:100000 მასშტაბში.

კვლევის პროცესში უნდა მოხდეს ყველა შესასწავლ რეგიონში შემავალი მუნიციპალიტეტის დასახლებული პუნქტების, მათი მოქმედების არეალებში მოქცეული მიწის საგარეულებისა და საინჟინრო ობიექტების გეოლოგიური სტიქიური მოვლენების მდგომარეობისა და საშიშროების ალბათობის ბაზისური შეფასება, მოვლენების იდენტიფიცირება და კატალოგიზირება, დადგინდეს მათი სივრცობრივი საზღვრები, პროცესების აღმკვეთი დეტერმინანტული ფაქტორები და მაპროვოცირებელი აგენტები მიზეზ-შედეგობრივ კავშირში, შეფასდეს სტიქიის შედეგად მიყენებული ზიანი და პროცესების შესაძლო გააქტიურების ტენდენციები, მათი საშიშროების რისკი; დადგინდეს გეოლოგიური გარემოს ამტანიანობა ადამიანის სამეურნეო-საინჟინრო საქმიანობის ნორმალური დატვირთვისა და გაზრდილი პრესინგის პირობებში; დამუშავდეს GIS სისტემაში გეოლოგიური საფრთხეების სპეციალური რუკები, პრევენციის კონკრეტული ღონისძიებების დასახებით, რომელიც იქნება ბაზური საფუძველი მოცემული რეგიონის გეოლოგიური გარემოს მართვისა და სტრატეგიული განვითარების მიზნებისათვის.

2. მეორე და მესამე დონის რეჟიმულ-სტაციონარული პოლიგონების ორგანიზება საშიში გეოლოგიური პროცესებისადმი რელევანტურ და განსაკუთრებულად მოწყვლად სტრატეგიულ ობიექტებზე.

გეოლოგიური რისკებისაგან დაცვისა და გარემოში გეოეკოლოგიური გართულბების შემცირების და მართვითი ღონისძიებების სრულყოფის მიზნით აუცილებელია რეჟიმულ-სტაციონარული ქსელის აღდგენა და სადამკვირვებლო პოლიგონების მოწყობა გეოლოგიურად განსაკუთრებულად მაღალი რისკების სტრატეგიული ობიექტების დაცვის მიზნით. საგულისხმოა, რომ საქართველოში XX საუკუნის 70-80-იან წლებში

გეოლოგიური სტიქიისაგან მოსახლეობისა და საინჟინრო ობიექტების დაცვის მიზნით სხვადასხვა სახის სტიქიური გეოლოგიური პროცესების წარმოქმნა-რეაქტივაციის ფაქტორთა რისკების დასადგენად და პრევენციული ღონისძიებების შემუშავების სრულყოფის მიზნით „საქეოლოგიის“ მიერ შერჩეული იყო 200-მდე მეორე და მესამე დონის რეჟიმულ-სტაციონარული კვლევების პოლიგონი გეოლოგიური პროცესების წარმომადგენლობითი ნიშნის, დასაცავი ობიექტების მნიშვნელობისა და საშიშროების რისკის მიხედვით.

ამ სახის რეპრეზენტატიულ პოლიგონებზე ჩატარებული კვლევებით არა მარტო დგინდებოდა ცალკეული სტიქიური გეოლოგიური მოვლენის წარმოქმნა-რეაქტივაციის მიზეზ-შედეგობრივი კავშირი, არამედ მუშავდებოდა და იხვეწებოდა მათი მაპროვოცირებელი ფაქტორების გამანეიტრალბელი საღონისძიებო ტექნოლოგიები. მიღებული შედეგები კი როგორც მოდელი გვადგებოდა მსგავსი სტიქიური მოვლენისაგან სხვა ობიექტების დასაცავად, სადაც აღარ გვჭირდებოდა დამატებითი კვლევითი სამუშაოების ჩატარება. საყურადღებოა, აღინიშნოს, რომ გასულ საუკუნეში ამ მიმართულებით ჩატარებული კვლევებით განხორციელებული გამაჯანსაღებელი პრევენციული ღონისძიებები 100-ზე მეტ ობიექტზე, დღემდე ასრულებენ თავის ფუნქციას. სამწუხაროდ, დღეისათვის ყველა რეჟიმულ-სტაციონარული პოლიგონი განადგურებულია და უკვე 25 წელი აღარ ფუნქციონირებს.

რეჟიმულ-სტაციონარული პოლიგონების ორგანიზაციისათვის, პირველ ყოვლისა, საჭიროა სარეჟიმო-სადამკვირვებლო ობიექტების ყოველ მხრივ გამოკვლეული საინჟინრო-გეოლოგიური და გეოდინამიკური სამუშაოების განხორციელება და საბაზისო რუკების დამუშავება საკვლევი ფართობიდან გამომდინარე 1:25 000 და 1:10 000 მასშტაბში და მათზე სარეჟიმო-სადამკვირვებლო ქსელის მოწყობა მიწისზედა და დისტანციური თანამედროვე ტექნოლოგიების

დამონტაჟებით. ამ სახის რეჟიმულ-სტაციონარული დაკვირვებები უნდა წარმოებდეს მეორე დონის სუბსტაციონარულ პოლიგონებზე არანაკლებ კვარტალში ერთხელ ზამთრის პერიოდის გამოკლებით, ხოლო მესამე დონის ინსტრუმენტულ-კინემატიკური დაკვირვებები კონკრეტული მოვლენის რეპრეზენტულ ობიექტებზე, რომლებიც ფაქტობრივად წარმოადგენენ მეორე დონის მონიტორინგული კვლევების პოლიგონების შემადგენელს, თვეში ერთხელ მაინც.

3. საქართველოს მასშტაბით ცალკეული მუნიციპალიტეტების მიხედვით გეოლოგიური სტიქიური პროცესების განვითარების ტენდენციების ისტორიულ-სტატისტიკური მონაცემების დამუშავება და ელექტრონული ბაზის შექმნა.

გეოლოგიური სტიქიური კატასტროფების დროსა და სივრცეში განვითარების დინამიკური რეჟიმის დასადგენად, გრძელვადიანი პროგნოზის დასამუშავებლად და ადრეული შეტყობინების სისტემის გაუმჯობესების მიზნით აუცილებელია გეპონდეს სტიქიური გეოლოგიური პროცესების დროსა და სივრცეში განვითარების ტენდენციების სტატისტიკური მახასიათებლები კონკრეტული გეოლოგიური გარემოს პირობებისა და კლიმატურ-მეტეოროლოგიური ვითარების გათვალისწინებით ცალკეული მუნიციპალიტეტების მიხედვით. ეს საშუალებას მოგვცემს დადგინდეს თუ რა იწვევდა კონკრეტული გეოლოგიური გარემოსა და კლიმატურ-მეტეოროლოგიური ცვლილებების პირობებში გეოლოგიური სტიქიის გააქტიურებას ფონურიდან ექსტრემალურ აფეთქებამდე, საით წავა მომავალში პროცესების დინამიკური რეჟიმის ცვლილებების ტენდენცია და რა სახის საშიშროების რისკებს უნდა ველოდოთ.

ამ პრობლემის სრულყოფილი რეალიზაციისათვის აუცილებელია შეგროვდეს, დამუშავდეს და გაანალიზდეს ცალკეული მუნიციპალიტეტების ფარგლებში შესაბამის გეოლოგიური გარემოს საზღვრებში სხვადასხვა წლებში დაფიქსირებული გეოლო-

გიური სტიქიის დინამიკური რეჟიმის (ფონურიდან ექსტრემალურის ჩათვლით) სტატისტიკური მონაცემები ისტორიულ ჭრილში და შეჯერდეს პროცესგამსახდვრულ ბაზისურ ფაქტორებთან და დროში ცვალებად არაპროგნოზირებად მაპროვოცირებელ აგენტებთან კავშირში და დადგინდეს მათი გააქტიურების ტენდენციები გეოლოგიურ სივრცესა და დროის ინტერვალებში და მათი კრიტერიუმების შეფასების ანალიზი შევიდეს რისკების ინტეგრირებული მართვის მონაცემთა ბანკის ერთიან სისტემაში.

ვინაიდან მოწყვლადობა გულისხმობს ფიზიკური, სოციალური, ეკონომიკური და გარემოსდაცვითი ფაქტორებით ან პროცესებით განსაზღვრულ პირობებს, რომლებიც იწვევენ საზოგადოებაზე საფრთხეების ზრდის ალბათობას და ის უშუალოდ დაკავშირებულია ბუნების უარყოფითი მოვლენებით გამოწვეული საფრთხის განსაზღვრული სიდიდის ინტენსივობის შედეგად მიღებული დანაკარგის კატეგორიასთან და სიდიდესთან. მოწყვლადობის მრავალკომპონენტური შეფასებაში მნიშვნელოვანია იმ დასახლებული პუნქტების, მიწის საფარგულების, საინჟინრო ობიექტებისა და ინფრასტრუქტურის საშიშროების რისკის კატეგორიზაციის დადგენა, რომლებიც უშუალოდ იმყოფებიან სტიქიური პროცესების საფრთხის წინაშე, ხოლო მოწყვლადობის სიდიდის განსაზღვრა უნდა ეფუძნებოდეს შესაფასებელი სივრცის ისეთი რაოდენობრივი და თვისობრივი ინფორმაციის ანალიზს, როგორც არის გეოლოგიური საფრთხეების სახეების განსაზღვრა და მათი გამომწვევი მიზეზებისა და მაპროვოცირებელი ფაქტორების დადგენა, უშუალოდ რისკის წინაშე მდგარი ობიექტების სრულყოფილი აღწერით, მოწყვლადობის ხარისხის შეფასება და სავარაუდო რისკების განსაზღვრა.

4. გაუკეთდეს ანალიზი დღემდე ჩატარებულ კვლევებს და დამუშავდეს ელექტრონულ ფორმატში საქართველოს ტერიტორი-

**საქართველოში გეოლოგიური სტიქიური კატასტროფების არსებული პრობლემები და მათ
აღმოსაფხვრელად პირველი რიგის განსახორციელებელი სააღაპტაციო-პრევენციული
ღონისძიებების მეთოდოლოგიური ჭმედებები**

ის საინჟინრო-გეოლოგიური დარაიონების რუკა მეწყრულ-გრავიტაციული პროცესების დაზიანებადობის ხარისხისა და საშიშროების რისკის კრიტერიუმების მიხედვით 1:500000 მასშტაბში. ამ სახის რუკის დანიშნულება იქნება მეწყრულ-გრავიტაციული პროცესების განვითარების საშიშროების რისკის განმსაზღვრელი, მოცემული გეო-

ლოგიური გარემოს ფაქტორის წონით კატეგორიაში, რომელიც დაედება საფუძვლად რეგიონალური მონიტორინგის კვლევების წარმოებას, გრძელვადიანი პროგნოზის დამუშავებას, ტერიტორიის მდგრადი სივრცობრივი ათვისების საიმედოობის და ინფრასტრუქტურული ობიექტების დაპროექტებას ფიზიბილიტის სტადიაზე.

К КЛАССИФИКАЦИИ НИЗИННЫХ ЛЕСОВ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Халилов Махмуд Юсиф оглы,¹ Алиева Насиба Ахмед кызы²
E-mail: *mahmud-khalil@rambler.ru*

¹) Институт Географии НАН Азербайджана
просп. Г. Джавида, 31, Аз1143, г. Баку, Азербайджан

²) Бакинский Государственный Университет
ул. З. Халилова, 23, Аз.1148, г. Баку, Азербайджан

В.З. Гулисашили в своей монографии [2] выделяет на Кавказе зону низинных лесов, которую разделяет на две подзоны: низинных лесов субтропического климата (низинные леса Колхиды и Талыша) и низинных лесов умеренно-теплого климата (низинные леса Алазани, низинные леса Самур-Дивичинской низменности). В районах первой подзоны (Колхида, Талыш) среднемесячная и среднегодовая температура воздуха, среднемесячное и среднегодовое количество осадков и другие показатели климата сходны между собой. Лесная растительность этих двух регионов также имеет значительное сходство. Однако в районах второй подзоны (ст. Краснодар, Хачмас, Грозный, Белоканы и др.), как подтверждают приведенные данные указанного автора, климатические показатели резко разнятся. Так, например, в Белоканах выпадает 733 мм, в Напареули — 776 мм, тогда как в Хачмасае — 269 мм осадков в год. Следовательно, различные климатические условия не могут обуславливать однородные типы растительности.

Леса, растущие в дельте р. Самур П.Л. Львовым [3] названы прибрежными (пойменными) или прибрежными тугайными лесами.

Л. И. Прилипка [1] основную часть низинных лесов республики относит к одному типу ландшафта – макроландшафту низинных лесов, в пределах которого выделяет четыре лесорастительных района (Бардинский, Ленкоранский, Худат-Хачмасский, Алазано-Авторанский). Тугайные леса он описывает в выделенных им лесорастительных районах, таких как Кура-Араксин-

ская низменность и Курунская равнина. Конечно, такое разделение лесорастительных районов в низменной части республики имеет определенное хозяйственное значение. Однако оно не может определять структуру низинных лесов, причем указанным автором в пределах выделенных им лесорастительных районов типы и название лесов не указываются.

Учитывая климатические и лесорастительные условия, а также и особенности лесного покрова нами рекомендуется следующая классификация низинных лесов в Азербайджанской Республики.

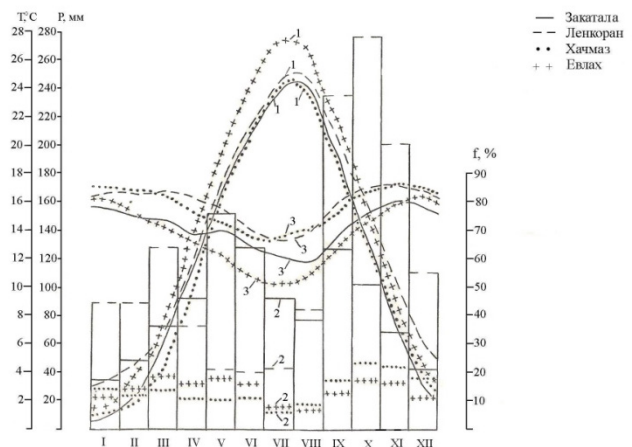


Рис. 1. Основные климатические показатели (температура воздуха $T^{\circ}\text{C}$, -1; количество осадков - P мм, -2; относительная влажность воздуха f , % -3) в различных типах низинных лесов

1. Низинные влажные субтропические леса (Ленкоранская низменность).
2. Низинные полувлажные субтропические

К КЛАССИФИКАЦИИ НИЗИННЫХ ЛЕСОВ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

леса (Ганых-Айричайская долина).

3. Низинные леса морского климата (Самур-Дивичинская низменность).

4. Низинные леса сухого жаркого климата (Кура-Араксинская низменность).

5. Тугайные леса (прикуринская зона).

В пределах субтропических низинных лесов и лесов морского климата можно выделить также приречные низинные леса, отличающиеся специфическими особенностями от окружающих их низинных лесов, это объясняется близостью реки.

На рисунке даются некоторые климатические показатели районов распространения низинных лесов республики. Как видно, по термическому режиму и количеству атмосферных осадков климат районов низинных лесов за исключением субтропических можно отнести к сухому полупустынный типу, где без дополнительного грунтового увлажнения не могут формироваться естественные леса. В районах сухого жаркого климата, т. е. при характерном полупустынном климате леса возникли благодаря близкорасположенным грунтовым водам и наличию многочисленных кягризов (родников), а распространение мезофильных белолистных тугайных лесов при жарком сухом климате прикуринской зоны связано с затоплением террито-

рии при паводках названной реки.

В Самур-Дивичинской низменности формирование лесов из мезофильных древесных пород, наряду с близким залеганием грунтовых вод тесно связано также с наличием морского климата, т. е. с относительно высокой влажностью воздуха.

В таблице приводится перечень древесных и кустарниковых пород произрастающих в различных районах низинных лесов. Как видно из этой таблицы, в низинных лесах произрастает большое количество древесных и кустарниковых видов, и каждому низинному лесорастительному району свойственна своя специфическая растительность.

Во влажных субтропических лесах преобладают реликтовые древесные породы, встречаются также и реликтовые вечнозеленые виды кустарников (иглица гирканская, даная ветвистая), в полувлажных субтропических лесах из реликтовых пород встречается лапина крылоплодная, бук восточный (редко), железное дерево (в одном месте), дуб каштанолистный (Исмаиллинский район), а в низинных лесах сухого жаркого климата – кевовое дерево.

В низинных лесах подлесок хорошо развит, в нарушенных изреженных насаждениях обилие и густота кустарников увеличивается.

Древесная и кустарниковая растительность в низинных лесах Азербайджанской Республики

Лесорастительные районы низинных лесов	Древесные породы	Кустарниковые породы
Влажные субтропические леса	Дуб каштанолистный, железное дерево, ольха бородастая, гледичия каспийская, лапина крылоплодная, клен бархатистый, дзельква гирканская, дуб длинноножковый	Иглица гирканская, даная ветвистая, ежевика, мушмула, боярышники, алыча
Полувлажные субтропические леса	Дуб длинноножковый, дуб каштанолистный, ольха бородастая, бук восточный (редко), лапина крылоплодная, белолистка, орех грецкий, клен бархатистый, карагач, граб, железное дерево (в одном месте)	Лещина, мушмула, кизил, боярышник, ежевика, ожина, облепиха, калина, свидина, алыча, шиповник
Низинные леса морского климата	Дуб длинноножковый, дуб иберийский, граб кавказский, бук восточный (в одном месте), белолистка, тополь сосновского, карагач	Гордовина европейская, барбарис, гранат, кизил, облепиха, груша лесная, яблоня восточная алыча, мушмула, боярышник
Низинные леса сухого жаркого климата	Дуб длинноножковый, кевовое дерево, карагач, платан восточный, шелковица.	Боярышник, гранатник, держи-дерево, лох, мушмула, свидина
Тугайные леса	Белолистка, ива, дуб длинноножковый, карагач, кевовое дерево, шелковица	Терн, тамарикс, гранат, аморфа одичалая, ежевика, свидина, боярышник, держи-дерево



Рис. 2. Грабовый лес в Самур - Дивичинской низменности



Рис. 3 Ольховый лес в Ганых-Айричайской долине

Л и т е р а т у р а

1. Прилипко Л.И. Лесная растительность Азербайджана. Баку: Изд-во АН АзССР, 1954.
2. Гулисашвили В.З. Природные зоны и естественно исторические области Кавказа. М.: Наука, 1964.
3. Львов П.Л. Леса Дагестана. Махачкала, 1964.

რწყვის ბავლენა სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მოსავლიანობაზე

ოლღა ხარაიშვილი,¹ მანია კიკაბიძე²

Email: merab.alaverdashvili@tsu.ge

1) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
მ. კოსტავას 77, 0175, ქ. თბილისი, საქართველო

2) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60, 0162, თბილისი, საქართველო

შეჯამება

სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მოსავლიანობასა და პროდუქციის ხარისხს მნიშვნელოვნად ამადლებს კვების რეჟიმისა და ოპტიმალური რწყვის პირობების დაცვა. ინტენსიური განოყიერება ზედმიწევნით დიდ ეფექტს იძლევა იმ შემთხვევაში, როდესაც მცენარე ზრდა-განვითარების სხვადასხვა ფაზაში ტენის აუცილებელი რაოდენობით არის უზრუნველყოფილი, რაც ხელს უწყობს მის მიერ საკვები ელემენტების სრულყოფილად შეთვისებას.

ორ ფაქტორს – განოყიერებასა და რწყვას შორის კავშირი ხორციელდება

ნიადაგის შთანთქმითი კომპლექსის საშუალებით, რომელიც კათიონების ცვლასთან ერთად წარმოადგენს ნიადაგის ხსნართა კონცენტრატებისა და მცენარეთა კვების პროცესის მთავარ რეგულატორს. ეს პროცესი ყველაზე უკეთ მიმდინარეობს მაშინ, როდესაც ნიადაგში საკმაო რაოდენობით არის მიგრირებული კალციუმის კათიონები. კობალტის კათიონების სიჭარბე ნიადაგის შთანთქმით კომპლექსში დადებით გავლენას ახდენს ნიადაგის სტრუქტურაზე, წყალგამტარუნარიანობასა და სხვა სპეციფიკურ ჰიდროდინამიკურ თვისებებზე.

პირითაღი ნაწილი

ჰუმუსის აქტიური ბალანსი და იონთა დინამიკური წონასწორობის მაჩვენებელი შთანთქმით კომპლექსში ნიადაგის ნაყოფიერების გამომხატველი ფაქტორებიდან ძირითადია.

დაკვირვებები ჩატარდა ერთწლიან კულტურებზე 3 ვარიანტით ნიადაგის ზღვრული წყალტევადობის 55-60%, 65-70% და 75-80% პირობებში, რომლებსთვისაც ზრდა-განვითარების კრიტიკულ ფაზაში განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია რწყვისა და განოყიერების უზრუნველყოფის თანაბარი პირობები მთელი ვეგეტაციის პერიოდში.

იონების გადაადგილება ნიადაგის ფენებიდან მცენარის ფესვებისკენ ორი გზით

ხდებოდა: წყლის დენით ან იონების დამოუკიდებელი გადაადგილებით, რაც გამოწვეულია ელექტროკინეტიკური ძალების მოქმედებით, მაგალითად, სულფატ-იონები და ნიტრატ-იონები ხასიათდება ნიადაგის მიწერალურ ნაწილაკებთან ბმულობის სუსტი კავშირებით და ამიტომაც მათი კონცენტრაცია ნიადაგის ხსნარში საკმაოდ მაღალია. ნიადაგის ხსნარში საშუალებით ისინი კონტაქტში შედიან მცენარის ფესვებთან. რაც უფრო ინტენსიურია მათი მოძრაობა და გადაადგილება, მით უფრო სრულყოფილად ხდება მცენარის მოთხოვნილებათა დაკმაყოფილება [1].

წყლის საშუალებით ადვილად

ტრანსპორტირდება მოლიბდენისა და კალციუმის იონების, ხოლო კალიუმის იონების გადანაცვლება ხდება უმნიშვნელოდ. ფოსფორის იონები კი ცუდად გადაიტანება წყლის საშუალებით, რის გამოც მისი შეთვისების უნარს განსაზღვრავს მცენარის ფესვებსა და ნიადაგის ნაწილაკებს შორის არსებული კავშირურთიერთობა.

ნიადაგში მინერალური სასუქების წყალთან ერთად შეტანა განსაკუთრებით მცენარის ზრდა-განვითარების კრიტიკულ ფაზაში გამოიწვია განოციერების გაზრდა, რაც ხელს უწყობს სარწყავი წყლისა და საკვები ნივთიერებების რაციონალურ გამოყენებას.

რიგი მეცნიერებისა მიიჩნევს, რომ სასუქების დიდი ნორმების გამოყენება არასასურველ გავლენას ახდენს ნიადაგის ფესვებზე: არღვევს მის სტრუქტურას, ცვლის ნიადაგის ქიმიურ შედგენილობას და მკვეთრად ამცირებს განოციერების ეფექტს. ქედან გამომდინარე, განოციერების შედეგად მაღალი ეფექტის მიღება შეიძლება იმ შემთხვევაში, როდესაც მორწყვის პროცესი ეთანადება ნიადაგის ფიზიკურ თვისებებს და ვეგეტაციის სხვადასხვა ფაზებში მთლიანად უზრუნველყოფს მცენარის წყალმოთხოვნილებას.

რწყვის არასწორი ჩატარება იწვევს ნიადაგში აერაციის რეჟიმის დარღვევას და ქმნის ანაერობიოზის წარმოქმნის პირობებს, რაც განაპირობებს ხსნადი და არახსნადი სულფატების წარმოშობას. ეს უკანასკნელი წყვეტს ნიტრიფიკაციის ბაქტერიების მოქმედებას და მნიშვნელოვნად აქვეითებს მცენარის მიერ საკვები ელემენტების შეთვისების უნარს.

კვლევებით დადასტურდა, რომ ნიადაგის წყლისა და საჰაერო ოპტიმალური რეჟიმის შემთხვევაში, რაც მიიღწევა სწორი რწყვითა და განოციერების გზით, ნეიტრალური

რეაქციის მქონე ნიადაგებზე იქმნება შედარებით ხელსაყრელი პირობები სასარგებლო მიკროფლორის მოქმედებისათვის. ჩქარდება პროცესები, რომლებიც დადებით გავლენას ახდენს აქტიური ჰუმუსის ჩამოყალიბებაზე აზოტის მინერალიზაციაზე, რასაც მიყვავართ ნიადაგის ნაყოფიერების გაზრდამდე. მინერალური სასუქების შეტანა აძლიერებს სარწყავი კულტურების ზრდა-განვითარებას. მინერალური სასუქები მოქმედებს მიკროფლორის აქტივობაზე, რადგან მას ამარაგებს ისეთი საკვები ნივთიერებებით (აზოტი, ფოსფორი), რომლებიც აუცილებელია ნიადაგის მიკროორგანიზმების სიცოცხლისათვის. ნიადაგის ხსნადი კონცენტრაციის რეგულირება შეიძლება რწყვის პროცესის ისეთი წარმართვით, რომ უზრუნველყოფილი იქნეს მცენარის მოთხოვნილება როგორც წყლის, ასევე საკვები ნივთიერებების მიმართ. ოპტიმალური განოციერებისას შესაძლებელია წყლის ბალანსის მნიშვნელოვნად შეცვლა და წყლის მოთხოვნილების შემცირება. მინდვრის კულტურების მოყვანა განოციერების გარეშე ან სასუქების შეტანა მცირე რაოდენობით იწვევს წყლის მოთხოვნილების მნიშვნელოვნად გაზრდას [2].

რწყვის ჩატარება მეტად ეფექტურია ნიადაგის მაღალნაყოფიერების შემთხვევაში, მაგრამ მინერალური სასუქების დიდი დოზებით შეტანა ოპტიმალური რწყვისას ან ნიადაგის მაღალი ტენიანობის არსებობა ოპტიმალური განოციერების ფონზე უარყოფითად მოქმედებს მიღებული პროდუქციის რაოდენობასა და ხარისხზე.

ცხადია, მაღალი ტენიანობის დროს არასაკმარისი განოციერების ფონზე ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაცია კლებულობს. ეს დაკავშირებულია ნიტრატული აზოტის ჩარეცხვასა და დაკარგვასთან, რაც იწვევს მოსავლის დაქვეითებას.

დასკვნა

რწყვის არასაკმარისი რაოდენობა (სიხშირე) იწვევს ნიადაგის ხსნარის კონცენ-

ტრაციის გადიდებას, რაც აფერხებს მცენარის ზრდა-განვითარებას, ამცირებს

ხვედრით მოსავლიანობას. ამის გამო ერთ-
წლიანი კულტურების ნორმალური განოყი-
ერების და რწყვის შედეგად მაღალი ეფექ-
ტიანობის მისაღწევად საჭიროა მათი შეთა-
ნაწყობა მცენარის მოთხოვნილებებთან
კავშირში.

ოპტიმალური სარწყავი და კვებითი

რეჟიმის შემთხვევაში მცენარის მოსავალი
პროგრესულად იზრდება, ხოლო წყალზე
მოთხოვნილება მოსავლის პროპორციულად
არ იზრდება, რის შედეგადაც პროდუქციის
ერთეულის წარმოქმნაზე წყლის ხარჯი
ნაკლებია.

ლიტერატურა

1. ტულუში გ., აბაშიძე ლ. სიმინდის დაპრო-
გრამებული მოსავლის წყალმოთხოვნილე-
ბის განსაზღვრა ნიადაგურ-კლიმატური
ფაქტორების მიხედვით. //საქ. სას. სამ.
ინსტიტუტის შრომები, თბილისი, 1990.
2. ტულუში გ., ხარაიშვილი თ. კლიმატური
ფაქტორების შეფასების პროგრამები მო-
სავლის პროგრამირებისთვის, //საქ. სას.
აგრორული უნივერსიტეტის სამეცნიერო
შრომთა კრებული, ტ. III, თბილისი, 1998.

**INVESTIGATING THE METEOROLOGICAL AND AGRICULTURAL
DROUGHTS CASE STUDY: SELECTED PROVINCES IN IRAN**

A. Hassanalizhade Mazhar, F. Imanov

Email: *amirshahrokh@yahoo.com*

Baku State University
Z. Khalilov str. 23, AZ1148, Baku, Azerbaijan

INTRODUCTION

Drought is a recurring phenomenon that could lead to significant losses to societies and may affect different aspects of human life such as agriculture, food security, and the environment. A 38-year record (1970–2007), available from the Emergency Events Database (EM-DAT), indicates that drought led to over \$29.5 billion in damages in Asia alone (OFDA/CRED 2008; Guha-Sapir et al. 2004). Studies show that droughts and dry spells have been changing in different regions and may change under different climate change scenarios (Trenberth

2001; Alexander et al. 2006). The four classifications of droughts are: meteorological, hydrological, agricultural, and socioeconomic (Wilhite 2000).

This paper is organized into five sections. The study area and data sets are described in Section 2, while Section 3 describes the methodology. Section 4 documents the changes in trends of meteorological and agricultural droughts in Iran, followed by a discussion on the 1998–2000 droughts. The last section contains a summary, conclusion, and closing remarks.

STUDY AREA AND DATA RESOURCES

This study investigates droughts over Iran and several subregions across the country between 1980 and 2013. The selected subregions (provinces) have distinct climatic conditions. The northern part is a subtropical region, whereas the southeastern part (hereafter, Sistan and Balouchestan) is an arid/hyperarid region. The northwestern part (Azerbaijan) is a mountainous area with cold winters and warm summers. The southwest (Khouzestan) is a subhumid region with hot summers, while the central and northeast regions have arid and semiarid climate (Modarres 2006).

Precipitation and soil moisture data from NASA's MERRA-Land (Reichle et al. 2011) data are used for assessing meteorological and agricultural droughts. MERRA data are generated by assimilation of in situ and remote sensing observations into numerical models of the global land-atmosphere. MERRA-Land provides hydrologic and land surface data from January 1980 onward, at a spatial

resolution of $2/3^\circ \times 1/2^\circ$. MERRA provides two-dimensional products including surface fluxes and land states at an hourly resolution and three-dimensional atmospheric analyses at six-hourly intervals. In this study, monthly averaged MERRA data are used for drought analysis. Drought information is based on MERRA data, used in this study. The four classifications of droughts are: meteorological, hydrological, agricultural, and socioeconomic (Wilhite 2000). A meteorological drought is defined as the deficit of precipitation relative to the average precipitation of long-term climatology. An agricultural drought is defined as a deficit in soil moisture, and a hydrological drought is defined as a period of time in which the amount of available water (streamflow, groundwater, and reservoir levels) is less than the normal condition. A socioeconomic drought, on the other hand, is described as an imbalance between demand and supply ratio (Heim 2002; Hill and Polsky 2007). Drought is a

INVESTIGATING THE METEOROLOGICAL AND AGRICULTURAL DROUGHTS CASE STUDY: SELECTED PROVINCES IN IRAN

complex process, and numerous indicators have been developed to describe droughts based on different variables. The Standardized Precipitation Index (SPI) (McKee et al. 1993) is one of the most

commonly used indicators of meteorological drought available through the Global Integrated Drought Monitoring and prediction System (Hao et al. 2014).

METHODOLOGY

Drought is a complex phenomenon, and a single variable (or indicator) may not be able to fully represent/describe its features. Because droughts affect multiple variables (e.g., precipitation, runoff, and soil moisture), we use a multi-index approach for drought assessment. These indices include (1) SPI as a measure of meteorological drought, (2) SSI as a measure of agricultural drought, and (3) MSDI which combines both meteorological and agricultural drought information. The MSDI can be considered as a composite model based on precipitation and soil moisture. The selected drought indices are computed as follows:

SPI and SSI: In this study, the SPI and SSI are computed using a nonparametric approach presented in (Hao et al., 2013). In summary, empirical probabilities is derived using the Gringorten plotting position formula (Gringorten 1963). The empirical probabilities are then standardized using the standard normal distribution. The concept of MSDI is based on extending the commonly used SPI into a bivariate form (here, based on precipitation and soil moisture). Assuming precipitation (P) and soil moisture (S), MSDI can be obtained by standardizing the joint probability distribution function of precipitation and soil moisture: $Pr(P \leq p, S \leq s) = C [F(P), G(S)] = pps$, where $F(P)$ and $G(S)$ are the marginal cumulative distribution functions of variables P and S , respectively, and C is the empirical copula. From the cumulative joint probability of precipitation and soil moisture (Pps), the MSDI can be derived as: $MSDI = \varphi - 1 (pps)$, where φ is the standard normal distribution function.

All three indices are standardized in which negative (positive) values indicate dry (wet) conditions. Two important characteristics for each drought event are duration and severity. Drought duration is the time period when the drought indicator (e.g., SPI) is below the choice of drought

threshold (truncation level), and drought severity is the deviation below the climatological mean as represented by SPI, SSI, and MSDI. Standardized indices can be derived for different timescales. In this study, the common 6-month SPI, SSI, and MSDI are used for drought assessment.

The study investigates trends and temporal changes in droughts over the selected regions. The nonparametric Mann–Kendall test is applied to the drought time series to examine the presence of trends. Mann (1945) originally developed this test and Kendall (1975) subsequently derived the test statistics distribution. The null hypothesis $H(0)$ indicates that there is no significant trend in the examined time series. This hypothesis is rejected if the p value of the test is less than the significance level (e.g., 0.05 indicating a 95% confidence level). This test has demonstrated good performance for trend detection in hydrology (Burn and Hag Elnur 2002) and has been previously applied in drought studies (e.g., Damberg and AghaKouchak 2013).

The Mann–Kendall test does not take into account the magnitude of the values, but instead depends on the rank of values in historical observations. In this test, each value x_1, x_n , from a time series with n values is compared with all other values. For a positive difference between the data points, the so-called S statistic is increased by +1, while it is decreased by -1 for a negative difference. The S statistics remains unchanged for a zero difference (Eqs. 1 and 2):

$$S = \sum_{i=1}^{x-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_{j-x_i}), \quad (1)$$

where

$$\text{sgn}(x_{j-x_i}) \begin{cases} +1, (x_{j-x_i}) > 0 \\ 0, (x_{j-x_i}) = 0 \\ -1, (x_{j-x_i}) < 0 \end{cases} . \quad (2)$$

Thus, a large positive value of S indicates a strongly increasing trend and a large negative value

of S indicates a strongly decreasing trend. The non-parametric assumption of Mann–Kendall’s test, when applied to a time series with a large number of values, allows the use of a regular Z test to determine whether a trend is significant or not (Yue et al. 2002):

$$z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{j=1}^q t_j(t_j-1)(2t_j+5)}{18}}}, & \text{if } S > 0 \\ 0, & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{j=1}^q t_j(t_j-1)(2t_j+5)}{18}}}, & \text{if } S < 0 \end{cases}$$

Here, n is the sample size;

q – the number of zero-difference groups (ties) in the data set;

t_j – the number of data points in the j the zero-difference group.

Throughout this study, a p value of 0.05 (confidence level of 95 %) is used as the criterion of statistical significance of a trend. The Mann–Kendall test returns an H value of 1 if a statistically significant trend is detected (i.e., the null hypothesis of no trend is rejected). Consequently, the test returns an H value of 0 if the null hypothesis of no trend cannot be rejected at a significance level of $p=0.05$.

RESULTS

The time series of the fraction of Iran under drought based on MSDI is shown in Fig. 1. For better visualization, drought severity is provided in the so-called D scale (Svoboda et al. 2002): D0 (abnormally dry), D1 (moderate drought), D2 (severe drought), D3 (extreme drought), and D4 (exceptional drought). The aforementioned drought categories represent the following ranges in standardized indices: -0.5 to -0.7 (D0), -0.8 to -1.2 (D1), -1.3 to -1.5 (D2), -1.6 to -1.9 (D3), and -2.0 or less (D4). The most severe drought in the past 30 years occurred between 1998 and 2001. In August 1999, for example, approximately 90% of the country was under drought, with approximately

70 % of the country under exceptional drought (D4 category or SPI, SSI, and MSDI below -2.0).

During the same period, droughts occurred across other parts of Asia, Europe, and the USA. In this period, the sea surface temperatures in the eastern Pacific were persistently cold, while the sea surface temperatures in the Indian and western Pacific were warm (Hoerling and Kumar 2003). Numerous studies have focused on the effects of sea surface temperatures on droughts in the USA and Europe (Kiladis and Diaz 1989; Barlow et al. 2002). However, limited studies have addressed this issue over Iran. The 1998-2001 drought in Iran may have resulted from anomalous sea surface

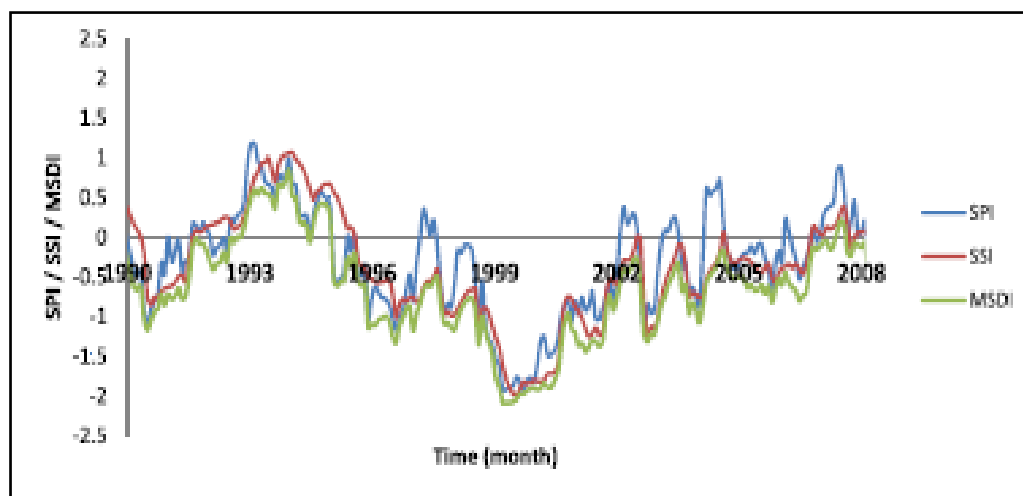


Fig. 1. Time series of the 6 - months SPI, SSI, and MSDI over Azerbaijan

INVESTIGATING THE METEOROLOGICAL AND AGRICULTURAL DROUGHTS CASE STUDY: SELECTED PROVINCES IN IRAN

temperatures related to ENSO. ENSO substantially alters precipitation patterns across the tropics and parts of the midlatitudes. In 1999, 2000, and 2001, the average precipitation in Iran was 72%, 62%, and 80% below the long term climatology, respectively (Darvishi et al. 2008). This clearly highlights that the cold phase of the ENSO (La Niña) phenomenon significantly affects precipitation patterns across Iran (Nazemosadat and Ghasemi 2004).

Analyzing drought duration and severity, it was deduced that SPI recognized 23 drought events lasting 2 months or more. Consistent with previous studies, the most severe drought in the record in Iran started in August 1998 and lasted 27 months until November 2000. SSI indicated 20 drought events where the most severe one started November 1998 and lasted for 25 months until December 2000. The MSDI, on the other hand, detected 19 drought events with the record drought starting July 1998 ending November 2000, 28 months. For the 1998-2001 events, the SPI detects the drought onset earlier than SSI, which is consistent with the findings of Hao and AghaKouchak (2013b). Also, it is noted that the MSDI detects the drought onset 1 month earlier than SPI, and hence, it may be a better indicator for drought early onset detection.

In the rest of this paper, for better visualization and to better illustrate the differences between the drought indices, only the results for 1990-2008 are shown. The Mann-Kendall test applied to no overlapping SPI and SSI data indicates no significant trend at 95 % confidence level. This indicates that, in the period of analysis, no significant change in drying/wetting patterns is observed. It is noted that, in all regions, the entire record of data (1980-2013) is used for trend analysis. One can see that the three indices are generally consistent; however, at several time steps, there are discrepancies between the three indices. Typically, soil moisture responds to precipitation deficit with some lag time. For this reason, precipitation is a better indicator for detecting the drought onset (Mo 2008). On the other hand, soil moisture exhibits less variability compared to precipitation and, hence, better describes drought persistence (Hao and AghaKouchak 2013a). This study offers the opportunity to investigate the behavior of the indices (SPI, SSI, and MSDI) over different

climatic conditions (e.g., northern Iran with humid climate vs. southeast with arid and semiarid climate).

In Azerbaijan, located northwest of Iran (Fig. 1), the most severe drought occurred in 1999 which is consistent with previous studies in this region (Parvin 2011). In this region, precipitation is highly variable. Often, short and heavy precipitation events occur, changing the SPI drought signal (from negative to positive), while they may not be sufficient to terminate agricultural droughts. As shown, in several time steps (e.g., 1997, 2004), SPI shows positive values indicating a wet period from meteorological viewpoint, while the SSI continues to show a dry spell. This may occur when a large volume of precipitation happens over a short time, while the rest of the month remains dry. For this reason, droughts should be investigated with multiple indices.

Unlike in the Azerbaijan region, these regions show that the three indices are more consistent throughout the study period. Previous studies in the USA showed that soil moisture-based drought indices often respond to meteorological droughts with a delay of a couple months. In these three regions, however, the figures show that meteorological and agricultural droughts occur at approximately the same time. This can be explained by the fact that these regions have semiarid and arid climate and that the soil moisture is lost quickly. Khouzestan receives high precipitation in its mountainous regions and has very hot and often humid summers. The selected region in northern Iran is humid, with the annual precipitation ranging from 400 to 1,500 mm. In these two regions, unlike the semiarid and arid regions, the SSI (agricultural drought) responds to SPI (meteorological drought) with a couple of months of delay. The figure shows that MSDI is consistent with the SPI's drought onset, but describes the drought persistence similar to SSI. We can conclude that, in arid and hyperarid regions, the SPI and SSI are quite similar with respect to the drought onset, while in wet climatic conditions, SPI detects the drought onset earlier. In all areas, the MSDI indicates drought onset similar to precipitation and persistence similar to soil moisture.

In the selected regions, as well as the rest of

Iran, the presence of a trend is evaluated using the Mann–Kendall test. Table 1 provides the summary statistics including p values of the trends at 95% confidence level (0.05 significance level). No overlapping data samples are used for trend analysis to avoid serial dependence. One can see that, in the eastern parts of Iran (with arid and semiarid climate), no significant trend is observed. In contrast, over Azarbayjan, a significant drying trend is observed based on MERRA-Land data. This is consistent with the findings of Damberg and Agha Kouchak (2013) where a significant drying trend is detected at 95% significance level in northwestern Iran using a satellite-based model-independent precipitation data record (Agha Kouchak and Nakhjiri, 2012). The results are also consistent with the reported trends in the northwest of Iran using ground-based measurement (Tabari and Hosseinzadeh Talaei, 2011). Over northern Iran where the average rainfall is much higher than the rest of the country, MERRA precipitation exhibits a significant trend. A similar trend has been observed using a satellite precipitation data (Damberg and Agha Kouchak, 2013). However, soil moisture data does not indicate the presence of a significant trend. This

can be explained by the fact that the average rainfall is high in northern Iran (between 400 and 1,500 mm/year) and at some time steps, even with precipitation being below the climatology, rainfall is sufficient to keep the soil wet.

In most regions, the record drought of the late 1990s and early 2000s was even two or three times longer than the second worst drought in some of the regions, especially over Azarbayjan (northwestern Iran). It is worth pointing out that the drought duration and start month is not the same based on different indicators because different drought indices focus on different aspects of drought. One can see, however, that the drought duration based on MSDI is typically longer than both SPI and SSI since it combines information from both indices. Also, the table shows that the MSDI minimum values are slightly smaller than both SPI and SSI, indicating a more severe condition. This is because MSDI emphasizes drought condition when both indicators are below the choice of drought threshold. It is acknowledged that model simulations and satellite observations used to derive SPI, SSI, and MSDI are subject to uncertainties.

CONCLUSION

Every year, droughts affect agriculture, water resources, and ecosystems of Iran. Most parts of Iran suffer from water scarcity, and droughts can substantially exasperate the pressure on the water resource systems. Water resource systems are sensitive to climatic change and variability (Nazemi et al. 2013) and, hence, changes in droughts could affect water availability. Using precipitation and soil moisture data from NASA's MERRA-Land, this study investigates the trends and patterns of meteorological and agricultural droughts in Iran and several subregions with different climatic conditions. The meteorological and agricultural droughts are assessed using the SPI and SSI, respectively. Using a composite model, known as the MSDI, the overall meteorological–agricultural drought conditions are also evaluated. The findings can be summarized as follows:

1) The results indicate that the hypothesis of no

trend could not be rejected in the eastern and northeastern Iran (Khorasan and Sistan and Balouchestan). However, in the northern, northwestern, and central parts of Iran, a significant drying trend at 95% confidence level has been observed. Over the entire country, the drought indicators do not show any significant trend.

2) The most severe drought across the country and the selected regions occurred between 1998 and 2001. Nearly the entire country was under drought for a couple of months during this period. For example, in summer 1999, approximately two thirds of the country experienced exceptional drought (D4 category), with approximately 90 % of the country being under D0–D4 drought conditions. This coincides with a cold phase ENSO, La Niña, that led to persistently cold sea surface temperatures in

the eastern Pacific and warm sea surface temperatures in the Indian and western Pacific. Consequently, droughts occurred in many parts of the world including Iran. This clearly highlights that the ENSO phenomenon (particularly, prolonged La Niña) significantly alters precipitation patterns across Iran and is one of the main drivers of droughts.

- 3) This study investigated the newly developed MSDI over different climatic conditions from humid to hyperarid. In humid regions (e.g., northern Iran) and also areas with high precipitation variability (e.g., Azarbayjan), the use of multivariate indicators such as MSDI is of particular importance. The main reason is that, in humid and semihumid regions, soil moisture levels may remain high even long after precipi-

itation. In such regions/climates, typically, precipitation detects the drought earlier and soil moisture better describes the persistence. MSDI, detects the drought onset similar to SPI, but describes the drought persistence more similar to SSI. However, in arid and hyperarid regions (e.g., Sistan and Balouchestan and Khorasan), the three indices (SPI, SSI, and MSDI) were more consistent, and MSDI did not provide additional information. The main reason is the fact that, in arid and hyperarid regions, after each rainfall event, soil moisture evaporates relatively quickly. In such regions, soil moisture level is typically very low and meteorological and agricultural droughts occur at about the same time.

References

1. **AghaKouchak A, Nakhjiri N.** A near real-time satellite-based global drought climate data record. // *Environ Res. Lett.* (2012) 7(4):044037. doi:10.1088/1748-9326/7/4/044037.
2. **Alexander L, Zhang X., Peterson T., Caesar J., Gleason B., Klein Tank A., Haylock M., Collins D., Trewin B., Rahimzadeh F., Tagipour A., Ambenje P., Rupa Kumar K., Revadekar J., Griffiths G.** Global observed changes in daily climate extremes of temperature. // *J Geophys Res* 111, D05109, 2006.
3. **Burn DH., Hag Elnur MA.** Detection of hydrologic trends and variability. // *J Hydrol* 255:107–122, 2002.
4. **Damberg L., AghaKouchak A.** Global trends and patterns of droughts from space. // *Theor Appl Climatol.* doi:10.1007/s00704-013-1019-5, 2013.
5. **Darvishi A., Arkhi S., Ebrahimi A.** Risk and disaster management to mitigate the effects of droughts in Iran. // *Proceeding of the Conference on Drought in Charmahal-Bakhtiari*, November 2008. Shahrekord University, Shahrekord.
6. **Gringorten II.** A plotting rule for extreme probability paper. // *J Geophys Res* 68(3):813–814, 1963.
7. **Guha-Sapir D., Hargitt D., Hoyois P.** Thirty years of natural disasters 1974–2003: the numbers. // *Univ. Louvain Presses*, Louvain, 2004.
8. **Hao Z., AghaKouchak A.** A multivariate multi-index drought modeling framework. // *J Hydro-meteorol* 15:89–101. doi:10.1175/JHM-D-12-0160.1, 2013.
9. **Hao Z., Aghakouchak A.** Multivariate standardized drought Index: a parametric multi-index model. // *Adv Water Resour* 57:12–18, 2013.
10. **Hao Z., AghaKouchak A., Nakhjiri N., Farahmand A.** Global integrated drought monitoring and prediction system. *Scientific Data.* doi:10.1038/sdata.2014.1.
11. **Heim R.** A review of twentieth-century drought indices used in the United States. // *Bull Am. Meteorol Soc* 83(8):1149–1165, 2002.
12. **Hill TD., Polsky C.** Suburbanization and drought: a mixed methods vulnerability assessment in rainy Massachusetts. // *Environ Hazards* 7: 291–301. doi:10.1016/j.envhaz.2007.08.03.
13. **Hoerling M., Kumar A.** The perfect ocean for drought. *Science* 299(5607):691–694, 2003.
14. **Kallis G.** Droughts. // *Annu Rev Environ Resour* 33(1):85, 2008.
15. **Kendall MG.** Rank correlation methods. Griffin, London, 1975.
16. **Kiladis GN., Diaz HF.** Global climatic anomalies associated with extremes in the Southern Oscillation. // *J Clim* 2(9):1069–1090, 1989.
17. **Mann H.** Nonparametric tests against trend.

- //Econometrica 13:245–259, 1945.
18. **McKee T., Doesken N., Kleist J.** The relationship of drought frequency and duration to time scales. //In Proceedings of the 8th Conference of Applied Climatology, 17–22 January 1993, American Meteorological Society, Anaheim, CA, pp. 179–184.
 19. **Mo KC.** Model based drought indices over the United States. //J Hydrometeorol 9:1212–1230, 2008.
 20. **Modarres R.** Regional precipitation climates of Iran. //J Hydrol N Z 45(1):13–27, 2006.
 21. **Nazemi A., Wheeler HS., Chun KP., Elshorbagy A.** A stochastic reconstruction framework for analysis of water resource system vulnerability to climate-induced changes in river flow regime. //Water Resour Res. doi:10.1029/2012WR012755, 2013.
 22. **Nazemosadat MJ., Ghasemi AR.** Quantifying the ENSO-related shifts in the intensity and probability of drought and wet periods in Iran. //J Clim 17:4005–4018, 2004.
 23. **OFDA/CRED (2008) EM-DAT: emergency events database.** Univ. Catholique Louvain OFDA/CRED. Available at <http://www.emdat.be/>.
 24. **Parvin N.** Synoptic patterns of the most severe drought of Urmiah Lake River Basin. //Geogr Res 26(100):89–108, In Persian, 2011.
 25. **Reichle RH., Koster RD., De Lannoy GJM., Forman BA., Liu Q., Mahanama SPP., Toure A.** Assessment and enhancement of MERRA land surface hydrology estimates. //J Clim 24(24): 6322–6338, 2011.
 26. **Svoboda M., Le Comte D., Hayes M., Heim R., Gleason K., Angel J., Rippey B., Tinker R., Palecki M., Stooksbury D., Miskus D., Stephens S.** The drought monitor. //Bull Am Meteorol Soc 83:1181–1190, 2002.
 27. **Tabari H., Hosseinzadeh Talaei P.** Temporal variability of precipitation over Iran: 1966–2005. //J Hydrol 396:313–320, 2011.
 28. **Trenberth K.** Climate variability and global warming. //Science 293(5527):48–49, 2001.
 29. **Wilhite D.** Drought: a global assessment. Routledge, New York, 2000.
 30. **Yue S., Pilon P., Cavadias G.** Power of the Mann–Kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series. //J Hydrol 259:254–271, 2002.

ს ნ ო ტ ა ც ი ე ბ ი

ჰიდროლოგია და მეტეოროლოგია

მდ. ძირულას (სოფ. უბისასთან) ნატანის ჩამონადენის ბაზანტარში ენემპეტიკული პრინციპის გამოყენებით

მ. ალავერდაშვილი, დ. კიკნაძე, ნ. კოკაია, ნ. ხუფენია, ნ. ცინცაძე

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი ქ. თბილისი, საქართველო

მდინარე ძირულა თითქმის მთელ მონაკვეთზე სოფ. წევამდე ჰიდროლოგიური თვალსაზრისით წარმოდგენს შეუსწავლელ მდინარეს, ამიტომ ჰესის დასაპროექტებლად და მისი შემდგომი ექსპლუატაციისათვის საჭირო ერთ-ერთი ძირითადი კომპონენტის – ნატანის რაოდენობრივი მახასიათებლის განსაზღვრისათვის გამოყენებულ იქნა მდინარე ანალოგის – ჩხერიმელას (სოფ. საიმერლო) ჰიდროლოგიური მონაცემები და ე.წ. „ენერგეტიკული პრინციპი“. შესაბამისი გადაანგარიშებით. მივიღეთ, რომ მდ. ძირულას ნატანის ჩამონადენი სოფ. უბისასთან ტოლია 83 ათასი ტონისა წლიურად, საიდანაც ატივარებული ნატანი შეადგენს 70,7 ათ.ტ/წლ., ხოლო ფსკერული – 12,3 ათ.ტ/წლ. ასევე გაკეთდა როგორც თხევადი, ისე ნატანის ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება, რომელიც ჰესის სამუშაო რეჟიმის ერთ-ერთი მთავარი კომპონენტია.

მდინარე ძირულაზე სოფლების – შროშასა და უბისას შორის მონაკვეთში უბისაჰესის აშენების შედეგად წარმოდგენილი პატარა კალაპოტური წყალსაცავი შექმნის დიდ სილამაზეს და რეგიონს მოემსახურება ენერგეტიკული მიზნებისთვის.

საკვანძო სიტყვები: ნატანის ჩამონადენის ნორმა, ენერგეტიკული პრინციპი, ნატანის ჩამონადენის მოდული, მდინარე ანალოგი.

წყალთა მეურნეობა

ახერბაიჯანის რესპუბლიკის მტანარი წყლების მიწისქვეშა რესურსები და მათი სახალხო მეურნეობაში გამოყენების მდგომარეობა

ა. ალიმოვი, ტ. ზეინალოვი

სსგ „აზ ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია“ ქ. ბაქო, აზერბაიჯანი

მსოფლიოში წყალმომარაგების მიზნით გამოიყენება წყალქვეშა წყლები, რომლებიც ფორმირებულია მთისწინა და მთის ზონებსა და მსხვილი მდინარის არტერიების ნატანების კონუსის საწყის ზონაში, რომელთა მინერალიზაცია ნაკლებია 1 გ/ლ ჰიდროკარბონატულ-კალციუმის შემადგენლობაზე.

საკვანძო სიტყვები: წყალქვეშა წყლები, ქიმიური შემადგენლობა, მდინარე, წყალმომარაგება, მთის ზონები, კალაპოტი, ფილტრაციის კოეფიციენტი, მორწყვა, პროგნოზი.

წყალთა მეურნეობა

ახერბაიჯანის რესპუბლიკის ალტერნატიული წყლის რესურსების შეფასება მათი გვალვის დროს გამოყენების მიზნით

ა. ალიმოვი, ტ. ზეინალოვი

სსგ „აზ ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია“ ქ. ბაქო, აზერბაიჯანი

წყლის რესურსების (ზედაპირული, მიწისქვეშა, კოლექტორულ-დრენაჟული, ტბა-ჭაობური, ფეკალური და სხვ.) მოცულობა იცვლება ყოველი 3-7 წლის ინტერვალით ამინდის პირობებიდან გამომდინარე. მცირენალექიან წლებში წარმოიქმნება აუცილებლობა ამ წყაროების წარმოებაში გამოყენებისა. გარანტირებული მოსავლის მისაღებად აუცილებელია რაოდენობის, მოცულობისა და გეოგრაფიულ-ალტერნატიული წყაროების, ასევე მათი დინამიკის

ცოდნა.

საკვანძო სიტყვები: წყლის რესურსების წყაროები, მდინარის წყლები, კოლექტორულ-დრენაჟული წყლები, ფეკალური წყლები, ტბა-ჭაობური და მიწისქვეშა წყლები.

დედამიწის შემსწავლელი კვლევები

ჰიდროსტატიკური ნივთიერების ხერხის თეორიული დასაბუთების საკითხი და მისი პრაქტიკული რეალიზაცია

პ. ამბარცუმიანი

არქიტექტურისა და მშენებლობის სომხეთის ეროვნული უნივერსიტეტი
ქ. ერევანი, სომხეთი

ნაშრომში წარმოდგენილია ავტორის სამეცნიერო პრაქტიკული საწარმოო კვლევების შედეგები გეოდეზიური გათვლების დარგში, კერძოდ ჰიდრონიველირების, რომელიც გამოიყენება მშენებლობაში ნაგებობების დაპროექტებისა და ექსპლუატაციის დროს. კერძოდ, განვითარებულია ჰიდროტექნიკური ნიველირების თეორიული საფუძველი, მოცემულია რეკომენდაციები სამუშაო სითხის გამოყენებისათვის და ამ ხერხის პრაქტიკული რეალიზაციისათვის. დაზუსტებულია ჰიდროსტატიკური ნიველირების სამუშაო ფორმულა

საკვანძო სიტყვები: ჰიდროსტატიკური ნიველირება, დეფორმაციები, საძირკვლისა და ფუნდამენტის ნალექები.

მშენებლობა

თანამედროვე ბანკოთმშენებლობის ძალაში მითითებული საწარმოო ტერიტორიების მშენებლობა და რეკონსტრუქცია

მ. არაქელიანი

არქიტექტურისა და მშენებლობის სომხეთის ეროვნული უნივერსიტეტი
ქ. ერევანი, სომხეთი

სტატიაში განხილულია მიტოვებული საწარმოო ზონების მშენებლობისა და ათვისების საკითხები როგორც ქ. ერევანში, ასევე მსოფლიოს სხვადასხვა ქალაქებში.

ეს პრობლემები წარმოიქმნა გასული საუკუნის 70-იან წლებში და დაკავშირებული იყო საზოგადოების განვითარების „ინდუსტრიული“ სტადიიდან „პოსტინდუსტრიული“ ან „ინფორმაციული“ სტადიაზე გადასვლასთან. ამავდროულად, სამრეწველო ზონებს უკავიათ ვრცელი ტერიტორიები და ხელსაყრელი განლაგების გამო გააჩნიათ მნიშვნელოვანი პოტენციალი ქალაქების მშენებლობისთვის, აგრეთვე გამოირჩევიან მასშტაბებით და აქვთ გარკვეული დამოუკიდებლობა. გააჩნიათ რა ალტერნატიული რეკონსტრუქციული ფუნქციები, მიტოვებული სამრეწველო ზონები იზიდავენ ინვენსტიციებს, რომლებიც მიზანშეწონილია სოციალური, ეკონომიკური, ფსიქოლოგიური, ისტორიული და ესთეტიკური მიზეზებით.

საკვანძო სიტყვები: სამრეწველო, ინდუსტრიული, პოსტინდუსტრიული, რეკონსტრუქცია, რენოვაცია, არქიტექტურა.

მშენებლობა

ახალი ტიპის საყალიბე ფარის ნატურული ექსპერიმენტის აღწერა და საწყისი მონაცემები მისი კონსტრუქციული ბაზანგარიშებისათვის

შ. ბაქანიძე, ნ. მსხილაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ქ. თბილისი, საქართველო

შემოთავაზებულია ახალი ტიპის საყალიბე ფარი შენობა-ნაგებობათა შემომფარგლავი კედლების ასაგებად.

მოცემულია აღნიშნული საყალიბე ფარის ნატურული ექსპერიმენტის ჩატარების მეთოდოლოგია.

საყალიბე ფარის მოდელის კონსტრუქციული ბაზანგარიშების საფუძველზე დამუშავებულია მისი კონსტრუქციული გადაწყვეტები.

აღწერილია აღნიშნული საყალიბე ფარის ნატურული ექსპერიმენტი.

საკვანძო სიტყვები: მრავალშრიანი კედელი, მზიდი შრე, კონსტრუქციული ბაზანგარიშება, თბოტექნიკური ბაზანგარიშება, საყალიბე ფარის მოდელი, საანგარიშო

სქემა, კონსტრუქციული გადაწყვეტა, ნატურული ექსპერიმენტი.

მშენებლობა

ახალი ტიპის საყალიბე ფარის კონსტრუქციული გაანგარიშებისათვის

შ. ბაქანიძე, ნ. მსხილაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ქ. თბილისი, საქართველო

შენობა-ნაგებობათა მრავალშრიანი შემომფარგლავი კედლების დასაბეტონებლად შემოთავაზებულია ახალი ტიპის საყალიბე ფარი, რომლის საშუალებით შესაძლებელია როგორც ერთშრიანი, ასევე მრავალშრიანი კედლების დაბეტონება შრეების ურთიერთმიერთებით როგორც ბრტყელი, ასევე რთულპროფილური ზედაპირებით, რაც, ადგილის ამალღების გზით, უზრუნველყოფს მათ ერთობლივ მუშაობას.

მოცემულია შემოთავაზებული საყალიბე ფარის საანგარიშო სქემები მისი კონსტრუქციული გაანგარიშებისათვის.

საკვანძო სიტყვები: მრავალშრიანი შემომფარგლავი კედლები, კონსტრუქციული შრე, თბოსაიზოლაციო შრე, საყალიბე ფარი, რთულპროფილური ზედაპირი.

მშენებლობა

მიწისძვრის ნაბეობების ცილინდრული გადახურვების გაანგარიშება ლოკალურ დატვირთვებზე

ზ. გელენიძე, ვ. მჭედლიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ქ. თბილისი, საქართველო

ნაშრომში მოცემულია მიწისქვეშა ნაგებობების გადახურვების დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის გამოკვლევა ლოკალურ დატვირთვებზე ნახევრად უმომენტო გარსთა თეორიის გამოყენებით. საანგარიშო სქემა წარმოდგენილია კონტურით სახსრულად უძრავად დაყრდნობილი საშუალო სისქის ცილინდრული გარსის სახით. გარეგანი ლოკალური დატვირთვა

მოცემულია წყვეტილ-მუდმივი ორმაგი ტრიგონომეტრიული მწკრივის სახით. გადაწყვეტი დიფერენციალური განტოლების ამონახსნი მიღებულია რადიალურ ჩაღუნვებში, რომლის საშუალებით ადვილად განისაზღვრება ყველა შინაგანი ძალოვანი ფაქტორი.

საკვანძო სიტყვები: გარსი, ნახევრად უმომენტო, ლოკალური, გადაწყვეტი დიფერენციალური განტოლება, დატვირთული არე.

ჰიდროლოგია და მეტეოროლოგია

ბენეფიციური წყლის პროგრესული ტალღების პარამეტრების შეფასების მეთოდის შესახებ

**თ. გველესიანი,¹ გ. ჯინჯინაშვილი,²
ხ. ირემაშვილი²**

1) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი

2) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი ქ. თბილისი, საქართველო

როგორც ცნობილია, წყალსატევებში პროგრესული ტალღების გენერაციის საკითხის შესწავლისას გამოიყენება დისპერსიის განტოლება, რომელიც აკავშირებს ისეთ პარამეტრებს, როგორცაა ტალღაწარმომქმნელის რხევის სიხშირე და ტალღის სიგრძე. ეს განტოლება გამოსახება ჰიპერბოლური ტანგენსის სახით და მისი ამოხსნისათვის აუცილებელია შერჩევითი მეთოდის გამოყენება. ნაშრომში მიღებულია ფორმით მარტივი ანალიზური დამოკიდებულებები, რომელთა დახმარებით უშუალოდ განისაზღვრება პროგრესული ტალღის გენერაციის პროცესის ძირითადი პარამეტრები.

საკვანძო სიტყვები: პროგრესული ტალღის გენერაცია, ტალღა გენერატორი, რხევის სიხშირე, ტალღის სიგრძე, ტალღის დისპერსია.

ჰიდროტექნიკა

**ნაპირდამცავი ნაბეზოსი გავლენა
მდინარის კალაპოტის ნაკადის
მახასიათებლებზე**

**თ. გველესიანი,¹ ხ. ირემაშვილი,²
გ. ბერძენაშვილი²**

1) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა
მეურნეობის ინსტიტუტი

2) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ქ. თბილისი, საქართველო

მოყვანილია სასაზღვრო ამოცანის ამონახსნი, რომელიც შეეხება მდინარის კალაპოტის უბანზე ნაკადის დამყარებულ არათანაბარ მოძრაობას. იგულისხმება, რომ კალაპოტის განივკვეთი არის სწორკუთხა ფორმის. აღნიშნული ამონახსნი გამოყენებულია ნაკადში სიჩქარის ველის მათემატიკური მოდელირებისათვის, იმ შემთხვევაში, როდესაც მდინარის ნაპირთან განლაგებულია ისეთი ნაპირდამცავი ნაგებობა, როგორცაა განივი დეზი. დამუშავებული მეთოდიკა აუცილებელია კალაპოტური პროცესების რაციონალური რეგულირების მიზნით.

საკვანძო სიტყვები: ნაკადის არათანაბარი მოძრაობა, ნაკადის სიჩქარეთა ველი, ნაპირდამცავი ნაგებობა, კალაპოტური პროცესის რეგულირება.

დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერება

**ახერბაიჯანში ნორმალური სიმაღლეების
სისტემის განვითარება თანამგზავრული
მეთოდებით**

მ. გოჯამანოვი, ა. ისმაილოვი

ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ქ. ბაქო, აზერბაიჯანი

როგორც ცნობილია, თანამგზავრული განსაზღვრის შედეგად მიიღება დედამიწის ხელოვნურ თანამგზავრებზე დაკვირვების წერტილების სივრცული გეოდეზიური კოორდინატები X, Y, Z . ამიტომ მიზანშეწონილია ელიფსოიდური გეოდეზიური კოორდინატების B, L, H თანხვედრილი გამოთვლა

გეოდეზიური სიმაღლის განსაზღვრის ცალკე ამოცანად გამოყოფის გარეშე. თუმცა გეოდეზიური სიმაღლე უსარგებლოა მინდორში დედამიწის მიზიდულობის ძალის მუშაობასთან დაკავშირებული ამოცანების ამოხსნისას. ამიტომ დგება აუცილებლობა გეოდეზიური სიმაღლიდან მინდორში სიმძიმის ძალის სიმაღლეზე გადასვლისა. სტატიაში განხილულია ნორმალური სიმაღლეების თანამგზავრული სისტემების განთავსების პრინციპი და მის საფუძველზე დამუშავებულია სიმაღლური უზრუნველყოფის სისტემის შექმნის თანამედროვე კონცეფცია აზერბაიჯანის რესპუბლიკის ტერიტორიაზე. მისი ძირითადი იდეა მდგომარეობს იმაში, რომ როგორც გეგმიური, ასევე სიმაღლური კოორდინატთა სისტემა რეალიზდება გეოდეზიური ქსელების მსგავსი (მაღალი სიზუსტის გეოდეზიური ქსელი) შერწყმით თგქ-1-თან (თანამგზავრული გეოდეზიური ქსელი).

საკვანძო სიტყვები: ნორმალური სიმაღლე, გეოდეზიური კოორდინატები, თანამგზავრი, ელიფსოიდი, პოტენციალი.

ჰიდროლოგია და მეტეოროლოგია

**მდინარე მტკვრის (ლიკანთან)
წყალდიდობების და წყალმოვარდნების
სიხშირის უზუსტობა**

**გ. გრიგოლია,¹ დ. კერესელიძე,^{2,3}
ვ. ტრაპაიძე,³ გ. ბრეგვაძე³**

1) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

2) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა
მეურნეობის ინსტიტუტი

3) ივ. ჯავახიშვილის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ქ. თბილისი, საქართველო

ჩატარებულმა გაანგარიშებებმა (მაქსიმალური ხარჯის სიხშირეები, წყალმოვარდნული აქტივობის კოეფიციენტი) გვიჩვენა, რომ მდ. მტკვარზე სოფ. ლიკანთან წყალდიდობები და წყალმოვარდნები მხოლოდ IV და V თვეებში ფიქსირდება. ამ პერიოდის

მაქსიმალური ხარჯები ძირითადად ფორმირდება მდ. მტკვრის აუზში დაგროვილი თოვლის მარაგის რაოდენობით, დნობის ინტენსივობითა და მოსული ატმოსფერული ნალექების ზედდებით ჩამონადენზე.

საკვანძო სიტყვები: დატბორვა, წყალდიდობების სისშირე, წყალმოვარდნული აქტივობის კოეფიციენტი.

მელიორაცია

სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის კვლევისათვის სავალე პოლიგონის მოწყობა

მ. გუგუშია

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ქ. თბილისი, საქართველო

სტატიაში მოცემულია დამშრობი დონისძიებების მნიშვნელობა კოლხეთის დაბლობის მაგალითზე. აღწერილია სამიარუსიანი დრენაჟის მუშაობის პრინციპი. წარმოდგენილია სამიარუსიანი სადრენაჟო კონსტრუქციის მოსაწყობად საჭირო მასალა და აღწერილია შესრულებული სამუშაო.

საკვანძო სიტყვები: კოლხეთის დაბლობი, ჭარბტენიანი ნიადაგი, სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟი.

გარემოს დაცვა

კატასტროფებით გამოწვეული მოსალოდნელი ეკოლოგიური პრობლემების სენსიტიურობისა და რისკების უზენაესი კრიტერიუმების დამუშავება, მათი გამოყენება აღნიშნული პრობლემების პრევენციისათვის

რ. დიაკონიძე, ო. ხარაიშვილი, ზ. ჭარბაძე, ქ. დადიანი, ნ. ნიბლაძე, ნ. სუხიშვილი, ფ. ლორთქიფანიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ქ. თბილისი, საქართველო

ნაშრომი ეძღვნება ბუნებრივი კატასტროფებით გამოწვეული მოსალოდნელი

ეკოლოგიური პრობლემების წარმოქმნის, მათი სენსიტიურობისა და მოსალოდნელი რისკის შეფასების საკითხს.

წარმოდგენილი სენსიტიურობისა და რისკების შეფასების კრიტერიუმები საშუალებას იძლევა შეფასდეს და განისაზღვროს, თუ რომელი ეკოლოგიური პრობლემების მოგვარება უფრო პრიორიტეტულია (პირველ რიგში) საქართველოს პირობებისათვის.

საკვანძო სიტყვები: ეკოსისტემა, ეკოლოგიური პრობლემები, სენსიტიურობა, შეფასების კრიტერიუმები.

მშენებლობა

ხელმისაწვდომი საცხოვრებლის მშენებლობის უცხოური გამოცდილების თავისებურებანი (აშშ-ს, ევროპული ქვეყნებისა და ყოფილი საბჭოთა კავშირის ტერიტორიის მაგალითზე)

ლ. ეგიაი

არქიტექტურისა და მშენებლობის სომხეთის ეროვნული უნივერსიტეტი
ქ. ერევანი, სომხეთი

მოცემულ სტატიაში მოყვანილია რიგი ქვეყნების სოციალური მშენებლობის ისტორიული მიმოხილვა, მათი ნაციონალური დაფინანსების სქემების თავისებურებები. განიხილება დემოგრაფიული პრობლემები, რასაც თან მოჰყვა სოციალური მშენებლობის ნაციონალური გადაადგილებები და მათი შესაბამისი კანონმდებლური სქემები. მოყვანილია საწყისი მდგომარეობის დებულებები და განვითარების საბოლოო შედეგები ყოველი პროგრამისთვის. ცალკეა განხილული დადებითი და უარყოფითი მხარეები, რომლებიც შეიძლება სასარგებლო იყოს სოციალური საცხოვრებლის დაგეგმვისას თანამედროვე პერიოდში. ილუსტრირებულია სოციალური მშენებლობის პროცესების კავშირი და ურთიერთქმედება სხვადასხვა ქვეყნებში.

საკვანძო სიტყვები: არქიტექტურა, ქალაქმშენებლობა, სოციალური მშენებლობა, განაშენიანება, ეკონომიკური პირობები, დემოგრაფია.

მშენებლობა

შენობა-ნაგებობების აღების ტექნოლოგია და ორგანიზაცია

ზ. ეზუგბაია,¹ ი. ირემაშვილი,² ა. ეზუგბაია,¹ ზ. ხორნაული,¹ ი. მარდიშვილი¹

- 1) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
- 2) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი ქ. თბილისი, საქართველო

ცნობილია, რომ მრავალი შენობა-ნაგებობა აშენებულია გასულ საუკუნეებში და განიცადეს როგორც ფიზიკური, ასევე მორალური ცვეთა. ამიტომ ასეთ ნაგებობებს სჭირდება სერიოზული რეკონსტრუქცია.

წარმოდგენილ ნაშრომში განხილულია ტექნოლოგიური პროცესები, რომლებიც ახლავს სარეკონსტრუქციო სამუშაოებს. განხილულია სარეკონსტრუქციო სამუშაოების ერთ-ერთი შემადგენელი ნაწილი, რომელიც ეხება შენობების ნაწილობრივ ან მთლიან დაშლას ან აღებას, ნაჩვენებია შენობების აღების ძირითადი თანამედროვე ხერხები.

საკვანძო სიტყვები: რეკონსტრუქცია, ტექნოლოგია, ორგანიზაცია, შენობების აღება, სამუშაოთა წარმოება, სამშენებლო ტექნიკა.

ჰიდროლოგია

მორენულ-ყინულოვანი კომპლექსების დამარხული ყინულები და მათი ბავლენა ჩრდილოეთ ტიან-შანის მდინარეების ნატანზე

ს. ეროხინი, დ. მამატკანოვი, ტ. ტუზოვა

- ყირგიზეთი რესპუბლიკის მეცნიერებათა აკადემიის წყლის პრობლემებისა და ჰიდროენერგეტიკის ინსტიტუტი ქ. ბიშკეკი, ყირგიზეთი

გაანალიზებულია ჩრდილოეთ ტიან-შანის მორენა-ყინულოვანი კომპლექსების დამარხული ყინულების ფორმირების დინამიკა. შეფასებულია დამარხული ყინულების გავლენა მთის მდინარეების ყინულო-

ვან ნატანზე.

საკვანძო სიტყვები: ჩრდილოეთ ტიან-შანის მყინვარები, მორენა-ყინულოვანი კომპლექსი, დამარხული ყინულები, მდინარეების ნატანი.

წყალთა მეურნეობა

საქართველოს კასპის რაიონის სარწყავი სისტემების რეაბილიტაციის ეკონომიური ეფექტიანობა

მ. ვართანოვი,¹ ე. კენხოშვილი,¹ ფ. ლორთქიფანიძე,¹ გ. მესრიშვილი²

- 1) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
- 2) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი ქ.თბილისი, საქართველო

კასპის რაიონის სარწყავი სისტემების რეაბილიტაციასა და თეძამის წყალსაცავის მშენებლობაში კაპიტალდაბანდებების რეალიზაცია საშუალებას იძლევა განსახილველი სამელიორაციო ობიექტების კომპლექსის 20-წლიანი ექსპლუატაციის განმავლობაში, ინვესტიციების შემოსავლის შიდა ნორმით (IRR) 12%, მიღებულ იქნეს სუფთა თანამედროვე ეფექტი (NPV) 37.92 მლნ. ლარის ოდენობით. იმის გამო, რომ ეკონომიკური ეფექტიანობის გაანგარიშებაში სარწყავი ფართობების საპროექტო მოსავლიანობის მიღწევა ჩადებულია პრაქტიკულად სამელიორაციო კომპლექსის ექსპლუატაციის მესამე წლისათვის, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების პროდუქტიულობის ფაქტობრივი კლება 5-10%-ით კაპიტალდაბანდებების ინვესტირებას არაეფექტურს ხდის.

საპროექტო ეფექტიანობის მიუღწევლობის რისკი მნიშვნელოვნად ბათილდება ინვესტიციების განხორციელების სოციალური ეფექტით. საპროექტო ღონისძიებების რეალიზაციით შესაძლებელი გახდება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სრულყოფილი რწყვა; ასობით ფერმერული მეურნეობა მიიღებს გარანტირებულ და სტაბილურ შემოსავალს და კონკურენტუნარიანი

საბაზრო ურთიერთობის ჩამოყალიბებასა და განვითარებაში აქტიური მონაწილეობის შესაძლებლობას.

საკვანძო სიტყვები: სარწყავი სისტემა, რეაბილიტაცია, ეკონომიკური ეფექტიანობა, რისკი, სოციალური ეფექტი.

ჰიდროლოგია

მდინარე მტკვრისა და მისი შენაკადების ნატანის ცვლილებების შესახებ

რ. ვერდიევი

აზერბაიჯანის ჰიდრომეტეოროლოგიის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტი
ქ. ბაქო, აზერბაიჯანი

სტატიაში შესრულებულია მდინარე მტკვრის ნატანის შეფარდებითი შეფასება 1961-1990 და 1991-2011 წლებისთვის. ამასთანავე, გამოყენებულია სხვადასხვა მონაცემები და კავშირები ნატანის მახასიათებლებსა და მეტეოროლოგიურ ელემენტებს შორის. შედარებულია ნატანის პირობითუნებრივი და დაკვირვებითი სიდიდეები. განხილულია მდინარის ნატანის შესაძლო ცვლილებები კლიმატის ცვლილებების სხვადასხვა შემთხვევისათვის.

საკვანძო სიტყვები: მდინარე, ჰიდროლოგია, წყლის ხარჯი, წყლის რესურსები, კლიმატის ცვლილება, ნატანის ტენდენციები.

ჰიდროლოგია და მეტეოროლოგია

დისტანციური ზონდირებისა და ბეონომეტრიული სისტემების (ბის) მეთოდების გამოყენება ღვატოვული ნაკადების ზონდირების მიზნების შესწავლისათვის და მათი საფრთხის შესახებ

გ. ზაგინაევი

ყირგიზეთის რესპუბლიკის მეცნიერებათა ნაციონალური აკადემიის ჰიდროტექნიკისა და წყალთა პრობლემების ინსტიტუტი
ქ. ბიშკეკი, ყირგიზეთი

განხილულია ღვარცოფული პროცესე-

ბის დინამიკა მდ. ალა-არჩას (ყირგიზეთის უღელტეხილი) მთიანი ველის მაგალითზე. ღვარცოფული საშიშროების შეფასების ამოცანების გადაჭრისა და პროგნოზული მოდელების აგებისას შემოთავაზებულია გეოინფორმაციული სისტემებისა და დისტანციური ზონდირების მეთოდების გამოყენება აეროვიზუალურ სამუშაოებსა და ვებზე გამოკვლევებთან კომპლექსში.

საკვანძო სიტყვები: ღვარცოფული საშიშროება, მთიანი მდინარის ველი, გეოინფორმაციული სისტემები, დისტანციური ზონდირება.

ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია

სიონის კაშხლის უსაფრთხოების შესახებ

- ი. იორდანიშვილი, თ. თევზაძე,**
- კ. იორდანიშვილი, მ. შაველაყაძე,**
- ლ. ბილანიშვილი, ნ. კანდელაკი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ქ. თბილისი, საქართველო

სტატიაში მოყვანილია სიონის კაშხლის პიეზომეტრებიდან 2013-2014 წლებში ამოღებული წყლის სინჯების ქიმიური ანალიზის შედეგები, რომლებიც იყო შედარებული 1985 წელს მიღებულ შედეგებთან. აღნიშნულია მშრალი ნაშთის მკვეთრი ზრდა, აგრეთვე კაშხლის მარცხენა ფრთასთან პიეზომეტრებში დაფიქსირებული წყლის ხმაური, რაც მიუთითებს სუფოზიური პროცესების გაძლიერებაზე.

დასაბუთებულია, რომ სიონის კაშხალზე, როგორც I კლასის ნაგებობების მდგრადობის უზრუნველსაყოფად, სავალდებულოა მონიტორინგის სისტემის მოწყობა ავტომატურ რეჟიმში.

საკვანძო სიტყვები: სიონის მიწის კაშხალი, პიეზომეტრი, სუფოზია.

მშენებლობა

მზის ენერჯის გამოყენება ბეტონის სამუშაოთა წარმოების ტექნოლოგიაში

**ი. ირემაშვილი,¹ ზ. ეზუგბაია,²
ზ. ხორნაული²**

- 1) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
- 2) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი ქ. თბილისი, საქართველო

ლაბორატორიულმა და შემდეგ ნატურულმა ექსპერიმენტებმა გვიჩვენა, რამდენად ეფექტურად შეიძლება მზის ენერჯის გამოყენება მონოლითურ სამუშაოთა წარმოებისას. ეს ძირითადად ეხება ბეტონის გამყარების დაჩქარების პროცესს: მონოლითური სამუშაოთა წარმოებისას სწრაფად ხდება ნაკეთობების განყალიბება, რაც ზრდის მშენებლობის ტემპებს. ამასთან ერთად, ბეტონი ნაკეთობის დაბეტონების შემდეგ უკვე მეორე დღეს იღებს სამარკო სიმტკიცის 60-70%-ს და საბოლოო სიმტკიცე ცემენტის სრულყოფილი ჰიდრატაციის საფუძველზე იზრდება 15-20%-ით.

საკვანძო სიტყვები: ბეტონი, გამყარება, მზის ენერჯია, ბეტონის თბური დამუშავება.

გარემოს დაცვა

წყალ-ჭაობიანი ლანდშაფტების როლი და მნიშვნელობა

**ლ. იტრიაშვილი, ე. ხოსროშვილი,
ნ. ნიბლაძე**

- საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი,
- ქ. თბილისი, საქართველო

ნაშრომში განხილულია წყალ-ჭაობიანი ლანდშაფტები, როგორც მრავალფუნქციური ეკოსისტემები, რომლებიც ხასიათდება უნიკალური თვისებებით. ნაჩვენებია ამ კომპლექსების მოწყვლადობა სამეურნეო საქმიანობის და არასწორი ექსპლუატაციის

შედეგად.

განხილულია მათი როლი, ფუნქციები, გამოყენების მიზნები და სფეროები, და არარაციონალური გამოყენების ფორმები და შედეგები. მოყვანილია ასეთი ტერიტორიების დაცვის პროგრამების შედგენის ძირითადი პრინციპები.

საკვანძო სიტყვები: წყალ-ჭაობიანი ლანდშაფტები, ეკოსისტემები, მრავალფუნქციურობა, მოწყვლადობა, ექსპლუატაცია, რღვევა, დაცვა, პროგრამა.

გარემოს დაცვა

ნიადაგში ხსნარების მიგრაციის თავისებურებანი

ლ. იტრიაშვილი, ე. ხოსროშვილი

- საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი,
- ქ. თბილისი, საქართველო

კრიტიკულადაა განხილული წყლისა და ხსნარების ნიადაგში მოძრაობის მექანიზმის არსებული შეხედულებები. სახამებლისა და კალიუმის ქლორიდის წყალხსნარების მაგალითზე ნაჩვენებია ნიადაგის პროფილში მათი მოძრაობისა და განაწილების პროცესი.

შემოთავაზებულია ნიადაგში ხსნარების მიგრაციის მექანიზმის ახსნის ახლებური მიდგომა.

საკვანძო სიტყვები: ნიადაგი, წყალი, ხსნარი, მიგრაცია, განაწილება, აგრეგატი, ფორიანობა, ნაპრაღი.

ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია

ნიადაგების დაცვა, მელიორაცია და რეკულტივაცია

ხ. კიკნაძე, ლ. მაისაია

- საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი,
- ქ. თბილისი, საქართველო

სტატიაში მოცემულია მელიორაციის

არსისა და მისი სახეობების მიმოხილვა, აგრეთვე დასაბუთებულია მელიორაციის აუცილებლობა და მისი გავლენა ნიადაგების ხარისხის გაუმჯობესებაზე, მოცემულია რეკულტივაციის, ანუ აღდგენითი სამუშაოების საჭიროება ვარგისი სასოფლო-სამეურნეო მიწების ფართობების გაზრდისათვის. კვლევის მიზანია ნიადაგების დაცვისა და ხარისხის გაუმჯობესებისთვის საჭირო საინჟინრო-მელიორაციული და საინჟინრო-ეკოლოგიური ახალი, უფრო ეფექტური ღონისძიებების შეთავაზება.

საკვანძო სიტყვები: მელიორაცია, რეკულტივაცია, დაშრობა, მორწყვა, ეკოლოგია.

**ჰიდროლოგია და მეტეოროლოგია
ზედაპირული რწყვების ჰიდრაგლიზა,
მათემატიკური მოდელირების და
კომპიუტერული იმიტაციის
შესაძლებლობები**

**რ. კილაძე, გ. შურღაია,
ლ. კეკელიძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა
მეურნეობის ინსტიტუტი,
ქ. თბილისი, საქართველო

სტატიაში განხილულია ზედაპირული რწყვის ჰიდრაგლიკური ამოცანის მოდელირების საკითხის გადაწყვეტა კომპიუტერული იმიტაციის მეთოდით.

გაანალიზებულია როგორც ემპირიული, ასევე თეორიული მიდგომები. უპირატესობა ეძლევა სრული თეორიული ბაზის და რიცხვითი მეთოდების გამოყენებას მორწყვის პროცესის კომპიუტერული იმიტაციის მისაღწევად, რაც საშუალებას იძლევა შეფასდეს მორწყვის სხვადასხვა ვარიანტების ხარისხი და მათგან არჩეულ იქნეს კონკრეტული პირობებისათვის ყველაზე მისაღები ვარიანტი.

საკვანძო სიტყვები: ზედაპირული მორწყვა, მათემატიკური მოდელირება, კომპიუტერული იმიტაცია..

**ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია
ნიადაგ-ბრუნტში წყლის მოძრაობის
სინქარის განსაზღვრა**

**ლ. კლიმიაშვილი, ა. დავითაშვილი,
ი. ინაშვილი, გ. ნატროშვილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ქ. თბილისი, საქართველო

სტატიაში სარწყავ ფართობზე მცენარის პროდუქტიული წყლით უზრუნველყოფის მიზნით მიღებულია ფოროვანი სისტემის მილსადენთა იმ რადიუსის სიდიდის საანგარიშო დამოკიდებულება, რომლის დროს ფოროვან სისტემაში ნაკადის გადაადგილება წყდება. ფოროვან სისტემაში წყლის მოძრაობის სინქარის განსაზღვრის მიზნით მოცემულია სინქარის წინააღმდეგობის კოეფიციენტის საანგარიშო დამოკიდებულება.

საკვანძო სიტყვები: ნიადაგ-გრუნტები, კაპილარობა, სინქარის გრადიენტი.

**ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია
მარეგულირებელი ქსელი ზედაპირული
რწყვით კვების შემთხვევაში და მისი
მოქმედების პრინციპი**

შ. კუპრეიშვილი, პ. სიჭინავა, კ. ბზიავა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა
მეურნეობის ინსტიტუტი
ქ. თბილისი, საქართველო

სტატიაში მოცემულია ღია მარეგულირებელი ქსელის მოქმედების პრინციპი; დადგენილია, რომ არხთა შორის მანძილების შემცირება მნიშვნელოვნად ზრდის დამშრობი სისტემის მშენებლობაში ჩადებულ კაპიტალდაბანდებას, ამცირებს მიწის გამოყენების კოეფიციენტს და ართულებს ფართობზე მექანიზაციის სრულყოფილად გამოყენებას.

საკვანძო სიტყვები: დრენაჟი, წყლის რეჟიმი, მარეგულირებელი ქსელი, მაგისტრალური არხი.

**ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია
მარეზუმირებელი ქსელის სქემები
ბრუნტის წყლის რეზუმირების დროს**

შ. კუპრეიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა
მეურნეობის ინსტიტუტი
ქ. თბილისი, საქართველო

სტატიაში მოცემულია დასაშრობ ფართობზე გრუნტის წყლით კვების შემთხვევაში მარეზუმირებელი ქსელის დრენაჟის განლაგების სქემები და მათი მუშაობის პრინციპები.

დადგენილია, რომ დრენაჟის განლაგებისას უპირატესობა ენიჭება განივ სქემას.

საკვანძო სიტყვები: დრენაჟი, გრუნტის წყალი, ქანობი, კოლექტორი..

გარემოს დაცვა

**სატრანზიტო უბნებსა და გამოტანის
კონუსებზე დვარცოფული პროცესების
რიბი თავისებურებანი**

ე. კუხალაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა
მეურნეობის ინსტიტუტი,
ქ. თბილისი, საქართველო

სატრანზიტო უბნებსა და გამოტანის კონუსებზე დვარცოფული პროცესები ხასიათდება რიგი თავისებურებებით, რაც გამოხატულებას პოულობს როგორც თავისუფალი ზედაპირის ფორმის სახესხვაობებში, ასევე კრიტიკულ მახასიათებელთა ცვლილებებსა და ნახტომის ტალღის წარმოშობის თავისებურებებში. ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, ნაკადის სრული ენერჯის საფუძველზე მიღებულია ბმული დვარცოფის დაუმყარებელი მოძრაობის ერთგანზომილებიანი დიფერენციალური განტოლება. მოძრაობის რაოდენობის კანონის

გამოყენების საფუძველზე ნახტომის მოვლენა წარმოდგენილია განტოლებით. მოყვანილია შეუღლებული სიღრმეებისა და ენერჯის დანაკარგის საანგარიშო დამოკიდებულება. გამოყვანილია ტალღის გავრცელების სიჩქარისა და ხარჯის საანგარიშო დამოკიდებულება. ტალღის სიმაღლის ვარდნის საფუძველზე მოცემულია მისი საწყისი სიმაღლის პროგნოზი.

საკვანძო სიტყვები: დვარცოფი, გამოტანის კონუსი, ტალღა

გარემოს დაცვა

**იზოტროპული ფერდოს ზღვრული-
წონასწორული ფორმის ზოგადი
მოდელი**

**ზ. ლობჯანიძე,¹ ნ. მეზონია,²
თ. კვარაცხელია³**

- 1) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა
მეურნეობის ინსტიტუტი,
- 2) საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი
- 3) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ქ. თბილისი, საქართველო

სტატიაში მოცემულია ჰიდრომექანიკური წნევის ძალის გათვალისწინებით იზოტროპული ფერდოს ზღვრულ-წონასწორული მდგომარეობის ამსახველი მრუდის ანალიზი. ჩვენს მიერ მიღებულ იქნა წონასწორული ზღვრული მდგომარეობის ამსახველი ბუნებრივი ფერდოს მოხაზულობა. მიღებული წირის სიმრუდის რადიუსი არსებული თანამედროვე მყარი და დრეკადეფორმირებადი უწყვეტი ტანის მექანიკის პოზიციებიდან ცალსახად გამოსახავს მის ყველა წერტილში ზღვრულ დაძაბულ მდგომარეობას. ფერდოს ზღვრულ-წონასწორული მდგომარეობის განსაზღვრა განპირობებული ერთ-ერთი აქტიური კომპონენტის, ჰიდრომექანიკური წნევის ძალის გათვალისწინებით, შესაძლებელია ამოცანის დეტერმინაციის გზით.

საკვანძო სიტყვები: იზოტროპული ფერდო, ზღვრული-წონასწორული მდგომარეობა, სიმრუდის რადიუსი, ამოცანის დეტერმინაცია.

გარემოს დაცვა

ფერდოს მდგრადი ფორმის ამსახველი ფუნქციონალური დამოკიდებულებანი

**ზ. ლობჯანიძე,¹ ნ. მეზონია,²
თ. კვარაცხელია³**

- 1) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი,
- 2) საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი
- 3) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი ქ. თბილისი, საქართველო

სტატიაში მოცემულია გრუნტის ზღვრული წონასწორული ფერდოს ზედაპირის საანგარიშო სქემა. ჩატარებული კვლევების ანალიზით ნაჩვენებია, რომ წყლის გარემოში დანალექი გრუნტის ტანში ზედა შრეების დაწოლის შედეგად წარმოშობილი ძაბვების გათანაბრება ხდება განაწილების ისეთი კანონით, რომელიც უახლოვდება ჰიდროსტატიკურს და განსაკუთრებით თვალსაჩინო ხდება მცირე შინაგანი ხახუნის კუთხის მქონე თხა გრუნტებისათვის. კვლევებით მიღებული შედეგები არაცხადი სახით გამოხატავს განსახილველ წერტილში ისეთი კრიტიკული დაძაბული მდგომარეობის წარმოშობას, რომელიც შეესაბამება ჰიდროსტატიკური კანონის საფუძველზე ბრტყელ ამოცანაში ორი მთავარი ძაბვის ტოლობას.

საკვანძო სიტყვები: ფერდო, მდგრადი ფორმა, ზღვრული-წონასწორული მდგომარეობა, კრიტიკული დაძაბულობა.

ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია

რუსეთის ფედერაციის არაშავმიწა ნიადაგების ზონის მსუბუქი ჰუმუს-ეფეროვანი ნიადაგების ნაყოფიერების ამაღლებისთვის აბრომელიორაციული ღონისძიებების კომპლექსი

ი. მაჭაისკი,¹ ა. შურავილინი,² ს. კურჩევსკი³

- 1) ა.ნ. კოსტიაკოვის სახ. რუსეთის ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტი (მეშჩერსკის ფილ.) ქ. რიაზანი, რუსეთი
- 2) ხალხთა მეგობრობის უნივერსიტეტი ქ. მოსკოვი, რუსეთი
- 3) ბელორუსიის სახელმწიფო სასოფლო-სამეურნეო აკადემია ქ. მინსკი, ბელარუსი

მოყვანილია კვლევების შედეგები, თუ როგორ მოქმედებს ორგანული სასუქების სხვადასხვა დოზების მინერალებსა და მიკრობულ პრეპარატთან „ბაიკალ ემ-1“ ერთობლივი გამოყენება ჰუმუს-ეფეროვანი ნიადაგების აგროფიზიკურ, ქიმიურ და ბიოლოგიურ თვისებებზე. გამოვლენილია ნიადაგების თვისებების გაუმჯობესების, ნაყოფიერების გაზრდისა და მწვანე მასის ხარისხის გაუმჯობესების ხერხები სასუქისა და ბაქტერიული პრეპარატის შეტანისას.

საკვანძო სიტყვები: ჰუმუს-ეფეროვანი ნიადაგი, თვისებები, ბიოლოგიური აქტივობა, მინერალური სასუქები, მიკრობული პრეპარატი, ტორფი, მწვანე მასის ნაყოფიერება.

ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია

რუსეთის ტორფიანი ნიადაგების პროდუქტიულობის ცვლილება მინერალური დანამატების შეტანისას

ი. მაჭაისკი,¹ ა. შურავილინი,² ს. კურჩევსკი³

- 1) ა.ნ. კოსტიაკოვის სახ. რუსეთის ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტი (მეშჩერსკის ფილ.) ქ. რიაზანი, რუსეთი
- 2) ხალხთა მეგობრობის უნივერსიტეტი ქ. მოსკოვი, რუსეთი
- 3) ბელორუსიის სახელმწიფო სასოფლო-სამეურნეო აკადემია ქ. მინსკი, ბელარუსი

მოყვანილია ტორფიანი ნიადაგების თვისებებისა და ნაყოფიერების გაუმჯობესების შესახებ კვლევები თიხისა და ქვიში-საგან შედგენილი მინერალური დანამატების შეტანისას. ნაჩვენებია წყალ-ფიზიკური,

აგროქიმიური, ბიოლოგიური თვისებების და ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმის გაუმჯობესებისა და მოსავლიანობის ამაღლების მეთოდები. დადგენილია, რომ ტორფიანი ნიადაგების გათიხიანება გაქვიშიანებასთან შედარებით ამაღლებდა ქერის მარცვლის მოსავლიანობას საშუალოდ 8%-ით.

საკვანძო სიტყვები: ტორფიანი ნიადაგი, მინერალური დანამატები, თიხა, ქვიშა, ულუფა, თვისებები, მოსავლიანობა, ქერი.

ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია

მდინარე მტკვრის (ლიკანთან) წყალდიდობების და წყალმომარაგების სისტემის შეფასება

დ. მამატკანოვი,¹ ა. ფაზილოვი²

1) ყირგიზეთის რესპუბლიკის მეცნიერებათა ნაციონალური აკადემიის ჰიდროტექნიკისა და წყალთა პრობლემების ინსტიტუტი
ქ. ბიშკეკი, ყირგიზეთი

2) ტაჯიკეთის რესპუბლიკის მეცნიერებათა აკადემიის წყალთა პრობლემების, ჰიდროენერგეტიკისა და ეკოლოგიის ინსტიტუტი
ქ. დუშანბე, ტაჯიკეთი

სტატიაში მოცემულია ტექნოლოგიური პროცესების ავტომატიზაციის პრინციპების ანალიზის შედეგები და მთიანი და მთისწინა ზონებისთვის ირიგაციული სადექისა და ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ნატანის გამორეცხვის ავტომატიზაციის საშუალებების სრულყოფა. განხილულია თავისებურებები და ძირითადი პარამეტრები, რომელთა დამოკიდებულებით ხორციელდება იმ ავტომატიზებული სისტემების გამოყენება, რომლებიც მუშაობენ ნაკადის ჰიდრაულიკური ენერჯის საშუალებით. შემოთავაზებულია დამუშავებული ჰიდრომექანიკური სისტემა, რომელიც უზრუნველყოფს „დალექვა-გამორეცხვის“ სრულ ციკლს ირიგაციულ სადექარებში.

საკვანძო სიტყვები: ჰიდროტექნიკური ნაგებობები, სადექარი, ნატანი, ჰიდროავტომატიკა.

დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები ქანობის ექსპოზიციის რუკის შედგენის ბაიონომორფიული მიდგომა

მ. მეხბალიევი

ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ქ. ბაქო, აზერბაიჯანი

სტატიაში მოყვანილია არსებული კარტოგრაფიული წყაროებისა და ქანობების ექსპოზიციის რუკების შედგენის მეთოდების მოკლე ანალიზი. გამოყოფილია ტრადიციული (კლასიკური) და თანამედროვე მეთოდები. აგებულია დიდი კავკასიის (აზერბაიჯანის ფარგლებში) დემ-ფაილი (3D) მაშტაბით 1:100 000 ტოპოგრაფიული რუკების საფუძველზე და შედგენილია ქანობების ექსპოზიციის რუკები, სადაც გამოყოფილია 11909 ჰორიზონტალური ტერიტორია და 689 442 სხვადასხვა ექსპოზიციის ქანობი. ჰორიზონტალურ ტერიტორიებს უკავიათ საკვლევი ტერიტორიის 17,13%, ხოლო ქანობებს – 82,87%. ქანობების ექსპოზიციის რუკაზე ჩატარებული მორფომეტრული და კარტომეტრული სამუშაოების საფუძველზე შედგენილია ცხრილი, აგებულია დიაგრამები. ზემოთ მოყვანილი სამუშაოების ანალიზის საფუძველზე ჩანს დიდი კავკასიის ექსპოზიციური მრავალფეროვნება, რაც საშუალებას გვაძლევს რიგი სამეურნეო ხასიათის მოქმედებების ჩატარებისა.

საკვანძო სიტყვები: გეოინფორმაციული მიდგომა, ექსპოზიცია, კარტოგრაფიული წყარო, მოდელი, დემ-ფაილი.

ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია

საქართველოს სარწყავი სისტემების ტექნიკური ექსპლუატაციის ნორმატივების საპროექტო ნაპირობების

გ. მეხრიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ქ. თბილისი, საქართველო

სტატიაში მოყვანილია სარწყავი წყლის

მიწოდებაზე დანახარჯების კლასიფიკაცია. მოცემულია მელიორაციული სისტემების სახაზო სამსახურის სამუშაოთა წარმოების სამუშაო დროის საორიენტაციო სიდიდეები. აგრეთვე მელიორაციული ინფრასტრუქტურის მიმდინარე და აღდგენითი (კაპიტალური) რემონტების დანახარჯების ნორმები.

საკვანძო სიტყვები: ეკონომიკა, მელიორაცია, საექსპლუატაციო დანახარჯების სტრუქტურა, შიდასაფირმო დაგეგმარება, წყალმიწოდების თვითღირებულება.

**ჰიდროლოგია და მეტეოროლოგია
ნიადაგებში ღრენაჟის მუშაობის
ღინამიკა**

ო. მისეცაკაიტე

ა. სტულგინსკის სახელობის უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობისა და ინჟინერიის ინსტიტუტი.

ქ. კაუნასი, ლიტვა

ღრენაჟის ჰიდროლოგიური მოქმედება ჩვეულებრივად დამოკიდებულია დანადგარის პროექტის ხარისხზე, ანთროპოგენურ და კლიმატურ ფაქტორებზე. მნიშვნელოვანია ღრენაჟული მოქმედების შეფასება სხვადასხვა მეტეოროლოგიურ პირობებში. ღრენაჟის წარმადობის გაზრდის ერთ-ერთი ხერხია მსხვილი ჰუმუსური ფენის გამოყენება დანადგარში. ლიტვის რესპუბლიკაში ნიადაგის ჰუმუსის ფენა განლაგებულია სახნავი ფენის ახლოს (დაახლოებით 20-25 სმ). მძიმე მექანიკური შემადგენლობის ნიადაგებზე ჰუმუსის შემცველობა გავლენას ახდენს არა მარტო ტენიანობის რეჟიმზე, არამედ ბიოლოგიურ აქტივობაზე, ქიმიურ და ბიოლოგიურ მახასიათებლებზე, მცენარეების კვების სტაბილურობაზე.

სტატიაში განხილულია 1989-2009 წლებში ღრენაჟული მოქმედების დინამიკა გამსხვილებული ჰუმუსური ფენის (40-50 სმ-მდე) და ნატურალური სისქის (20-30 სმ) ჰუმუსის ფენის ნიადაგებში.

საკვანძო სიტყვები: ღრენაჟი, ნიადაგი, ჰუმუსის ფენა.

გარემოს დაცვა

**წყალდიდობები არანის
ეკონომიკურ-გეოგრაფიულ რაიონში**

მ. მუსაევა

აზერბაიჯანის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკად. გ.ა. ალიევის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტი
ქ. ბაქო, აზერბაიჯანი

სტატიაში გაანალიზებულია ძირითადი მიზეზები, რომლებიც გავლენას ახდენენ არანის ეკონომიკურ-გეოგრაფიულ რაიონში წყალდიდობების ფორმირებაზე. გამოკვლეულია ზარალი, რომელიც ადგება სამრეწველო ობიექტებს, წარმოების განვითარების პერსპექტივას, მოსახლეობას, მეურნეობის დარგების განვითარებას ეკონომიკური და სოციალური თვალსაზრისით.

საკვანძო სიტყვები: მდინარე, წყალდიდობები, კაშხალი, მრეწველობა, ეკონომიკურ-გეოგრაფიული რაიონი, წყალსაცავი.

გარემოს დაცვა

**ფერდობის ჩამონადენის ტალღისებრი
მოძრაობის გავლენა ნიადაგის
ეროზიის ინტენსივობაზე**

**ო. ნათიშვილი,^{1,3} თ. ურუშაძე,²
გ. გავარდაშვილი³**

- 1) საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია
- 2) საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი
- 3) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ქ. თბილისი, საქართველო

მოყვანილია ნიადაგ-გრუნტების წყლისმიერი ეროზიის გაანგარიშების მეთოდის ფერდობის ჩამონადენის დროს ნაკადის თავისუფალ ზედაპირზე ტალღის წარმოქმნის გათვალისწინებით. უწყვეტი ტალღის სიჩქარე დადგენილია ნაკადის უწყვეტობის პირობიდან, რომელიც გადის საკონტროლო მოცულობაში, და მოძრაობს ტალღის სიჩქარით.

დამტკიცებულია, რომ უწყვეტი ტალღის სიჩქარე 1,5-ჯერ უფრო მეტია ვიდრე თანაბარი მოძრაობის რეჟიმის დროს ნაკადის სიჩქარე ცოცხალ კვეთში. განსაზღვრულია ჩამონადენის ზედაპირის პროფილი ბრტყელ დახრილ ზედაპირზე ნაკადის მოძრაობისას.

საკვანძო სიტყვები: უწყვეტი ტალღები, დინამიკური ტალღები, გამრეცხი კრიტიკული სიჩქარეები, ნაკადის ტრანსპორტუნარიანობა.

**ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია
სასოფლო-სამეურნეო კულტურების
წყალზრუნველყოფისა და
ევაპოტრანსპირაციის სინქრონიზაცია
მაქსიმალური მოსავლის
წარმოებისათვის**

თ. ოდილაგაძე,¹ კ. ბზიავა²

- 1) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
- 2) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი ქ. თბილისი, საქართველო

იენსენის ცნობილი მათემატიკური მოდელისა და ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მათემატიკური მოდელის შედარებისა და ანალიზის საფუძველზე დადგენილია ფუნქციონალური კავშირი მცენარის წყალზრუნველყოფის ხარისხსა და ევაპოტრანსპირაციას შორის. ასეთი კავშირის საშუალებით შესაძლებელია ოპტიმალური ევაპოტრანსპირაციის შესაბამისი წყალშევების ხარისხის უზრუნველყოფა ფესვთა სისტემის გავრცელების ზონაში.

დავადგინეთ, რომ ნიადაგის ფორებში ქართული მათემატიკური მოდელის განხორციელება შედარებით მარტივია, არ მოითხოვს აგროკლიმატური პარამეტრების მთელი სპექტრის ცოდნას. შესაბამისად, საკმარისია განისაზღვროს ნიადაგის ფორიანობა და დავიცვათ ფორების წყალშევის ხარისხის ოპტიმალური მნიშვნელო-

ბა, რაც უზრუნველყოფს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მაქსიმალურად შესაძლებელი მოსავლის მიღებას.

საკვანძო სიტყვები: ირიგაცია, ტენუზრუნველყოფა, ევაპოტრანსპირაცია, მოსავლიანობა, ნიადაგი-მცენარე.

გარემოს დაცვა

ბუნებრივი კვლავის დაცვა და მათი რაციონალური გამოყენების საკითხები ნახიჩევანის ავტონომიური რესპუბლიკის (აზერბაიჯანის რესპუბლიკა) ტერიტორიაზე ეკოლოგიური ტურიზმის განვითარების მიზნით

ნ. სადიხოვა

ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ქ. ბაქო, აზერბაიჯანი

მოცემულ სტატიაში განიხილება სხვადასხვა განსაკუთრებულად დაცული ტერიტორიები, რომლებშიც დაცულია ისეთი უნიკალური ობიექტები, როგორცაა ბუნებრივი ძეგლები, აგრეთვე მათი დაცვა მოცემულ ტერიტორიაზე ეკოლოგიური ტურიზმის განვითარების მიზნით. ჩვენთვის ცნობილია, რომ ეკოლოგიური ტურიზმი არის ყველაზე ახალი მიმართულება მთელ ტურისტულ ინდუსტრიაში და გარდაიქმნება ტურისტული ინდუსტრიის ერთ-ერთ ყველაზე დინამიურად განვითარებად დარგად, რომელიც მნიშვნელოვან როლს თამაშობს მსოფლიო ეკონომიკაში და მთლიანობაში დაკავშირებული ბუნებასთან ის იქნეს უფრო მეტ პოპულარობას თანამედროვე მსოფლიოში. ეკოლოგიური ტურიზმის განვითარების ძირითადი მიზეზთაგანია გარემოს შენარჩუნება და აგრეთვე ადამიანების მოთხოვნილება ბუნებასთან ურთიერთობისას.

საკვანძო სიტყვები: ეკოლოგიური ტურიზმი, ბუნებრივი ძეგლები, ნაკრძალები, ბიოსფერული ნაკრძალები, ბუნებრივი რეზერვატორები.

გარემოს დაცვა
ფერდობზე ეროზიის საწინააღმდეგო
არხის მოწყობის ახალი ტექნოლოგია
და არხისმჭრელი

ვ. სამხარაძე, თ. ჯანელიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა
მეურნეობის ინსტიტუტი
ქ. თბილისი, საქართველო

ნაშრომში მოცემულია არსებული მექანიზმების და ტექნოლოგიების მოკლე დახასიათება. ფერდობზე ზედაპირული წყლის ენერჯის დამსშობი არხების დაჭრა და ეროზიული პროცესების შემცირება ინტენსიური წვიმების დროს.

ამჟამად აღნიშნული არხები იჭრება გუთნისებური არხისმჭრელებით. მათ მიერ გაჭრილი არხები არამდგრადია და ფერდებსა და ძირზე აქვს ნახლენები, რაც ხელს უწყობს ეროზიული პროცესების განვითარებას. აქტიური არხისმჭრელები ხასიათდება კონსტრუქციული სირთულით, აქვს დაბალი წარმადობა და ძვირად ღირებულია.

შემოთავაზებული საგორი არხისმჭრელი არხს ჭრის არა თხრით, არამედ გატკეპნით. ახალი ტექნოლოგია და კონსტრუქცია საშუალებას იძლევა გაიზარდოს არხის ფერდების და ძირის მდგრადობა, მთელი წლის განმავლობაში მიიღოს ზედაპირული წყლის ნაკადი და დაახლოს მისი გამრეცხი ძალა. არხისმჭრელი მარტივია და აქვს მაღალი წარმადობა.

საკვანძო სიტყვები: საგორი არხისმჭრელი, ჭრა, ტკეპნა, ეროზია, წყლის ნაკადი, მდგრადობა.

ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია
სადაწნეო წყლის მიღების
ექსპლუატაციის ზობიერთი საპიტიხები

ა. სარუხანიანი, ა. მარტიროსიანი,
ვ. მიქაელიანი

არქიტექტურისა და მშენებლობის
სომხეთის ეროვნული უნივერსიტეტი
ქ. ერევანი, სომხეთი

სადაწნეო წყლის მაგისტრალური წყალგამტარი მილების უსაფრთხო და ხანგრძლივი ექსპლუატაციისათვის ამადლებულ წერტილებზე თავსდება ვანტუხები, ხოლო

დადაბლებულ წერტილებში წყალგამშვებები, რომლებითაც ექსპლუატაციის დროს ხშირად ცლიან წყალგამტარი მილების ცალკეულ უბნებს. წყალგამტარების დაცლა არის საინჟინრო ამოცანა, რომელიც საინტერესოა დამპროექტებლებისა და მომსახურე პერსონალისათვის. განიხილება ამოცანა ორტოტიანი წყალგამტარის დაცლისა არამდგრადი მოძრაობის ტოლობის დახმარებით. კომპიუტერული გათვლებით მიღებულია ზეწოლის ცვლილებების გრაფიკი და წყალგამტარის ცალკეული ტოტების დაცლის დრო.

საკვანძო სიტყვები: მაგისტრალური წყალგამტარი, წყლის გაშვება, დაცლა, არასტაციონარული მოძრაობა, ტექნიკური პირობები, ექსპლუატაცია.

დედამიწის შემსწავლელი კვლევები

დღის და ღამის ატმოსფერული
ნალექების ჯამის ცვლილებების
მრავალწლიანი ტენდენცია
დიდ კავკასიაში (აზერბაიჯანის
რესპუბლიკის შარბლუში)

ს. საფაროვი,¹ ა. საფაროვი²

¹ ავიაციის ნაციონალური აკადემია
² ჰიდრომეტეოროლოგიის სამეცნიერო
კვლევითი ინსტიტუტი
ქ. ბაქო, აზერბაიჯანი

სამუშაოში განხილულია დღის და ღამის ატმოსფერული ნალექების ჯამის ცვლილებების ტენდენციების გამოვლენის საკითხები კლიმატის გლობალური დათბობის ფონზე, აგრეთვე ცირკულაციური ფაქტორების გავლენა მათ დინამიკაზე. გამოვლენილია, რომ სამხრეთ ფერდობზე წელიწადის თბილ პერიოდში ღამის ნალექები გაცილებით მეტია, ვიდრე დღის, ხოლო ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფერდობზე კი – დღის ნალექები გაცილებით ჭარბობს ღამისას. წლის ცივ პერიოდში მათი თანაფარდობა უფრო ერთგვაროვანია, ვიდრე თბილში. წელიწადის თბილ დროს სამხრეთ ფერდობზე ნალექწარმომქმნელი თერმული ფაქტორები ასრულებდნენ უფრო მნიშვნელოვან როლს, ვიდრე ჩრდილო-აღმოსავლეთზე,

ხოლო წლის ცივ პერიოდში – ეს განსხვავება არ შეიმჩნევა. სამხრეთ ფერდობზე ღამის ატმოსფერული ნალექების ერთმნიშვნელოვანი მატება აღნიშნულია ივლის-სექტემბერში, ხოლო კლება – სხვა თვეებში. ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფერდობზე ერთმნიშვნელოვანი, მაგრამ სტატისტიკურად შეუმჩნეველი მატება აღნიშნულია თებერვალსა და სექტემბერ-ნოემბერში, დღის პერიოდში დროებითი ხასიათის რაიმე კანონზომიერება არ გამოვლენილა. ცირკულაციური ეპოქების ცვლილება ბოლო 40 წელიწადში ძლიერ არ მოქმედებდა დღისა და ღამის ნალექების ჯამის განაწილებაზე დროში.

საკვანძო სიტყვები: დღისა და ღამის ნალექების განაწილება, დიდი კავკასია.

დედამიწის შემსწავლელი კვლევები

სახნავი მიწების ფიზიკური

დებრადაციის გამოკვლევა არარატის რაიონის მარზა არარატის პირობებში

ლ. სიმონიანი, ს. ტამოიანი, მ. მარკოსიანი

სომხეთის ეროვნული აგრარული
უნივერსიტეტი
ქ. ერევანი, სომხეთი

სტატია ეხება სახნავი მიწების ფიზიკური დეგრადაციის გამოკვლევას ანთროპოგენური დატვირთვის გავლენის ქვეშ მარზის არარატის სოფელ ტაპერაკანის პირობებში.

კვლევის შედეგებმა გვიჩვენა, რომ ინტენსიური მიწათმოქმედების სისტემაში მექანიზაციისა და მორწყვის ზემოქმედებით წარმოიქმნება სახნავი ფენის სტრუქტურის რღვევა, მისი გამკვრივება, წვრილ ნიადაგის გადაადგილება ნიადაგის პროფილით ქვემოთ, ნიადაგის აგროფიზიკური გაუარესება. ამრიგად, ნიადაგი დეგრადირებს, რის ასაცილებლადაც აუცილებელია ნიადაგის მინიმალური დამუშავების, ორგანული სასუქისა და უფრო ეფექტური მორწყვის ტექნოლოგიების გამოყენება.

საკვანძო სიტყვები: დაუმუშავებელი ნიადაგი, წყალ-ფიზიკური თვისებები, ანთროპოგენური დატვირთვა, დეგრადაცია.

მელიორაცია

მდინარე ღურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანის სასოფლო სამეურნეო მიზნით გამოყენებისათვის მიმდინარე ექსპერიმენტის მიმოხილვა

თ. სუპატაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა
მეურნეობის ინსტიტუტი
ქ. თბილისი, საქართველო

მდინარე ღურუჯი ითვლება საქართველოს ერთ-ერთ ღვარცოფსაშიშ მდინარედ, რომელსაც არაერთხელ შეუქმნია საფრთხე ქალაქ ყვარლისათვის. ქალაქს საფრთხე ექმნება ხეობაში წარმოქმნილი ღვარცოფის შედეგად, რასაც ართულებს ის ინერტული მასა, რომელიც აკუმულირებულია მდინარის კალაპოტში.

სტატიაში წარმოდგენილია მდინარე ღურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური ნატანის გამოყენებით მიმდინარე ექსპერიმენტი საქართველოს სხვადასხვა რეგიონის ნიადაგებზე. ექსპერიმენტის შედეგად მიღებული მონაცემები საშუალებას მოგვცემს მდინარე ღურუჯის კალაპოტი გაიწმინდოს რეგულარულად და ნატანი გამოყენებულ იქნეს სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ფართობების გაზრდისათვის.

საკვანძო სიტყვები: ღვარცოფი, მყარი ნატანი, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები.

ჰიდროლოგია და მეტეოროლოგია

სომხეთის რესპუბლიკის მდინარეების ბაზაფხულის წყალდიდობებისა და მასივალური ხარჯების ჩამონადენის სიდიდეების პრობნოზირება 2012 და 2013 წლებში და მათი უზრუნველყოფის შეფასება

ვ. ტოკმაჯიანი

სომხეთის ეროვნული პოლიტექნიკური
უნივერსიტეტი
ქ. ერევანი, სომხეთი

გაზაფხულის წყალდიდობის ჩამონადენის მოცულობისა და ასევე, მაქსიმალური

ხარჯების მნიშვნელობების პროგნოზირების მიზნით, გამოყენებულ იქნა მიღებული მრავალფაქტორიანი რეგრესიული კავშირი წყლის ხარჯსა და მდინარის აუზების მეტეოსადგურებიდან წარმოდგენილი ატმოსფერული ნალექებისა და ჰაერის ტემპერატურის მონაცემებს შორის. ჩატარებული კვლევების საფუძველზე შემუშავებულ იქნა მაღალი უზრუნველყოფის მქონე პროგნოზირების მეთოდიკა.

საკვანძო სიტყვები: პროგნოზირება, მაქსიმალური ხარჯები, გაზაფხულის წყალდიდობა, ატმოსფერული ნალექები, ჰაერის ტემპერატურა, რეგრესიული კავშირები.

ჰიდროლოგია და მეტეოროლოგია

არასტაციონარული ტიპის მთის ტბების გარღვევის საშიშროების შეფასება ურან-იზოტოპური მეთოდით

ტ. ტუზოვა, ს. ეროხინი, გ. ზაგინაევი

ყირგიზეთის რესპუბლიკის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ჰიდროტექნიკისა და წყლის პრობლემების ინსტიტუტი

ქ. ბიშკეკი, ყირგიზეთი

აღწერილია მდინარე ალა-არხას (ჩრდილოეთ ტიან-შანი) აუზში არასტაციონარული ტბის უკანასკნელი გარღვევა. ნაჩვენებია, რომ ურან-იზოტოპური მანვენებლების მიხედვით მორენულ-ყინულოვანი კომპლექსების წყლებში და ყინულებში შეიძლება გამოვავლინოთ სუფთა ატმოსფერული წარმოშობის წყაროები, განვასხვავოთ ახალგაზრდა ყინულების მდნარი წყლები ძველისაგან, გამოვითვალოთ მათი შერევის პროპორციები, მივყვეთ წყლების მოძრაობის დინამიკას, ხოლო რეჟიმული დაკვირვებებისას – პროგნოზირება ვაწარმოოთ მთის ტბების იმ გარღვევადსაშიშ პერიოდებზე, რომლებიც გამოწვეულია ან ტბაში სეზონური მდნარი წყლების შედინებით, ან ძველი ყინულის დნობით, რომლებიც დამარხულია მორენულ ნაღებებში.

საკვანძო სიტყვები: მთის ტბის გარღვევა, გარღვევის პროგნოზირების ურან-იზოტოპური მეთოდი.

**ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია
გმული ღვარცოფის მოძრაობის
პირობების პროგნოზირება**

ნ. უნდილაშვილი

სს „საქწყალპროექტი“

ქ. თბილისი, საქართველო

გარემოზე ნებისმიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება ხშირად ანომალიების, კერძოდ, ბმული ღვარცოფების წარმოშობის მიზეზია, რომლის შედეგად დიამეტრულად იცვლება არსებული სიტუაცია და ეკოლოგიური წონასწორობა.

ასეთი ნაკადების რეგულირებისა და მისგან გამოტანის კონუსზე დამცავი საინჟინრო ღონისძიებათა შერჩევის მიზნით შემოთავაზებულია საანგარიშო მოდელი, რომლის საფუძველზე მიღებულია მოძრაობის მახასიათებლების, კერძოდ ჰიდრაულიკური წინააღმდეგობის, ქანობის, სიჩქარის კოეფიციენტის და მოძრაობის შეწყვეტის სიგრძის საანგარიშო დამოკიდებულებები.

საკვანძო სიტყვები: ღვარცოფსაწინააღმდეგო ღონისძიებები, ღვარცოფმცოდნეობა, ანგარიშის მეთოდიკა.

გარემოს დაცვა

რადიაციული რეზერვების ბამოთვლა და მათი ბამოყენება აზერბაიჯანის ბუნებრივ სისტემაში

ა. ქერიმოვი, ბ. გულიევა

აზერბაიჯანის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ნიადაგმცოდნეობისა და აგროქიმიის ინსტიტუტი

ქ. ბაქო, აზერბაიჯანი

ნიადაგის ფორმირების ენერგეტიკის საფუძველზე მოყვანილია აზერბაიჯანის რადიაციული რეზერვების გამოთვლის მეთოდი. წინამდებარე მეთოდის საშუალებით, დამატებითი ბიომასის გამოშვებების მიზნით, შედგენილია ნიადაგისა და რადიაციული რეზერვების ფორმირებისათვის საჭირო სითბოს მოხმარების სქემატური რუკები.

საკვანძო სიტყვები: ფარდობითი ტენიანობა, ნიადაგის ტენი, აორთქლება.

მშენებლობა

**ომავლის არქიტექტურა –
ადაპტირებადი არქიტექტურა**

ნ. ქოჩლაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ქ. თბილისი, საქართველო

რადგანაც თანამედროვე პერიოდი განისაზღვრება, როგორც გლობალიზაციის, პერსონიფიკაციის, ელექტრონიკის ეპოქა, ავტორები ცდილობენ შექმნან კონცეპტუალური, მაღალტექნოლოგიური პროექტები, რომლებიც ადამიანების მოთხოვნებსა და ჩვევებს შეესაბამება. ამ თანამედროვე მიმდინარეობას ადაპტირებადი არქიტექტურის სახელით იხსენიებენ. როგორც ადაპტირებად არქიტექტურაზე არსებულ ლიტერატურაში ვხედავთ, ამ მიმდინარეობის კლასიფიკაციის რამდენიმე სხვადასხვა ვარიანტი არსებობს. ყველაზე უახლეს ქვეკატეგორიად შეიძლება „ჰკვიანი“ (smart) სისტემები ჩათვალოს, რომელიც მთლიანად ინტეგრირებულია მომხმარებლის და გარემოს ცხოვრებასა და მოქმედებაში. სისტემას შეუძლია თვითგანვითარება. ჰკვიანი ადაპტირებისთვის საჭიროა ახალი ტექნოლოგიები, რომლის შექმნაზეც ჯერ მუშაობენ.

საკვანძო სიტყვები: ადაპტირებადი არქიტექტურა, ინტერაქტიული, დინამიური, ჰკვიანი სისტემები.

**ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია
ნიადაგის ტენის რეგულირება სარწყავ
მიწათმოქმედებაში**

**ი. ყრუაშვილი, ა. დავითაშვილი,
ი. ინაშვილი, გ. ნატროშვილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ქ. თბილისი, საქართველო

სტატიაში ნაკადის უწყვეტობის პირობიდან გამომდინარე მიღებულია ნიადაგ-გრუნტების კაპილარულ მილში წყლის საშუალო სიჩქარის საანგარიშო დამოკიდებულება. განსაზღვრულია სიჩქარის საწყისი

და სრული გრადიენტის ფორიანობასთან ფუნქციონალური კავშირი, რის საფუძველზეც შესაძლებელია ნიადაგის ტენიანობის რეგულირება სარწყავ მიწათმოქმედებაში.

საკვანძო სიტყვები: ნიადაგ-გრუნტები, კაპილარობა, სიჩქარის გრადიენტი.

ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია

**კოლხეთის დაბლობის ცენტრალური
ნაწილის ნიადაგების წყალ-ფიზიკური
თვისებების ანალიზი მის ათვისებასთან
დაკავშირებით**

**გ. შურღაია, ი. ზაქაძე, ლ. კეკელიშვილი,
ხ. კიკნაძე, ლ. მაისაია**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა
მეურნეობის ინსტიტუტი
ქ. თბილისი, საქართველო

სტატიაში განხილულია კოლხეთის დაბლობის ცენტრალური ნაწილის ნიადაგების წყალ-ფიზიკური თვისებების შემსწავლელი კვლევები, რომლებიც დაკავშირებულია არსებულ მელიორაციულ ღონისძიებებთან.

შესრულებული კვლევების შედეგები საკმაოდ სრულად ასაბუთებს არსებული დამშრობი სისტემების რეკონსტრუქციის აუცილებლობას ერთწლიანი კულტურების გასაშენებლად.

საკვანძო სიტყვები: კვლევები, წყალ-ფიზიკური, ნიადაგი, დაბლობი, დაშრობა.

გარემოს დაცვა

**2013-2014 წლებში ბორჯომის ნახანძრალ
ხეობაში განხორციელებული სავალდებულო
მსაპირიმიენტული კვლევის შედეგები**

**გ. ჩახაია, გ. გაგარდაშვილი,
ზ. ვარაზაშვილი, შ. ბოსიკაშვილი,
რ. დიაკონიძე, ლ. წულუკიძე, ი. ხუბულავა,
გ. ომსარაშვილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა
მეურნეობის ინსტიტუტი
ქ. თბილისი, საქართველო

ნაშრომში მოცემულია 2013-2014 წლებში ბორჯომის ხეობის ნახანძრალ მთის

ფერდობზე მოწყობილ საკვლევ ინტეგრირებულ პოლიგონზე განხორციელებული საველე კვლევის შედეგები.

საკვლევი პოლიგონის საკონტროლო უბანზე განხორციელებული საველე კვლევების შედეგად დადგინდა მოწყველად უბანზე ფორმირებული ნაღვარეგების პარამეტრების ცვლილება დროსა და ნალექების ინტენსივობასთან კავშირში. მიღებული მონაცემები დამუშავდა კამერალურად, რომლის საფუძველზე განხორციელდა საკონტროლო უბანზე მიმდინარე ეროზიული პროცესების სიმულაციური მოდელირება, რაც გვაძლევს ეროზიული პროცესების ვიზუალიზაციის შესაძლებლობას.

საველე კვლევები აგრეთვე განხორციელდა საკვლევ ინტეგრირებულ პოლიგონზე დამონტაჟებულ მსოფლიოში აპრობირებულ გეოხალიჩა „სეკუმატ“-ის და ჩვენ მიერ შექმნილი გეოხალიჩა „ნესგეო“-ს ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო ეფექტურობისა და მოწყველად ფერდობზე ბიომრავალფეროვნების აღდგენის შესაძლებლობების დასადგენად და ერთმანეთთან შესადარებლად.

განხორციელებული საველე კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ გეოხალიჩა „სეკუმატ“-თან შედარებით გეოხალიჩა „ნესგეო“ გამოირჩევა ეროზიის საწინააღმდეგო ეფექტურობითა და მოწყველად ფერდობზე ბიომრავალფეროვნების აღდგენის მეტი შესაძლებლობით, რაც გვაძლევს საფუძველს გავუწიოთ რეკომენდაცია გეოხალიჩა „ნესგეო“-ს ბორჯომის ხეობის ნახანძრავ ტყის მასივებში მოწყველადი ფერდობების აღსადგენად.

საკვანძო სიტყვები: ეროზია, მოწყველადობა, ღვარცოფი.

გარემოს დაცვა

თოვლის ზგავის საწინააღმდეგო გამჭოლი ტიპის ნაბეზობის შეფასება

- გ. ჩახაია, ლ. წულუკიძე, ზ. ვარაზაშვილი,
- ე. კუნადაშვილი, თ. სუპატაშვილი,
- ი. ხუბულავა, გ. ომსარაშვილი,
- ო. ოქრიაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა
მეურნეობის ინსტიტუტი
ქ. თბილისი, საქართველო

ნაშრომში მოცემულია საქართველოში მომხდარი თოვლის ზგავების სტატისტიკური ქრონოლოგია და არსებული რისკების ამსახველი თანამედროვე რუკა.

ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია თოვლის ზგავის საწინააღმდეგო პოტენციურად ეფექტური და რესურსმზოგი გამჭოლი ტიპის ნაგებობა. სტატიაში აღნიშნულია ნაგებობის დადებითი და უარყოფითი მხარეები, აგრეთვე დასახულია პრაქტიკაში მისი დანერგვისათვის საჭირო ღონისძიებები.

საკვანძო სიტყვები: თოვლის ზგავი, თოვლის ზგავის საწინააღმდეგო ნაგებობა.

გარემოს დაცვა

საქართველოში ბეოლოგიური სტიქიური კატასტროფების არსებული პრობლემები და მათ აღმოსაფხვრელად პირველი რიბის ბანსახორციელებელი საადაპტაციო-პრევენციული ღონისძიებების მეთოდოლოგიური ძველები

- ე. წერეთელი, მ. გაფრინდაშვილი,
- ზ. კვარაცხელია, გ. გაფრინდაშვილი,
- ო. ქურციკიძე

საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტრო, გარემოს ეროვნული სააგენტო, გეოლოგიის დეპარტამენტი

ქ. თბილისი, საქართველო

საქართველოში მაღალმთიანი ზონის გარდა თითქმის არ მოინახება ტერიტორია, სადაც უარყოფითი გეოლოგიური მოვლენების წარმოქმნა არ იყოს დაკავშირებული ადამიანის საქმიანობასთან. გეოლოგიური სტიქიის რისკების შემცირების პოტენციალს

არანაკლებ ართულებს სტიქიის საშიშროების შეცნობისადმი საზოგადოების მზადყოფნის უკმარისობა, რაც პირველ ყოვლისა გამოიხატება მის არასაკმარის ინფორმირებაში და კატასტროფების მართებითი მექანიზმის არასრულყოფილებაში.

ბუნებრივი კატასტროფების საშიშროების რისკის შესაფასებლად და ადრეული გაფრთხილების ეფექტური სისტემის შესაქმნელად ეროვნულ, რეგიონალურ და მუნიციპალურ დონეზე აუცილებელია ვიცოდეთ სად, რა სახისა და მასშტაბის გეოლოგიური სტიქიის წარმოქმნა-გააქტიურება არის მოსალოდნელი და რა საშიშროებას უქადის მოსახლეობას და ინფრასტრუქტურულ ობიექტებს. ამ პრობლემების რეალიზაციისათვის აუცილებელია გვქონდეს: 1. პერმანენტულად წარმოებული რეგიონალური ხასიათის გეომონიტორინგული კვლევები მთელი ქვეყნის მასშტაბით; 2. გეოლოგიური სტიქიის შეფასების კრიტერიუმები ცალკეული რეგიონებისა და მუნიციპალიტეტების მიხედვით და შეფასებული სტიქიის საშიშროების რისკი და ელექტრონულ ვერსიაში დამუშავებული სპეციალური რუკები 1:50 000-1:100 000 მასშტაბში; 3. ორგანიზებული მეორე და მესამე დონის რეჟიმულ-სტაციონარული პოლიგონები განსაკუთრებულად რელევანტურ და სტრატეგიულად მნიშვნელოვან ობიექტებზე. 4. დამუშავდეს ცალკეული რეგიონებისა და მუნიციპალიტეტების მიხედვით გეოლოგიური სტიქიური პროცესების განვითარების ტენდეციების ისტორიულ-სტატისტიკური მონაცემები იმ ფაქტორთა კონტექსტში, რომლებიც განაპირობებენ პროცესების წარმოქმნა-რეაქტივაციის პირობებს; 5. თანამედროვე რეალობიდან გამომდინარე დამუშავდეს საქართველოს ტერიტორიის მეწყერულ-გრავიტაციული პროცესების რუკა ელექტრონულ ფორმატში 1:200 000 მასშტაბში.

საკვანძო სიტყვები: გეოლოგიური სტიქია, მეთოდოლოგია, საადაპტაციო-პრევენციული ღონისძიებები.

დედამიწის შემსწავლელი კვლევები აზერბაიჯანის რესპუბლიკის დაბლობის ტყეების კლასიფიკაცია

მ. ხალილოვი,¹ ნ. ალიევა²

- 1) აზერბაიჯანის ეროვნული მეცნიერებათა აკადემიის გეოგრაფიის ინსტიტუტი
 - 2) ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტი
- ქ. ბაქო, აზერბაიჯანი

აზერბაიჯანის რესპუბლიკის დაბლობის ტყეების შემოთავაზებულ ახალ კლასიფიკაციაში ავტორები გამოყოფენ 5 რეგიონს: ტენიანი სუბტროპიკული, ნახევრადტენიანი სუბტროპიკული, ზღვის კლიმატის, მშრალი ცხელი კლიმატის დაბლობის ტყეები და მტკვრისპირა ზონის გაუვალი ტყეები.

საკვანძო სიტყვები: დაბლობის ტყე, ხეტყის ჯიშები და სუბტროპიკული ტყე.

ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია რწყვის ბავლენა სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მოსავლიანობაზე

ო. ხარაიშვილი,¹ მ. კიკაბიძე²

- 1) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
 - ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
 - 2) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
 - ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
- ქ. თბილისი, საქართველო

დადგენილია, რომ რწყვის არასწორი ჩატარება იწვევს ნიადაგში აერაციის რეჟიმის დარღვევას და ქმნის ანაერობიოზის წარმოქმნის პირობებს, რაც განაპირობებს ხსნადი და არახსნადი სულფატების წარმოშობას. ეს უკანასკნელი წყვეტს ნიტრიფიკაციის ბაქტერიების მოქმედებას და მნიშვნელოვნად აქვეითებს მცენარის მიერ საკვები ელემენტების შეთვისების უნარს.

საკვანძო სიტყვები: ნიადაგი, მცენარე, რწყვა, ჰუმუსი.

**ჰიდროლოგია და მეტეოროლოგია
მეტეოროლოგიური და სასოფლო-
სამეურნეო გვალვის კვლევა ირანის
რაიონების მაგალითზე**

ა. ჰასანალიზადე მაზხარი, ფ. იმანოვი

ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ქ. ბაქო, აზერბაიჯანი

მოცემული სამუშაოს მიზანია მეტეოროლოგიური და სასოფლო-სამეურნეო გვალვისა და მათი ტრენდების კვლევა ირანის განსხვავებული კლიმატური პირობების სუბრეგიონებში 1980-2013-წლებში. მეტეოროლოგიური და სასოფლო-სამეურნეო გვალვის პირველად მახასიათებლებად გა-

მოიყენება ნალექების (SPI) და შესაბამისად, ნიადაგის ტენიანობის სტანდარტიზებული ინდექსები (SSA). ამ კვლევაში შეფასებულია ისტორიული გვალვები მრავალგანზომილებიანი რეგლამენტირებული ინდექსის (MSDI) გამოყენებით. მანა-კენდალის ტრენდის ტესტი გვიჩვენებს, რომ ირანის ჩრდილო, დასავლეთ და ცენტრალურ ნაწილებში არის გვალვის მნიშვნელოვანი ტრენდები 95% სიზუსტით. თუმცა გვალვის სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი ტრენდები აღმოსავლეთ რაიონებში არ იკვეთება. ყველაზე დიდი გვალვა მთელ ქვეყანაში იყო 1998 და 2001 წლებს შორის.

ABSTRACTS

Hydrology and Meteorology

CALCULATION OF THE SEDIMENT LOAD OF THE RIVER DZIRULA (VILL. UBISA) BY USING THE ENERGETICAL PRINCIPLES

**M. Alaverdashvili, D. Kiknadze, N. Kokaia,
N. Khupenia, N. Tsintsadze**

Iv. Javakhishvili Tbilisi State University
Tbilisi, Georgia

The river Dzirula is the unexplored river from the point of hydrological view almost over its full length to vill. Tseva, so, to determine the numerical features of a deposit – one from the most important components for projecting of hydropower station, the hydrological data of the analog river – Chkherimela (vill. Saimerlo) have been used and using of so called “Power principle”, we may conclude that stream flow of the deposit near to vill. Ubisa equals to 83 000 tn. per annum, where solid load materials consists 70.7 000 t/per annum, and bottom load materials consists 12.3 000 t/per annum. The inter-year distribution of liquid and the stream flow of deposit, which is one from the key components of working mode of hydropower station.

The small bed reservoir created after building of vill. Ubisa hydropower station at the river Dzirula between vill. Shrosha and Ubisa will make a great beauty and serve the region for power purposes.

Key words: the rate of sediment load, energy principle, modulation of sediment load, the river analogue.

Water industry

THE FRESH WATER RESOURCES OF AZERBAIJAN REPUBLIC AND CONDITION OF ITS USING IN PUBLIC MANAGEMENT

A. Alimov, T. Zeinalov

Sciences Industry Union
"AzHydrotechnic and Reclamation"
Baku, Azerbaijan

For providing water supply they are used

groundwater formed in maintain and piedmont areas as well as in basic of river with mineralization less than 1 g/l of hydro carbonate-calcium composition.

Keywords: ground water, chemical composition, river, water supply, mountain area, river, bed, transmission coefficient, irrigation, forecast.

Water industry

THE EVALUATION OF ALTERNATIVE WATER SOURCES OF THE REPUBLIC FOR USAGE DURING DROUGHT SEASON

A. Alimov, T. Zeinalov

Sciences Industry Union
"AzHydrotechnic and Reclamation"
Baku, Azerbaijan

Amount of water resources (surface, ground, collector and drainage, lake and bog, fecal and other waters) changes every 3-7 years depending on weather conditions. During low water year, it becomes necessary to use these water resources in industry. For ensuring good harvest it is important to know quantity, amount and geography of alternative water resources as well as their dynamics.

Keywords: water resources, river water, collector and drainage water, fecal water, lake and bog as well as ground waters.

Earth sciences

THE ISSUE OF THEORETICAL PRECISE OF HYDROSTATICAL LEVELING METHOD AND ITS PRACTICAL REALIZATION

P. Hambardzumyan

National University of Architecture
and Construction of Armenia
Yerevan, Armenia

The results of scientific-practical and industrial research in the field of geodetic measuring are revealed hereby especially for the hydro-leveling used in the sphere of construction for the planning and exploitation of the buildings and facilities. In particular, the conceptual fundamentals of hydro-

static leveling are developed and recommendations are drawn for the use of fluid and the practical implementation of this method. The practical formula of hydrostatic leveling is improved as well.

Keywords: hydrostatic leveling, increase, deformation, solids of fundamentals and basics.

Construction

CONSTRUCTION AND RECONSTRUCTION OF ABANDONED INDUSTRIAL TERRITORIES IN MODERN DEVELOPING CITY

M. Arakelyan

National University of Architecture and Construction of Armenia
Yerevan, Armenia

The article considers the issues of construction and development of brown field sites in the city of Yerevan and in different cities of the world: these problems appeared in the 70s of the previous century and were associated with the transition of the society from "industrial" development stage to "post-industrial" or "information" age. Industrial zones occupy vast territory and thanks to a favorable placement have significant urban development potential and are distinguished with their dimensions, having relative independence. The alternative reconstructive functions of abandoned industrial zones attract investments that are reasonable for social, economic, psychological, historical and aesthetic reasons.

Keywords: trade, industrial, postindustrial, reconstruction, renovation, architecture.

Construction

DESCRIPTION OF FIELD EXPERIMENT WROUGHT A NEW TYPE OF FORMWORK

Sh. Bakanidze, N. Mskhiladze

Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

Are proposed new type boxing shields for buildings containing walls concreting.

Is stated the method of carrying out mentioned boxing shields full-scale experimental researches.

Grounded on the boxing shields constructive calculations are developed their structural solutions.

Is described the full-scale experimental investigation of mentioned boxing shields.

Keywords: multilayer wall, load-bearing layer, structural calculation, thermal calculation, mold shield model, the reporting scheme, constructive solution, natural experiment.

Construction

FOR CONSTRUCTIVE CALCULATION OF NEW TYPE BOXING SHIELDS

Sh. Bakanidze, N. Mskhiladze

Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

For concreting of building's multilayer containing walls is proposed new type boxing shields, due that is possible the concreting of single-layer, as well as a walls with layers interconnection by flat, as well as complex profile surfaces that due the improvement of adhesion, provides them integrated behavior. In addition due the application of proposed boxing shields is possible to simplify attachment on the facade of facing materials and architectural details, with hydro and thermal insulation in the containing walls, as well as the arrangement of ventilated facades.

Are stated the proposed boxing shields design schemes for their constructive calculation.

Keywords: containing multilayer walls, structural layer, thermal insulation layer, mold shield, hard surface profile.

Construction

ANALYSIS OF TRANSLATIONAL SHELLS FOR UNDERGROUND STRUCTURES UNDER LOCAL LOADING

Z. Gedenidze, V. Mchedlishvili

Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

Calculation of translational shells for underground structures with fixed hinges under local loading, applying semimoment theory of shells is given in the paper and also differential equations for radial displacement are solved on the basis of which all the components of stressed-deformed conditions for translational shells of underground structures under different local actions are easily determined.

Key words: shell, semimoment theory, local loading, resolving differential equation.

Hydrology and Meteorology

ABOUT THE METHOD FOR ASSESSMENT OF PARAMETERS OF GENERATED PROGRESSIVE WATER WAVES

T. Gvelesiani,¹ G. Jinjhashvili,² Kh. Iremashvili²

¹) Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University
²) Georgian Technical University Tbilisi, Georgia

The dispersion equation connecting the oscillation frequency of the wavemaker with the relative length of the generated progressive wave was derived when solving the boundary value problem of the wave's generation in the semi-bounded fluid layer. Contrary to the dispersion equation derived when considering the standing waves, the abovementioned equation under study includes a hyperbolic tangent and for its solution the trial-and-error method is needed. The authors obtained the simplified analytical relations for quick prediction the design parameters of the progressive wave generation process.

Key words: progressive water wave generation, wavemaker, oscillation frequency, wave length, wave dispersion.

Hydraulic engineering

INFLUENCE OF COST-PROTECTING STRUCTURE ON CHARACTERISTICS OF RIVER CHANNEL FLOW

T. Gvelesiani,¹ Kh. Iremashvili,² G. Berdzenashvili²

¹) Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University
²) Georgian Technical University Tbilisi, Georgia

The solution of 3D boundary value problem on the steady ununiform flow motion in the part of a river channel having rectangular cross section is presented. The solution is used for the mathematical modeling of the flow velocities field in a case when the cost protection structure such as the transversal spur is located at the river bank. The

method carried out is need for the rational regulation of channel processes.

Key words: ununiform flow motion, field of flow velocities, cost protection structure, regulation of channel process.

Earth sciences

DEVELOPMENT OF THE NORMAL HEIGHTS SYSTEM IN AZERBAIJAN BY THE SATELLITE METHODS

M. Gojamanov, A. Ismailov

Baku State University
Baku, Azerbaijan

It is known that as a result of satellite definitions are received spatial geodetic coordinates X, Y, Z of the observation points of Artificial Earth Satellites. However, geodetic height is unsuitable for the decision of problems, connected with works in the gravity field of the Earth. Therefore, there is a need to move from geodetic height to height in the gravity field. In the paper it was considered a principle to establish a system of the satellite normal heights and on its basis was developed a modern concept of constructing a system of the altitude provision on the territory of the Azerbaijan Republic. The main idea of this concept is that as the plane coordinate system and the high-altitude system are implemented by the same set points of geodetic networks of HGN (high-precision geodetic network) and the SGN-1 (satellite geodetic network).

Key words normal height, geodetic coordinates satellite, ellipsoid, potential.

Hydrology and meteorology

ASSESSMENT OF FREQUENCY OF FLOODS AND HIGH WATERS AT KURA RIVER (LIKANI)

G. Grigolia,¹ D. Kereselidze,^{2,3} V. Trapaidze,³ G. Bregvadze³

¹) Institute of Hydrometeorology of Georgian Technical University
²) Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University
³) Iv. Javakhishvili Tbilisi State University Tbilisi, Georgia

Carried out calculations (frequencies of maximal discharge, coefficient of high water activity) show that floods and high waters at Kura

river near Likani are registered only in 4th and 5th months. Maximal discharges of this period are basically formed in the Kura river basin in the form of accumulated snow storage, rate of melting and overlapping of atmospheric precipitations on runoffs.

Key words: flooding, frequency of floods, coefficient of high water activity.

Amelioration

**TO ARRANGE OF FIELD TESTING
AREA FOR RESEARCH OF COMBINED
THREE TIER DRAINAGE**

M. Guguchia

Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

In the article is presented importance of drainage systems on the example of Colchis lowland. It has been described working principles of three-tier drainage. It has been presented required material for arrange three-tier drainage construction and works which been already done.

Keywords: Colchis lowland, wetland soils, combined three-tier drainage.

Environmental Protection

**TREATMENT OF EVALUATION CRITERIA
OF RISKS AND SENSITIVE OF
ECOLOGICAL PROBLEMS CAUSED BY
DISASTERS, THEIR USE FOR PROBLEMS
PREVENTION**

**R. Diakonidze, O. Kharashvili, Z. Charbadze,
K. Dadiani, N. Nibladze, N. Sukhishvili,
F. Lortkifanidze**

Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

The work dedicated to issue of creates ecological problems caused by disasters, their sensitivity and probability risks evaluation.

The presented criteria of evaluation of sensitivity and risks give us possibilities to evaluate, which ecological problem solving is prioritize (first) for Georgia.

Keywords: ecosystems; ecological problems; sensitivity; criteria of evaluation.

Construction

**FEATURES OF FOREIGN COUNTRIES
CONSTRUCTION EXPERIENCE IN
AFFORDABLE HOUSING FIELD (BY THE
EXAMPLES OF USA, EUROPEAN
COUNTRIES AND THE FORMER SOVIET
UNION COUNTRIES)**

L. Yeghiyan

National University of Architecture
and Construction of Armenia
Yerevan, Armenia

This article represents a historical overview of some countries regarding the social houses construction, their national features, financing systems. Demographic problems, which resulted in a national movement of social construction and the corresponding to them legislative schemes, are discussed. Initial state, the position at the time of development and the final results of each program are given. There is conclusion some positive and negative aspects, which can be useful for the planning of social housing at the present time. The various types of social houses construction, the origins of the formation of development during a long time and the productivity of the construction of the single type of them. Connections and impacts of processes of different countries social houses construction systems on each other are illustrated.

Key words: architecture, urban planning, social construction, building, economic conditions, demography.

Construction

**THE TECHNOLOGY AND ORGANIZATION
OF BUILDING-CONSTRUCTION TAKING
WORKS**

**Z. Ezugbaya,¹ I. Iremashvili,² A. Ezugbaya,¹
Z. Khornauli,¹ I. Marghishvili¹**

¹Georgian Technical University

²Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

It is known, that many building-construction has been built in last century and suffered depreciation as physically also morally. Because

that building need serious reconstruction.

In the article is considered technological processes, which accompanied with reconstruction works. It has been considered one containing part of reconstruction works, which relating to dismantle and taking of buildings partly or fully, it is shown main modern methods of building taking.

Key words: reconstruction, technology, organization, building taking, work on production, construction technique.

Hydrology

BURIED ICES OF MORaine-GLACIAL COMPLEXES AND THIS IMPACT ON THE NORTHERN TIEN-SHAN RIVERS RUNOFF

S. Erochin, D. Mamatkanov, T. Tuzova

Institute of Water Problems and Hydropower of the National Academy of Sciences of Kyrgyz Republic
Bishkek, Kyrgyzstan

The dynamics of buried ice formation in moraine-glacial complexes of the Northern Tien-Shan has been analyzed. Impact of buried ice on glacier runoff of mountain rivers has been assessed.

Key words: glacials of the Northern Tien-Shan, buried ice, moraine-glacial complex, runoff of mountain rivers.

Water management

COST EFFECTIVENESS OF REHABILITATION OF IRRIGATION SYSTEMS IN KASPI DISTRICT OF GEORGIA

**M. Vartanov,¹ E. Kechkhoshvili,¹
F. Lortkipanidze,¹ G. Mekhrishvili²**

¹Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University

²Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

Implementation of the investment in the rehabilitation of irrigation systems in Kaspi District of Georgia, as well as in the construction of the Tedzami reservoir, allows for 20 years of operation of this complex reclamation facilities to accumulate at internal rate of return of investment (IRR) of 12%, the net present value (NPV) in the amount of 37.92 million. lari. Due to the fact that according to the calculation of performance indicators laid

achievement of design yield of irrigated land almost in the third year of operation of reclamation complex, shortage of 5-10% of agricultural production makes investments not effective in the construction of the object.

The risks of failure to achieve design efficiency greatly smoothed the effect of social investment. Implementation of design solutions allows the full irrigation of crops, hundreds of farmers receive guaranteed sustainable yields, to participate actively in the development of competitive market relations.

Keywords: irrigation system, rehabilitation, economic efficiency, risk, social effect.

Hydrology

ASSESSMENT OF CHANGES OF FLOW OF KURA RIVER AND ITS TRIBUTARIES

R. Verdiyev

Scientific Research Institute of Hydrometeorology
Baku, Azerbaijan

In this article by use of different information on the observed flow values and based on relationships between the flow and meteorological elements change of flow of Kura River is assessed during 1991-2011 compared to 1961-1990. These changes have been assessed for natural (potentially possible) and observed flow values. Flow changes have been assessed according to changes of elements of climate and water use. Some possible flow change options have been proposed according to different climate change sceneries.

Key words: river, hydrology, water discharge, water resources, climate change, flow trends.

Hydrology and meteorology

USE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS) AND REMOTE SENSING METHODS FOR STUDY OF DEBRIS FLOW PROCESSES AND ESTIMATING DEBRIS

V. Zaginaev

Institute of Water Problems and Hydropower of National Academy of Sciences of Kyrgyz Republic
Bishkek, Kyrgyzstan

The dynamics of debris flow processes on the example of a mountain valley Ala-Archa (Kyrgyz

range). In solving the problems of estimating debris flow hazards and creation predictive models proposed to use geographic information systems and remote sensing methods in combination with a complex work with aerial visual and field studies.

Key words: estimating debris, mountain rivers valley, GIS, remote sensing.

Hydraulic engineering and irrigation

SAFETY ASSESSMENT OF SIONI DAM

I. Iordanishvili, T. Tevzadze, K. Iordanishvili, M. Shavlakadze, L. Bilanishvili, N. Kandelaki

Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

The paper presents the results of field studies conducted at the Sioni earth dam in 2013-2014.

Based on the chemical analysis of the water in the dam body piezometers and comparing them with the results of those performed in 1985 revealed a dramatic increase in the dry residue, which indicates a gain suffusion process. In the left wing of the dam noted gurgling water in piezometers.

To ensure the stability of the dam Sioni as Class I facilities, the necessity of a monitoring system in automatic mode.

Keywords: Sioni earthen dam, piezometers, suffusion.

Construction

USING OF SOLAR ENERGY IN CONCRETE WORKS PRODUCTION TECHNOLOGY

I. Iremashvili,¹ Z. Ezugbaya,² Z. Khornauli²

¹Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University

²Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

The laboratory and then natural experiment show us, how effectively may using of solar energy in monolith works production. This mainly connected to accelerate of concrete stick processes: During industry of monolith works become merchandise stick, it increases the speed of construction. In addition, concrete after it's made, second

day take brand strength 60-70% and final strength increase by 15-20 % on the base of fully hydration.

Key words: concrete, stick, solar energy, thermal processing of concrete.

Environmental Protection

THE ROLE AND SIGNIFICANCE OF WATER-SWAMPY LANDSCAPES

L. Itriashvili, E. Khosroshvili, N. Nibladze

Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

Water-swampy landscapes, as multifunctional ecosystems with unique features and the vulnerability of these complexes as a result of irregular exploitation and economical activities are discussed in this article.

Their role, functions, the aim of use, fields and irrational forms of use and results are also discussed. The creation of main principals of protection programs for such territories is given in this article.

Keywords: water-swampy landscapes, ecosystems, multifunctionality, vulnerability, exploitation, violation, protection, program.

Environmental Protection

PECULIARITY OF SOLUTIONS' MIGRATION IN SOIL

L. Itriashvili, E. Khosroshvili

Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

The existing views about solution and water movement mechanism in the soil are critically considered. Their movement and distribution process in the soil profile is shown by the example of starch and potassium chloride aqueous solutions.

Here is proposed a new approach of explanation of solutions' migration mechanism in the soil.

Keywords: soil, water, solution, migration, distribution, aggregate, porosity, crack.

Reclamation

**SOIL PROTECTION, RECLAMATION
AND RECULTIVATION**

Kh. Kiknadze, L. Maisaya

Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

In article has been presented overview of reclamation essence and their variation, also is substantiated necessity of reclamation and its impact of soil quality improvement.

It is presented necessity of restoration works for increase suitable agricultural soils area.

The research aim is offer new, high effective, engineering-ecological measure for soil protection and quality improvement.

Keywords: reclamation, recultivation, drainage, irrigation, ecology.

**Hydraulic engineering
and irrigation**

**HYDRAULIC OF SURFACE IRRIGATION,
MATHEMATICAL MODELLING AND
OPPORTUNITIES OF COMPUTER
IMITATION**

R. Kiladze, V. Shurghaya, L. Kekelishvili

Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

In the article has been considered solving of issues of surface irrigation by computer imitation method.

It has been analyzed as empirical, also theoretical approaches. Preference is given to using of fully theoretical database and numerical methods to achieve computer imitation of irrigation processes, it allows evaluate quality of irrigation various types and will be chosen the most acceptable type for concrete conditions

Key words surface irrigation, mathematical modeling, computer imitation.

**Hydraulic engineering
and irrigation**

**DETERMINATION OF WATER MOVEMENT
VELOCITY IN A SOIL**

**L. Klimiashvili, A. Davitashvili,
I. Inashvili, G. Natroshvili**

Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

In the article, in order to ensure plant productivity in irrigation area, received equation for porous system's water pipeline radius in a case that water movement in porous system terminated. In order to determine the velocity of water flow in the porous system was given equation for the coefficient of velocity resistance.

Keywords: soil-ground, capillarity, velocity gradient.

**Hydraulic engineering
and irrigation**

**THE REGULATORY SCHEME IN CASE OF
SURFACE WATER FEEDING AND ITS
WORKING PRINCIPLES**

Sh. Kupreishvili, P. Sichinava, K. Bziava

Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

In the article has been presented the principles of regulatory scheme action; It has been established, that reduce distance between channel significantly increases investments in the drainage systems building, reduce coefficient of soil using and complicating perfectly use of mechanization at the area.

Key words: drainage, water regime, regulatory scheme and main channel.

**Hydraulic engineering
and irrigation**

**THE REGULATORY NETWORK SCHEMES
ON TIME OF GROUND WATER
REGULATION**

Sh. Kupreishvili

Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

In the article has been presented the schemes of drainage line up in case of ground water feeding for drainage area regulation and their working principles.

It has been established, that at drainage line up prefer preferences given to the cross-section.

Key words: drainage, ground water, inclination, collector.

Environmental Protection

**THE NUMBER OF FEATURES OF DEBRIS
FLOW PROCESSES ON THE TRANSIT
SECTIONS AND DISPLAY CONES**

E. Kukhalashvili

Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

The debris flow processes characterizes with number of features in the transit sections and display cones, which finds expression as in various of free surface, also in changes of critical characteristics and also in features of creation of leap waves. Due to above mentioned, on the base of full energy of flow, has been received one-dimensional differential equation of cohesive debris flow uncontrolled motion.

On the base of motion amount law leap phenomena has been presented by equation. It has been presented calculating independence of conjugate depth and energy lost. It has been pulled calculating independence for wave distribution speed and discharge. On the base of wave high drop is given forecast its initial high.

Keywords: debris flow, carrying out cone, waves.

Environmental Protection

**THE GENERAL MODEL OF ISOTROPIC
SLOPE MARGINAL BALANCE FORM**

Z. Lobzhanidze,¹ N. Mebonia,² T. Kvarackhelia³

¹) Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University

²) Georgian Agrarian University

³) Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

In the article is given analysis of reflecting curve of isotropic slope marginal balance condition taking into account hydromechanics pressure force. It has been received delineation of reflecting marginal condition of natural slope. The curvature radius of received curve from exist modern solid and elastic deformability continuing care position, depicts marginal tension in every point of it. slope marginal balance condition is caused by one active component taking into account pressure force by determination issues.

Keywords: isotropic slope, limit-equilibrium state, the radius of curvature, determination of objectives.

Environmental Protection

**FUNCTIONAL DEPENDENCES FOR
DESCRIBE SLOPE STABLE FORM**

Z. Lobzhanidze,¹ N. Mebonia,² T. Kvarackhelia³

¹) Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University

²) Georgian Agrarian University

³) Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

In the article is given calculating scheme for ground balance slope surface. By analysis of carried out researches is shown that in water condition originated voltage as a result of impact upper layers on the precipitated ground equalized by such law of distribution, which approaching to hydrostatical and especially become to be considered for clay ground with small internal friction. Result received by researches unclearly expressing in considering point origin such critical tense condition, which is suitable to equality of two

main voltage in flat equation at the base of hydrostatical law.

Keywords: slope, stable form, limit-equilibrium state, the critical stress.

**Hydraulic engineering
and irrigation**

**STUDY THE COMPLEX OF MEASURES TO
IMPROVE THE FERTILITY OF THE LUNG
SOD-PODZOLIC SOILS OF THE
NON-BLACK SOILS ZONE OF RUSSIA**

Yu. Mazhaiskiy,¹ A. Shuravilini,² S. Kurchevski³

¹Meshersk subdivision of the All-Russian Research Institute for Hydraulic Engineering and Reclamation by the name of A.N. Kostyakov
Ryazan, Russia

²Peoples Friendship University of Russia
Moscow, Russia

³Belarusian State Agricultural Academy
Minsk, Belarus

The results of studies on the effect of different doses of organic fertilizers in combination with mineral and sharing microbial drug "Baikal EM-1" in the agro-physical, chemical and biological properties of sandy soddy-podzolic soil and the yield of vetch-oat mixture. Identified improvement of basic soil properties, yield and quality of green mass when fertilizing and bacterial drug. High efficiency of cultivation of vetch-oat mixture with an annual use of mineral fertilizers and bacterial drug in combination with application of manure in quantities of 25 t/ha and peat – 75 t/ha once in three years.

Key words: sod-podzolic soil properties, biological activity, mineral fertilizers, microbial preparation, manure, peat, vetch-oat mixture, the yield of green mass.

Hydraulic engineering and irrigation

**THE RESEARCH PRODUCTIVITY OF PEAT
SOILS RUSSIA THE INTRODUCTION OF
MINERAL ADDITIVES**

Yu. Mazhaiskiy,¹ A. Shuravilini,² S. Kurchevski³

¹Meshersk subdivision of the All-Russian Research Institute for Hydraulic Engineering and Reclamation by the name of A.N. Kostyakov
Ryazan, Russia

²Peoples Friendship University of Russia
Moscow, Russia

³Belarusian State Agricultural Academy
Minsk, Belarus

The results of studies on improving properties and fertility fine gravel peat lands by adding mineral admixtures of clay and sand. Shows the improvement of water-physical, agro-chemical and biological properties and thermal regime of soils and increased yields. It is established that peat soils, compared to sanding up, increased the grain yield of oats on average by 8%.

Key words: fine gravel peat, mineral supplements, clay, sand, dose, properties, yield, oats.

**Hydraulic engineering
and irrigation**

**IMPROVEMENT OF THE MEANS
OF SEDIMENT SLUICING AUTOMATION
OF IRRIGATION SETTLERS**

D. Mamatkanov,¹ A. Fazilov²

¹Institute of Water Problems and Hydropower of National Academy of Sciences of Kyrgyz Republic
Bishkek, Kyrgyzstan

²Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of National Academy of Sciences of Tajikistan Republic
Dushanbe, Tajikistan

The article presents the results of the analysis of the principles of technological processes automation and improvement of means of sediment sluicing automation of hydraulic structures in general and in particular of irrigation settlers for the conditions of mountain-foothill zone. The article also considers features and basic parameters depending on which automated systems that work on the use of stream flow hydraulic energy are applied, proposes a developed hydraulic system that provides a full cycle "settling-sluicing" in irrigation settlers.

Key words: hydraulic structures, settler, sediments, hydraulic automation.

Earth sciences

**GEOINFORMATIONAL APPROACH IN
COMPILING MAPS OF SLOPE EXPOSITION**

M. Mehbaliyev

Baku State University
Baku, Azerbaijan

In this article were analyzed cartographic sources and methods of compiling maps of slope exposition. Methods of compiling maps of slope exposition were divided to traditional (classic) and modern methods. On the basis of 1:100000 scale topographic maps was prepared DEM file of Greater Caucasus (Azerbaijan Republic territory) and created map of slope exposition. 11909 horizontal area and 689442 slopes separated in this map (Horizontal area – 17.13 %, slopes – 82.87%). Based on cartographic and morphometric measures on the map were prepared tables and diagrams. According to analyzing mentioned above works, exposition of Greater Caucasus is very different. This kind of works might be useful in different sectors of economy in the future.

Key words: Geoinformational approach, exposure, cartographic sources, DEM file, model.

**Hydraulic Engineering
and Reclamation**

**THE ISSUE OF SPECIFICATIONS OF
TECHNICAL OPERATION OF
IRRIGATION SYSTEMS OF GEORGIA**

G. Mekhrishvili

Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

The article provides a classification of supply costs of irrigation water. Are approximate values of the working time of the work, linear service reclamation systems, cost standards for the current and the recovery (major) repairs of reclamation infrastructure.

Keywords: economy, land reclamation, the structure of operating costs, in-house planning, the cost of water supply.

Hydrology and meteorology

**THE DYNAMICS OF DRAINAGE
ACTIVITY IN SOIL**

O. Miseckaitė

Aleksandras Stulginskis University, Institute of
Water Recourses Engineering
Kaunas, Lithuania

Hydrological activity of drainage typically depends on project installation quality, anthropogenic and climatic factors. It is important to assess drainage activity under different meteorological conditions. One of methods to improve drainage performance is its installation with thickened humus layer. Lithuanian soil humus layer is close to arable layer and is equal to approximately 20–25 cm. The impact of humus on heavy-textured soil is multiple, since not only moisture regimes, biological activity, sorption capacity, chemical and biological characteristics, stability of plant nutrition are related with its quantity.

The dynamics of drainage activity in soil with thickened (up to 40-50 cm) humus layer and with humus layer of natural thickness (20-30 cm) of 1989–2009 is reviewed. Especially important indicator of drainage functioning – water runoff dynamics. The present article analyses the variation of climatic conditions and drainage runoff in the object

Keywords: runoff, drainage, soil, humus layer.

Environmental Protection

**FLOODS IN THE ECONOMIC
GEOGRAPHICAL REGION ARAN**

M. Musayeva

Institute of Geography named by acad. H.A. Aliyev
Azerbaijan National Academy of Sciences
Baku, Azerbaijan

Global climate change, the negative impact of anthropogenic factors on environment and other factors have increased frequency of inundations and

scope of flood damage in the world, as well as in Azerbaijan, sharply increased the amount of damage caused to the country's economy and expanded areas of destruction. The main reasons on formation of floods are analyzed in the article. It is investigated the damage caused by floods of the activity of the population and the development of various branches of economy. Inundations in 2010 have proved the importance of restoring the previous ditches and channels, protective dams, drainage-collector systems, and using the region area only as winter pastures. Consequently, it should be noted that preparation of special preventive measures plan against inundations should become a matter of state importance.

Keywords: river, floods, dams, agriculture, economic and geographical area, reservoir.

Environmental Protection

THE INFLUENCE OF WAVELIKE MOVEMENT OF SLOPE FLOW ON THE INTENSITY OF SOIL EROSION

O. Natishvili,^{1,3} T. Urushadze,² G. Gavardashvili³

¹⁾ Georgian National Academy of Science

²⁾ Georgian Agrarian University

³⁾ Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

Method of calculation of water erosion of soils, at slope flow considering the wave formation on the free flow surface is carried out. The speed of the continuous wave is determined from the condition of continuity of flow, passing through the control volume, moving with the velocity of the wave. It is proved that the speed of the continuous wave is 1.5-times more than the average cross-section of quick flow velocity at uniform motion rate. Profile of the flow surface, which is streaming down on a flat inclined surface, is defined.

Keywords: continuous wave, dynamic waves erode the critical speed, Hydrological transport model.

Hydraulic Engineering and Reclamation

SYNCHRONIZATION OF WATER SUPPLY AND EVAPOTRANSPIRATION OF AGRICULTURAL CROPS IN ORDER TO FORM A MAXIMUM CROP YIELD

T. Odilavadze,¹ K. Bziava²

¹⁾ Georgian Technical University

²⁾ Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

Based on the comparison and analysis of the Jensen well-known mathematical model and mathematical model, which is proposed by us, we have identified the functional relation between the degree of water supply of plants and evapotranspiration. By using this relation it will be possible to provide water supply degree in the zone of root development.

In the soil pores we estimated that the Georgian mathematical model is relatively simple, does not require knowledge of a range of agroclimatic parameters. Accordingly, it is sufficient to define the soil porosity and keep optimum value of the water-filling degree of pores, which provides the maximum possible crops' yield

Keywords: irrigation, moisture availability, evapotranspiration, soil productivity, soil-crop.

Environmental protection

PROTECTION OF NATURAL MONUMENTS AND THEIR MANAGEMENT ISSUES FOR DEVELOPMENT OF ECO-TOURISM IN THE TERRITORY OF NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC (THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN)

N. Sadikhova

Baku State University
Baku, Azerbaijan

This article describes the various specially protected areas, which are protected by such unique objects, as natural monument, as well as their protection for the development of ecological

tourism in the area. We know that today is the most ecological tourism a new direction, throughout the tourism industry, and becoming one of the fastest growing sectors of the tourism industry, plays an important role in the global economy, and generally associated with nature, he has become increasingly popular in today's world. Among the main reasons for the active development of ecological tourism is the preservation of a favorable environment in the territory, as well as the essential needs of people in communion with nature.

Key words: ecological tourism, natural monuments, reserves, biosphere reserves, natural reservations.

Environmental Protection

**NEW TECHNOLOGY FOR THE
CONSTRUCTION OF SLOPE
ANTI-EROSION CHANNEL
USING CHANNEL CUTTER**

V. Samkharadze, T. Janelidze

Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

The paper gives a brief description of the existing tools and technologies for the construction of channels on the slopes to provide energy dissipation of surface runoff and to reduce erosion process during intensive rains

Currently the mentioned channels are constructed using channels cutters, which are unstable; their slopes are covered with cracks that increase erosion processes; the working bodies are structurally complex, expensive and have low productivity.

We offer new technology and construction of working roller, which provide construction of channels using rolling and indentation. These kinds of channels can be considered as stable ones and decrease erosion processes. Channel roller is structurally simple; it is characterized by high production and high economic efficiency.

Key words: roller, compaction, erosion, water flow, stability.

**Hydraulic engineering
and irrigation**

**SOME ISSUES OF PRESSURE WATER
THROUGH PIPE USING**

A. Sarukhanyan, A. Martirosyan, V. Mikaelyan

National University of Architecture
and Construction of Armenia
Yerevan, Armenia

To provide safe and long-term operation of pressure water main conduits at higher points air eliminators are installed and at lower points outlet conduits are installed designed for pipeline emptying at some its sections in the course of operation. Pipeline emptying is an engineering problem of interest for designers and operating staff. The emptying problem for a two-branch conduit is considered using the equation of unsteady flow.

An equations set has been drawn and boundary conditions formulated. Curves of pressure change and time of emptying of individual branches have been plotted based on computer-assisted calculations.

Keywords: water main, conduit, emptying, unsteadies flow, specifications, operation.

Earth sciences

**LONG-TERM TENDENCY OF CHANGE OF
THE NIGHT AND DAY SUMS OF
PRECIPITATION IN THE GREAT
CAUCASUS (WITHIN THE AZERBAIJANI
REPUBLIC)**

S. Safarov,¹ A. Safarov²

¹National Academy of Aviation

²Scientific research institute of

Hydrometeorology

Baku, Azerbaijan

In this work questions of identification of tendencies of change of separately night and day sums of a precipitation against the global warming of climate, and also influence of circulating factors on their dynamics in the Great Caucasus are considered. It was revealed that during the warm period of year

the night precipitation appeared much more, than in the day on the southern slope, and on the northeast slope the day precipitation prevailed over the night a little. In a cold season their ratio more homogeneous, than in the warm. On the southern slope thermal factors of the formation of the precipitation played more essential role at warm season, than on northeast, and during the cold period of year of this distinction it is not visible. On the southern slope the unequivocal increase in quantity of an atmospheric precipitation in the night is noted in July-September, and reduction – in other months. On the northeast slope unequivocal, but statistically insignificant increase in a precipitation is noted in February and September-November, for day time is not revealed any regularities of a temporality. Change of circulating eras for the last 40 years strongly did not influence temporary distribution of the night and day sums of the precipitation in the Great Caucasus.

Keywords: the change of night and day sum of rain, Great Caucasus.

Earth sciences

STUDY OF PHYSICAL DEGRADATION OF ARABLE LANDS IN ARARAT REGION OF ARARAT MARZ

L. Simonyan, S. Tamoyan, M. Markosyan

Armenian National Agrarian University
Yerevan, Armenia

This article is dedicated to the study of arable land's degradation due to anthropogenic load in Taperakan community of Ararat region. The results of this study show that due to the irrigation and mechanization in the system of intensive agriculture, the structure of topsoil has deteriorated, the subsoil has strengthened and fine soil has moved down with the soil profile. The agro-physical state of soil has worsened. Thus, soil is being degraded and in order to prevent this it is necessary to use minimal cultivation, organic fertilization and more efficient techniques of irrigation.

Key words: fallow land, arable land, hydro-physical attributes of land, anthropogenic load, degradation.

Reclamation

REVIEW OF RUNNING EXPERIMENT FOR USING RIVER DURUJI DEBRIS FLOW SEDIMENT IN ORDER TO AGRICULTURE AIM

T. Supatashvili

Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

The Duruji River considered as one of the most debris flow dangerous river of Georgia, which no one create danger for town Kvareli. For Kvareli danger is debris flow formed in river basin, that difficult is inert mass which is accumulated in the river bed. In article is considered running experiment on the Georgian various soils using of river Duruji sediment. Data received as a result of experiment will give us ability to clean river Duruji basin regularly and noted sediment will use for increase agricultural areas.

Keywords: debris flow, solid sediment, agricultural area.

Hydrology and meteorology

PREDICTION OF SPRING FLOODS FLOW VOLUMES IN RIVERS OF THE REPUBLIC OF ARMENIA, VALUES OF MAXIMUM DISCHARGES AND ESTIMATION OF PREDICTION JUSTIFICATION

V. Tokmajyan

National Polytechnic University of Armenia
Yerevan, Armenia

To predict spring floods flow volume, as well as magnitudes of maximum discharges multivariable regression correlation between rivers water discharges and their basins weather stations observation data on precipitation and air temperature have been used. These correlations have been applied in operative work and highly justified predictions have been obtained.

Key words: prediction, flow volume, maximum discharge, spring flood, precipitation, air temperature, regression relations.

Hydrology and meteorology

ESTIMATION OF OUTBURST RISK OF MOUNTAIN LAKES OF UNSTEADY TYPE BY THE URANIUM-ISOTOPIC METHOD

T. Tuzova, S. Erokhin, V. Zaginaev

Institute of water problems and hydropower of National Academy of Sciences of Kyrgyz Republic Bishkek, Kyrgyzstan

It was describes the recent outburst of unsteady lake in Ala-Archa river basin (the Northern Tien-Shan). It is shown that by isotope uranium indicators in the waters and ice of moraine and glacier complexes it can be identified water sources of purely atmospheric origin, distinguish melt waters of newly formed ice from old ice, calculate the proportions of their mixing, trace the dynamics of water movement, and by control observations to forecast the periods of outburst risk for mountain lakes caused by either entering of melt water of seasonal snowfields to the lake or melting of old ice buried in the moraine deposits.

Key words: outburst of mountain lake, uranium-isotopic method for out burst prognostication.

Hydraulic engineering and irrigation

PREDICTION OF VISCOUS DEBRIS FLOWS MOVEMENT

N. Undilashvili

J.S.C. „Georgian waterproject”
Tbilisi, Georgia

Any anthropogenic impact on the environment is often the cause of the anomalies, in particular the emergence of viscous debris flows, in consequence of which is diametrically changed the existing situation and the ecological equilibrium.

For the purpose of regulating such flows and selection of protective engineering measures alluvial fans, offered the calculation model on the basis of which obtained the calculated dependences of the characteristics of motion, in particular the equations of the hydraulic resistance, slope, velocity coefficient and the length of stop motion.

Key words: hardness, mineralization, chemical regime.

Environmental protection

CALCULATION OF RADIATION RESERVES AND WAYS OF THEIR UTILIZATION IN NATURAL SYSTEMS OF AZERBAIJAN

A. Kerimov, B. Guliyeva

Institute of Soil Science and Agrochemistry, National Academy of Sciences of the Azerbaijan Baku, Azerbaijan

A method for calculation of radiation reserves of Azerbaijan given as an example has been proposed on the basis of energetic of soil formation. Schematic maps of heat expenditure for soil formation and reserves of radiation resources, useful for production of additional biomass have been complied by using the method.

Keywords: relative humidity, soil moisture, evaporation.

Construction

FUTURE ARCHITECTURE – ADAPTABLE ARCHITECTURE

N. Kochladze

Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

Contemporary world can be defined as globalized, personalized, era of electronics. Architects are trying to create conceptual, high technological projects, which can meet consumers' demands. This contemporary trend in architecture is named adaptable architecture. According to the literature, adaptable architecture is classified in several ways. The newest subcategory is the smart architecture. The smart system is completely integrated in the life and behavior of the users and environment. The system is self-learning. To create smart adaptability new techniques need to evolve.

Keywords: adaptable architecture, interactive, dynamic, smart systems.

Hydraulic engineering and irrigation

REGULATION OF SOIL MOISTURE IN IRRIGATED AGRICULTURE

**I. Kruashvili, A. Davitashvili,
I. Inashvili, G. Natroshvili**

Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

In article, from the condition of continuity of flow, received the water average velocity of reporting addition in soil-ground capillary tube. It was determined functional connectivity between porosity and initial and full gradient of velocity. On this basis it is available to regulate soil moisture in the irrigated agriculture.

Keywords: soil-ground, capillarity, velocity gradient.

Hydraulic engineering and irrigation

THE ANALYSIS OF WATER-PHYSICAL PROPERTIES OF COLCHIS LOWLAND CENTRAL PART SOILS CONNECTED TO ITS MASTERING

**V. Shurghaya, I. Zakaidze, L. Kekelishvili,
Kh. Kiknadze, L. Maisaya**

Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

In the article has been considered research for studying of water-physical properties of Colchis lowland central part soils, connected to existing reclamation measures.

Results of performed researches enough fully justified necessity of reconstruction drainage systems for planting one-year crop.

Key words: research, water-physic, soil, lowland, drainage.

Environmental protection

THE RESULTS OF FIELD-EXPERIMENTAL RESEARCH IMPLEMENTED IN THE BURNT BASIN OF BORJOMI 2013-2014

**G. Chakhaya, G. Gavardashvili, Z. Varazashvili,
Sh. Bosikashvili, R. Diakonidze, L. Tsulukidze,
I. Khubulava, G. Omsarashvili**

Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

In the article is presented the results of field research implemented on the research integrated polygon, which is arranged on the burnt slope of Borjomi 2013-2014.

As a result of field researches implemented on the testing section of the research polygon has been established, substitution of flows formed on the vulnerability section in connection with time and precipitation intensively. The received data has been worked out, on the base of which implemented simulation modeling of the erosion processes running on the testing section, which give us ability of processes visualization.

The field research also implemented for establish anti soil erosion effectively and biodiversity restoration ability of world known geo mat „Secumat” and geo mat „Nesgeo” made up by us, and for comparison them each other.

As a result of implemented researches established, that geo mat „Nesgeo” stand out with its erosion against effectively and with more ability of restoration biodiversity on the vulnerability slopes compare to geo mat „Secumat”. That gives us basis for offer recommendation for restoration of vulnerability slopes in the Borjomi burnt forest.

Key words: erosion, vulnerability, debris-flow.

Environmental protection

THE RESULTS OF FIELD-EXPERIMENTAL RESEARCH IMPLEMENTED IN THE BURNT BASIN OF BORJOMI 2013-2014

**G. Chakhaya, . L. Tsulukidze, Z. Varazashvili,
E. Kukhalashvili, T. Supatashvili, I. Khubulava,
G. Omsarashvili, O. Oqriashvili**

Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

In the article has been given statistical chronology of snowfalls which taken place in Georgia and existing risks reflecting modern map.

We purpose potentially effectively and

resources saving, through type construction. In the article positive and negative sides of this construction, also is presented necessary measures for implemented its in practice.

Key words: snow avalanche, anti snow avalanche construction.

Environmental protection

**EXISTING PROBLEMS OF GEOLOGICAL
DISASTERS IN GEORGIA AND
METHODOLOGICAL FIRST ROW ACTIONS
FOR PROBLEM ELIMINATION OF
ADAPTATION-PREVENTIVE MEASURES**

**E. Tsereteli, M. Gaprindashvili,
Z. Kvaratskhelia, G. Gaprindashvili,
O. Kurtsikidze**

Ministry of Environment and Natural Resources
Protection of Georgia, National Environmental
Agency, Department of Geology
Tbilisi, Georgia

In Georgia there is no place except high mountainous areas where the occurrence of negative Geological events is not linked with human activities. Geological disaster risk reduction potential is complicated by public low awareness about natural geological disaster.

For Disaster risk assessment and creation of effective Early Warning system for national, regional and municipal level, it is necessary to know where, what type and scale geological process formation and activation and what kind of danger is expected to the population and the infrastructure. The risk management measures should be based on the situation of geological hazard evaluation criteria such as the quality of the natural disasters affected species and the reasons for their emergence and reactivation determination, also assessment of element at risk. For realization of these problems it is necessary to have permanent regional geo-monitoring researches for whole country; 2. The geological disaster evaluation criteria for individual regions and municipalities and the threat of natural disaster risk assessment and special maps, scale: 1:50 000-1:100 000; 3. The second and third level stationary polygons particularly relevant and

strategically important area. 4. Processing of historical-statistical data of Geological disaster processes development tendency for individual regions and municipalities 5. Processing of Landslide-Gravitational Hazard map in digital format, 1: 200 000 scales.

Key words: geological disaster, methodology, adaptive-preventive measures.

Earth sciences

**ON THE CLASSIFICATION ON LOW-LYING
FORESTS OF THE AZERBAIJAN**

M. Khalilov,¹ H. Alieva²

¹The institute of Geography named by
acad. H A. Aliyev of Azerbaijan National
Academy of Sciences

²Baku State University
Baku, Azerbaijan

The authors of the article suggest a new classification of low-lying forests republic where 5 regions are distinguished: low-lying humid subtropical of low-lying semihumid subtropical forest, low-lying forest of sea and low-lying forest of dry-hot climate and riparian woodland.

Climatic peculiarities and wood-brush vegetation are defined for these regions.

Keywords: lowland forest, species of wood-forest, subtropical forest.

Hydraulic engineering and irrigation

**THE INFLUENCE OF IRRIGATION ON THE
PRODUCTIVITY OF AGRICULTURAL
PLANTS**

O. Kharaishvili,¹ M. Kikabidze²

¹Georgian Technical University

²Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

It is established, that conduct of irrigation incorrectly causes destroy of aeration regime and create conditions for anaerobioze, which cause creation of soluble and insoluble sulfates. These last stop activities of nitrification bacteria that importance decreases ability of absorb nutrients by

plants.

Keywords: soil, plants, irrigation, humus.

Hydrology and meteorology

**INVESTIGATING THE METEOROLOGICAL
AND AGRICULTURAL DROUGHTS CASE
STUDY: SELECTED PROVINCES IN IRAN**

A. Hassanalizhade Mazhar, F. Imanov

Baku State University

Baku, Azerbaijan

The aim of this paper is to investigate characteristics of meteorological and agricultural droughts and their trends in Iran, as well as several sub-regions with different climate conditions from 1980 to 2013. The Standardized Precipitation Index (SPI) and Standardized Soil Moisture Index (SSI) are

used as the primary indicators of meteorological and agricultural droughts, respectively. This study assesses historical droughts using the Multivariate Standardized Drought Index (MSDI), which provides a composite model of meteorological-agricultural drought. Furthermore, this study discusses the behavior of MSDI relative to the other indices (SPI and SSI) over different climatic conditions ranging from humid, semiarid, and hyper arid regions. The Mann–Kendall trend test shows that the northern, northwestern, and central parts of Iran have experienced significant drying trends at a 95% confidence level. However, no statistically significant drying trend was observed in the eastern part of Iran. The most severe drought across the country occurred between 1998 and 2001.

Key words: meteorological and Agricultural Droughts, SPI and SSI Indexes, Iran.

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., Кокаиан Н.,
Хупения Н., Цинцадзе Н.**

Тбилисский Государственный Университет
им. Ив. Джавахишвили
г. Тбилиси, Грузия

Река Дзирула почти на всём участке до с. Цева, с точки зрения гидрологии представляет неизученную реку, поэтому для проектирования ГЭС и определения его одного основного компонента – стока наносов, были использованы гидрологические данные реки аналога – Чхеримела (с. Саимерло) и т.н. "энергетический принцип". Соответствующим перерасчётом получено, что сток наносов р. Дзирула у села Убиса равен 83 тыс. т/г. Отсюда взвешенный нанос составляет 70,7 тыс. т/г., а влекомый – 12,3 тыс. т/г.

Также было сделано внутригодовое распределение стока наносов и воды, которое является одним из главных компонентов для режима работы ГЭС. На реке Дзирула между сёлами Убиса и Шроша в результате строительства УбисаГЭС, представленное маленькое водохранилище, придаст региону красоту и обслужит энергетикой.

Ключевые слова: норма стока наносов, энергетический принцип, модуль стока наносов, река аналог.

Водное хозяйство

**ПРЕСНЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ И
СОСТОЯНИЕ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В
НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Алимов А.К., Зейналов Т.С.

НПО "Аз Г и М"
г. Баку, Азербайджан

В мире в целях водоснабжения используют подземные воды, сформированные в горных,

предгорных зонах и зоне начальной части конуса выноса крупных речных артерий с минерализацией менее 1 г/л гидрокарбонатно-кальциевого состава.

Ключевые слова: подземные воды, химический состав, река, водоснабжение, горные зоны, русло, коэффициент фильтрации, орошение, прогноз.

Водное хозяйство

**ОЦЕНКА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВОДНЫХ
ИСТОЧНИКОВ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ В ЦЕЛЯХ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ ПРИ ЗАСУХЕ**

Алимов А.К., Зейналов Т.С.

НПО "Аз Г и М"
г. Баку, Азербайджан

Объем водных ресурсов (поверхностных, подземных, коллекторно-дренажных, озерно-болотных, фекальных и др.), через каждые 3-7 лет меняется в зависимости от климатических условий. В маловодные годы возникает необходимость использования этих источников в производстве. Для получения гарантированного урожая необходимо знание количества, объема и географии альтернативных источников, а также их динамику.

Ключевые слова: источники водных ресурсов, речные воды, коллекторно-дренажные воды, фекальные воды, озерно-болотные, подземные воды.

**Исследования по изучению Земли
К ВОПРОСУ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО
ОБОСНОВАНИЯ СПОСОБА
ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО
НИВЕЛИРОВАНИЯ И ЕГО
ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ**

Амбарцумян П.В.

Национальный Университет Архитектуры
и Строительства Армении
г. Ереван, Армения

В настоящей работе представлены результаты научно-практических, производственных

исследований автора в области геодезических измерений, а именно гидронивелирования, применяемого в области строительства при проектировании и эксплуатации зданий и сооружений. В частности, развиты теоретические основы гидростатического нивелирования, даются рекомендации по использованию рабочей жидкости и практической реализации этого способа. Уточнена рабочая формула гидростатического нивелирования.

Ключевые слова: гидростатическое нивелирование, превышение, деформации, осадки фундаментов и оснований.

Строительство

**СТРОИТЕЛЬСТВО И РЕКОНСТРУКЦИЯ
ЗАБРОШЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ
ТЕРРИТОРИЙ В СОВРЕМЕННЫХ
РАЗВИВАЮЩИХСЯ ГОРОДАХ**

Аракелян М.Э.

Национальный Университет Архитектуры
и Строительства Армении
г. Ереван, Армения

В статье рассматриваются вопросы строительства и освоения заброшенных промышленных зон как в городе Ереване, так и в разных городах мира. Эти проблемы появились в 70-ых годах минувшего столетия, и были связаны с переходом общества от "индустриальной" стадии развития на "постиндустриальную" или "информационную". Причем промышленные зоны занимают обширные территории и благодаря их удобному размещению имеют значительный градостроительный потенциал, а также отличаются масштабами и имеют относительную независимость. Имея альтернативные реконструктивные функции, заброшенные промышленные зоны привлекают инвестиции, которые целесообразны по социальным, экономическим, психологическим, историческим и эстетическим причинам.

Ключевые слова: промышленный, индустриальный, постиндустриальный, реконструкция, реновация, архитектура.

Строительство

**ОПИСАНИЕ НАТУРНОГО
ЭКСПЕРИМЕНТА ОПАЛУБОЧНОГО
ЩИТА НОВОГО ТИПА**

Баканидзе Ш., Мехиладзе Н.

Грузинский Технический Университет
г. Тбилиси, Грузия

Предложен опалубочный щит нового типа для возведения ограждающих стен зданий и сооружений.

Дана методика проведения натуральных экспериментальных исследований указанного опалубочного щита.

На основании конструктивного расчета, разработаны его конструктивные решения.

Описан натуральный эксперимент модели опалубочного щита.

Ключевые слова: многослойная стена, несущий слой, конструктивный расчет, модель опалубочного щита, расчетная схема, конструктивное решение, натуральный эксперимент.

Строительство

**ОПИСАНИЕ ОПАЛУБОЧНОГО ЩИТА
НОВОГО ТИПА И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ
ДЛЯ ЕГО КОНСТРУКТИВНОГО РАСЧЕТА**

Баканидзе Ш., Мехиладзе Н.

Грузинский Технический Университет
г. Тбилиси, Грузия

Для бетонирования многослойных ограждающих стен зданий и сооружений предложен опалубочный щит нового типа, с помощью которого возможно бетонирование как однослойных, так и многослойных стен с подсоединением слоев между собой как по плоским, так и сложнопрофильным поверхностям, что путем повышения адгезии, обеспечивает их совместную работу.

Даны расчетные схемы для конструктивного расчета предложенного опалубочного щита.

Ключевые слова: Многослойные ограждающие стены, конструктивный слой, теплоизоляционный слой, опалубочный щит, сложнопрофильная поверхность.

Строительство

**РАСЧЁТ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ
ПЕРЕКРЫТИЙ ПОДЗЕМНЫХ
СООРУЖЕНИЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ
ЛОКАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ**

Геденидзе З.Ш., Мchedlishvili В.И.

Грузинский Технический Университет
г. Тбилиси, Грузия

В работе даётся расчёт свода перекрытий подземных сооружений с шарнирно неподвижными краями на локальные нагрузки, с применением полубезмоментной теории оболочек. В статье решается разрешающее дифференциальное уравнение задачи радиальных перемещений, на основе чего легко определяются все компоненты напряженно-деформированного состояния перекрытий подземных сооружений от разных локальных воздействий.

Ключевые слова: оболочка, полубезмоментная теория, локальная нагрузка, разрешающее дифференциальное уравнение

Гидрология и метеорология

**О МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ
ГЕНЕРИРОВАННЫХ ВОЛН НА ВОДЕ**

Гвелесиани Т.,¹ Джинджихашвили Г.,²
Иремашвили Х.²

¹Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
²Грузинский Технический Университет
г. Тбилиси, Грузия

Как известно, при изучении вопроса о генерации прогрессивной волны в открытых руслах используется уравнение дисперсии, которое связывает такие параметры, как частоту колебания волнопродуктора и длину волны. Указанное уравнение выражается через гиперболический тангенс и для его решения следует пользоваться методом подбора. В работе получены простые по форме аналитические зависимости с помощью которых непосредственно и быстро определяются основные параметры процесса генерации прогрессивной волны.

Ключевые слова: генерация прогрессивной волны, волнопродуктор, частота колебания, длина волны, дисперсия волны.

Гидротехника

**ВЛИЯНИЕ БЕРЕГОЗАЩИТНОГО
СООРУЖЕНИЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ
ПОТОКА В РУСЛЕ РЕКИ**

Гвелесиани Т.,¹ Иремашвили Х.,²
Бердзенашвили Г.²

¹Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
²Грузинский Технический Университет
г. Тбилиси, Грузия

Приводится решение трёхмерной (3D) краевой задачи о стационарном неравномерном движении потока на участке русла, имеющего прямоугольное поперечное сечение. Данное решение используется в качестве примера для математического моделирования поля скоростей в потоке в случае расположения берегозащитного сооружения в виде поперечной шпоры в русле, что необходимо в целях регулирования русловых процессов.

Ключевые слова: неравномерное движение потока, поле скоростей потока, берегозащитное сооружение, регулирование руслового процесса.

**Исследования по изучению Земли
РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ НОРМАЛЬНЫХ
ВЫСОТ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ
СПУТНИКОВЫМИ МЕТОДАМИ**

Годжаманов М., Исмаилов А.

Бакинский Государственный Университет
г. Баку, Азербайджан

Как известно, в результате спутниковых определений получают пространственные геодезические координаты X, Y, Z точек наблюдения искусственных спутников земли. Поэтому, целесообразно эллипсоидальные геодезические координаты B, L, H также вычислять совместно, не выделяя определение геодезической высоты

в отдельную задачу. Однако геодезическая высота непригодна для решения задач, связанных с работой в поле силы тяжести земли. Поэтому, возникает необходимость перехода от геодезической высоты к высоте в поле силы тяжести. В статье рассмотрен принцип установления спутниковой системы нормальных высот и на его основе разработана современная концепция создания системы высотного обеспечения на территории Азербайджанской Республики. Основная идея её заключается в том, что как плановая система координат, так и высотная реализуется одной и той же совокупностью пунктов геодезических сетей ВГС (высокоточной геодезической сети) и СГС-1 (спутниковой геодезической сети).

Ключевые слова: нормальная высота, геодезические координаты, спутник, эллипсоид, потенциал.

Гидрология и метеорология

ОЦЕНКА ЧАСТОТЫ НАВОДНЕНИЙ И ПАВОДКОВ РЕКИ КУРА (ЛИКАНИ)

Григолия Г.,¹ Кереселидзе Д.,^{2,3}
Трапаидзе В.,³ Брегвадзе Г.³

¹⁾ Институт Гидрометеорологии

Грузинского Технического Университета

²⁾ Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета

³⁾ Тбилисский Государственный Университет
им. Ив. Джавахишвили
г. Тбилиси, Грузия

Проведенные расчеты (частоты максимального расхода, коэффициент паводковой активности) показали, что наводнения и паводки на р. Кура близ с. Ликани фиксируются только в IV и V месяцах. Максимальные расходы этого периода в основном формируются в бассейне р. Кура в виде запаса накопленного снега, интенсивностью таяния и наложением выпавших атмосферных осадков на стоки.

Ключевые слова: затопление, частота наводнений, коэффициент паводковой активности.

Мелиорация

**УСТРОЙСТВО ПОЛЕВОГО ПОЛИГОНА
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРЕХЪЯРУСНОГО
КОМБИНИРОВАННОГО ДРЕНАЖА**

Гугучия М.М.

Грузинский Технический Университет
г. Тбилиси, Грузия

В работе показано значение осушительных мероприятий на примере Колхидской низменности. Описан принцип работы трехъярусного дренажа. Представлен необходимый материал для устройства трехъярусной дренажной конструкции и описана выполненная работа.

Ключевые слова: Колхидская низменность, переувлажненная почва, трехъярусный комбинированный дренаж.

Охрана окружающей среды

**РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ
СЕНСИТИВНОСТИ И РИСКОВ
ВЕРОЯТНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОБЛЕМ, ВЫЗВАННЫХ
КАТАСТРОФАМИ, ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ДЛЯ ПРЕВЕНЦИИ УПОМЯНУТЫХ
ПРОБЛЕМ**

Диаконидзе Р., Хараишвили О., Чарбадзе З.,
Дадвани К., Нибладзе Н., Сухишвили Н.,
Лорткипанидзе Ф.

Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
г. Тбилиси, Грузия

В работе рассматриваются вопросы возникновения вероятных экологических проблем, вызванных катастрофами, оценки их чувствительности и вероятных рисков.

Разработанные критерии оценки чувствительности и рисков дают возможность оценить и определить решение какая экологическая проблема имеет первоочередное значение для условий Грузии.

Ключевые слова: экосистема, экологические проблемы, чувствительность, критерии оценки.

Строительство

**ОСОБЕННОСТИ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА
СТРОИТЕЛЬСТВА ДОСТУПНОГО ЖИЛЬЯ
(НА ПРИМЕРЕ США, ЕВРОПЕЙСКИХ
СТРАН И БЫВШЕЙ ТЕРРИТОРИИ СССР)**

Егиян Л.К.

Национальный Университет Архитектуры и
Строительства Армении
г. Ереван, Армения

В данной статье приводится исторический обзор ряда стран, касающихся социального строительства, их национальных особенностей, схемы финансирования. Обсуждаются демографические проблемы, которые повлекли за собой национальные движения социального строительства и соответствующие им законодательные схемы. Приводится изначальное состояние, положение во время развития и окончательные результаты каждой из программ. Выводятся отдельно положительные и отрицательные стороны, которые могут быть полезны для планирования социального жилья в настоящее время. Приводятся различные типы социального строительства, истоки развития в течении длительного времени и продуктивность строительства отдельно взятого типа. Иллюстрируется связь и взаимодействие процессов социального строительства в различных странах.

Ключевые слова: архитектура, градостроительство, социальное строительство, застройка, экономические условия, демография.

Строительство

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ
РАБОТЫ ПРИ СНОСЕ ЗДАНИЙ И
СООРУЖЕНИЙ**

**Езугбая З.А.,¹ Иремашвили И.Р.,² Езугбая А.З.,¹
Хорнаули З.В.,¹ Маргишвили И.А.¹**

¹ Грузинский Технический Университет

² Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
г. Тбилиси, Грузия

Общеизвестно, что многие здания и сооружения построены в прошлых столетиях и они

претерпели как физический, так и моральный износ.

В данной работе рассмотрены технологические процессы, которые сопутствуют реставрационные работы. В частности представлены способы сноса устаревших зданий и сооружений соответственно требованиям современного строительства.

Ключевые слова: реконструкция, технология, организация, снос зданий, производство работ, строительная техника

Гидрология

**ПОГРЕБЕННЫЕ ЛЬДЫ МОРЕНО-
ЛЕДНИКОВЫХ КОМПЛЕКСОВ И ИХ
ВЛИЯНИЕ НА СТОК РЕК СЕВЕРНОГО
ТЯНЬ-ШАНЯ**

Ерохин С.А., Маматканов Д.М., Тузова Т.В.

Институт Водных Проблем и Гидроэнергетики
Национальной Академии Наук
Кыргызской Республики
г. Бишкек, Кыргызстан

Проанализирована динамика формирования погребенных льдов в морено-ледниковых комплексах Северного Тянь-Шаня. Оценено влияние погребенных льдов на ледниковый сток горных рек.

Ключевые слова: ледники Северного Тянь-Шаня, морено-ледниковый комплекс, погребенные льды, сток рек.

Водное хозяйство

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
РЕАБИЛИТАЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ
СИСТЕМ КАСПСКОГО РАЙОНА ГРУЗИИ**

**Вартанов М.В.¹, Кечхошвили Э.М.¹,
Лорткипанидзе Ф.Н.¹, Мехришвили Г.Д.²**

¹ Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
² Грузинский Технический Университет
г. Тбилиси, Грузия

Реализация капиталовложений в реабилитацию оросительных систем Каспского района Грузии, а также в строительство Тедзамского

водохранилища позволит в течение 20 лет эксплуатации рассматриваемого комплекса мелиоративных объектов аккумулировать, при внутренней норме прибыли инвестиций (IRR) в размере 12%, чистый приведенный эффект (NPV) в объеме 37.92 млн. лари. Ввиду того, что в расчет показателей эффективности заложено достижение проектной урожайности орошаемых угодий практически на третий год эксплуатации мелиоративного комплекса, недобор 5-10% сельскохозяйственной продукции делает капиталовложения в рассматриваемый объект не эффективными.

Риски не достижения проектной эффективности в значительной мере сглаживаются социальным эффектом инвестиций. Реализация проектных решений позволит осуществлять полноценный полив сельскохозяйственных культур, сотням фермерских хозяйств получать гарантированные и стабильные урожаи, активно участвовать в становлении и развитии конкурентоспособных рыночных отношений.

Ключевые слова: оросительная система, реабилитация, экономическая эффективность, риск, социальный эффект.

Гидрология

**ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ СТОКА РЕКИ
КУРЫ И ЕЕ ПРИТОКОВ**

Вердиев Р.

АЗНИИ Гидрометеорологии
г. Баку, Азербайджан

В статье выполнена сравнительная оценка стока реки Куры за 1961-1990 и 1991-2011 годы. При этом, использованы различные данные и связи между характеристиками стока и метеорологическими элементами. Осуществлено сравнение условно-естественных и наблюдаемых величин стока. Рассмотрены возможные изменения речного стока при различных сценариях изменения климата

Ключевые слова: река, гидрология, сток воды, водные ресурсы, изменения климата, тенденции наноса.

Гидрология и метеорология

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ
(ГИС) ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРИЧИН
ФОРМИРОВАНИЯ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ
И ОЦЕНКИ ИХ ОПАСНОСТИ**

Загинаев В.В.

Институт Водных Проблем и Гидроэнергетики
Национальной Академии Наук
Кыргызской Республики
г. Бишкек, Кыргызстан

Рассматривается динамика селевых процессов на примере горной долины р. Ала-Арча (Кыргызский хребет). При решении задач по оценке селевой опасности и построению прогнозных моделей предлагается использовать геоинформационные системы и методы дистанционного зондирования в комплексе работ с аэровизуальными и полевыми исследованиями

Ключевые слова: селевая опасность, горные речные долины, ГИС, дистанционное зондирование

Гидротехника и мелиорация

**ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ
СИОНСКОЙ ПЛОТИНЫ**

**Иорданишвили И.К., Тевзадзе Т.В.,
Иорданишвили К.Т., Шавлакадзе М.С.,
Биланишвили Л.Р., Канделаки Н.В.**

Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
г. Тбилиси, Грузия

В статье приведены результаты полевых исследований, проведенных на Сионской земляной плотине в 2013-2014 г.г.

На основе химического анализа воды из пьезометров в теле плотины и сопоставления их с результатами таковых, проведенных в 1985 г., выявлено резкое увеличение сухого остатка, что указывает на усиление суффозионных процессов. У левого крыла плотины отмечалось журчание воды в пьезометрах.

Для обеспечения устойчивости Сионской

плотины, как сооружения I класса, обоснована необходимость проведения системы мониторинга в автоматическом режиме.

Ключевые слова: Сионская земляная плотина, пьезометры, суффозия.

Строительство

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ
ЭНЕРГИИ В ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ РАБОТ**

**Иремашвили И.Р.,¹ Езугбая З.А.,²
Хорнаули З.В.²**

¹ Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета

² Грузинский Технический Университет
г. Тбилиси, Грузия

Лабораторные, а затем и натурные эксперименты показали насколько эффективно можно использовать в монолитном домостроении солнечную энергию. В основном это относится к значительному ускорению твердения бетона. Уже на второй, после укладки бетона, день можно проводить распалубочные работы, что в значительной степени повышает темпы строительства. Одновременно с этим, за счет более полноценной гидратации цемента, 60-70%-ую прочность бетон набирает уже на второй день после укладки и окончательная прочность увеличивается на 15-20%.

Ключевые слова: бетон, солнечная энергия, ускорение прочности, тепловая обработка бетона.

Охрана окружающей среды

**РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ВОДНО-БОЛОТНЫХ
ЛАНДШАФТОВ**

**Итриашвили Л.А., Хосрошвили Е.З.,
Нибладзе Н.Ш.**

Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
г. Тбилиси, Грузия

Рассмотрены водно-болотные ландшафты как многофункциональные экосистемы, обла-

дающие уникальными свойствами. Показано уязвимость таких комплексов от неправильной эксплуатации и хозяйственной деятельности.

Предлагается Рассмотрены роль, функции, область и цель использования и формы и последствия их нерационального использования. Приведены основные принципы составления программ по защите таких территорий.

Ключевые слова: водно-болотные ландшафты, экосистемы, многофункциональность, Уязвимость, эксплуатация, нарушение, защита, программа.

Охрана окружающей среды

**ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ
РАСТВОРОВ В ПОЧВЕ**

Итриашвили Л.А., Хосрошвили Е.З.

Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
г. Тбилиси, Грузия

Критически рассмотрены существующие представления о механизме движения воды и растворов в почве. На примере экспериментов с растворами крахмала и хлористого калия показан процесс их движения и распределения в почвенном профиле.

Предлагается новый подход к объяснению механизма миграции растворов в почве.

Ключевые слова: почва, вода, раствор, миграция, распределение, агрегаты, пористость, трещина.

Мелиорация

**МЕЛИОРАЦИЯ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ
И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ**

Кикнадзе Х.Л., Маисая Л.Д.

Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
г. Тбилиси, Грузия

В статье рассматриваются вопросы мелиорации и обзор ее разновидностей, также обоснована необходимость мелиорации и ее влияние на улучшение качества почв, необходимость рекультиваций, т.е. восстановительных работ

для расширения пригодных сельскохозяйственных земель. Цель исследований предложить более эффективные инженерно-мелиоративные и инженерно-экологические мероприятия для охраны и улучшения качества почв.

Ключевые слова: мелиорация, рекультивация, осушение, орошение, экология.

Гидротехника и мелиорация

ГИДРАВЛИКА ПОВЕРХНОСТНОГО ПОЛИВА, ВОЗМОЖНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ИМИТАЦИИ

**Киладзе Р.М., Шургая В.Ш.,
Кекелишвили Л.Г.**

Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
г. Тбилиси, Грузия

В статье рассмотрен вопрос решения моделирования гидравлики поверхностного полива с помощью компьютерной имитации.

Проанализированы как эмпирические, так и теоретические подходы к решению вопроса. Преимущество отдано применению полной теоретической базы и численных методов для достижения компьютерной имитации процесса поверхностного полива, что даёт возможность оценить качество разных способов полива и в конкретных условиях подобрать наиболее приемлемый вариант.

Ключевые слова: полив, математическое моделирование, компьютерная имитация

Гидротехника и мелиорация

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОДЫ В ПОЧВЕ

**Климиашвили Л., Давиташвили А.,
Инашвили И., Натрошвили Г.**

Грузинский Технический Университет
г. Тбилиси, Грузия

С целью обеспечения продуктивности растений на орошаемой площади, получено такое расчетное отношение размера радиуса водово-

дов пористой системы, при которой движение потока прекращается. Для определения скорости движения воды, дана расчетная зависимость коэффициента сопротивления скорости.

Ключевые слова: почво-грунты, капиллярность, градиент скорости.

Гидротехника и мелиорация

РЕГУЛИРУЮЩИЙ СЕТЬ В СЛУЧАЕ ПИТАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫМИ ВОДАМИ И ПРИНЦИП ЕГО ДЕЙСТВИЙ

Купреишвили Ш.З., Сичинава П.О., Бзиава К.Г.

Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
г. Тбилиси, Грузия

В статье рассмотрены принципы действия регулирующих сетей. Установлено, что уменьшение расстояний между каналами значительно увеличивает долю капиталовложений в строительство осушительных систем, уменьшает коэффициент использования земли и усложняет полноценное использование механизмов на площади.

Ключевые слова: дренаж, водный режим, регулирующая сеть, магистральный канал.

Гидротехника и мелиорация

СХЕМЫ РЕГУЛИРУЮЩЕЙ СЕТИ ВО ВРЕМЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД

Купреишвили Ш.З.

Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
г. Тбилиси, Грузия

В статье даны схемы расположения регулирующих сетей дренажа и процессы их работы в случае питания водой грунта на осушаемой площади.

Установлено, что преимущество имеет поперечная схема расположения дренажа.

Ключевые слова: дренаж, грунтовые воды, уклон, коллектор.

Охрана окружающей среды

**РЯД ОСОБЕННОСТЕЙ СЕЛЕВЫХ
ПРОЦЕССОВ НА ТРАНЗИТНЫХ
УЧАСТКАХ И КОНУСАХ ВЫНОСА**

Кухалашвили Э.Г.

Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
г. Тбилиси, Грузия

Селевые процессы на транзитных участках и конусах выноса характеризуются рядом особенностей, что выражается как в разновидностях формы свободной поверхности, так и в изменении критических характеристик и в особенностях возникновения прыжка волны. Исходя из вышеупомянутого, на основании полной энергии потока, получено одномерное дифференциальное уравнение неустановившегося движения связного селя. Применяя закон количества движения, явление прыжка представляем уравнением. Приведена расчетная зависимость сопряженных глубин и потери энергии. Выведена расчетная зависимость скорости распространения волны и расхода. На основании высоты падения волны дан прогноз ее исходной высоты.

Ключевые слова: сель, конус выноса, волна.

Охрана окружающей среды

**ОБЩАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДЕЛЬНО-
РАВНОВЕСНОЙ ФОРМЫ
ИЗОТРОПНОГО ОТКОСА**

**Лобжанидзе З.,¹ Мебония Н.²
Кварацхелия Т.³**

¹Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета

² Грузинский аграрный университет

³ Грузинский Технический Университет
г. Тбилиси, Грузия

В статье приведен анализ поведения кривой, описывающей предельно-равновесное состояние изотропного откоса с учетом силы гидромеханического давления. Получено очертание

предельно-равновесного состояния естественно-го откоса. С позиций механики твердого и упруго-деформируемого непрерывного тела, радиус кривизны построенной кривой, однозначно выражает предельно-напряженное состояние во всех его точках. Предельно-равновесное состояние откоса, обусловленное одним из активных компонентов – силой гидромеханического давления, возможно описать путем детерминации задачи.

Ключевые слова: изотропный откос, предельно-равновесное состояние, радиус кривизны, детерминация задачи.

Охрана окружающей среды

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ,
ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ УСТОЙЧИВУЮ
ФОРМУ ОТКОСА**

**Лобжанидзе З.,¹ Мебония Н.²
Кварацхелия Т.³**

¹Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета

² Грузинский аграрный университет

³ Грузинский Технический Университет
г. Тбилиси, Грузия

В статье приведена расчетная схема предельно-равновесного состояния поверхности земляного откоса. Исследования показали, что в толще осажденного в водной среде грунта в результате давления верхних слоев уравнивание возникших напряжений осуществляется в соответствии с законом распределения, приближающегося к гидростатическому и особо проявляющегося для глинистых грунтов с малым углом внутреннего трения. Результаты исследований в неявном виде выражают возникновение в рассматриваемой точке такого критически напряженного состояния, которое соответствует равенству двух главных напряжений в плоской задаче на основе закона гидростатического давления.

Ключевые слова: откос, устойчивая форма, предельно-равновесное состояние, критическое напряжение.

Гидротехника и мелиорация

**АГРОМЕЛИОРАТИВНЫЙ КОМПЛЕКС
МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ
ПЛОДОРОДИЯ ЛЁГКИХ ДЕРНОВО-
ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ НЕЧЕРНО-
ЗЁМНОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Мажайский Ю.А.,¹ Шуравилин А.В.,²
Курчевский С.М.³

¹ Всероссийский НИИ Гидротехники и
Мелиорации имени А.Н. Костякова
г. Рязань, Россия

² Российский Университет Дружбы Народов
г. Москва, Россия

³ Белорусская Государственная
Сельскохозяйственная Академия
г. Минск, Беларусь

Изложены результаты исследований по влиянию различных доз органических удобрений в сочетании с минеральными и совместным использованием микробного препарата "Байкал ЭМ-1" на агрофизические, химические и биологические свойства супесчаных дерново-подзолистых почв и урожайность викоовсяной смеси. Выявлено улучшение основных свойств почв, повышение урожайности и качества зелёной массы при внесении удобрений и бактериального препарата. Показана высокая эффективность возделыванию викоовсяной смеси при ежегодном использовании минеральных удобрений и бактериального препарата в сочетании с внесением навоза в количестве 25 т/га и торфа – 75 т/га один раз в три года.

Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, свойства, биологическая активность, минеральные удобрения, микробный препарат, навоз, торф, викоовсяная смесь, урожайность зелёной массы.

Гидротехника и мелиорация

**ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ
ТОРФЯНЫХ ПОЧВ РОССИИ ПРИ
ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК**

Мажайский Ю.А.,¹ Шуравилин А.В.,²
Курчевский С.М.³

¹ Всероссийский НИИ Гидротехники и
Мелиорации имени А.Н. Костякова
(Мещерский филиал)
г. Рязань, Россия

² Российский Университет Дружбы Народов
г. Москва, Россия

³ Белорусская Государственная
Сельскохозяйственная Академия
г. Минск, Беларусь

Приведены результаты исследований по улучшению свойств и плодородия мелкозалежных торфяников путём внесения минеральных добавок из глины и песка. Показано улучшение водно-физических, агрохимических и биологических свойств и температурного режима почв и повышение урожайности. Установлено, что глинование торфяных почв, по сравнению с пескованием, повышала урожайность зерна овса в среднем на 8%.

Ключевые слова: мелкозалежный торфяник, минеральные добавки, глина, песок, доза, свойства, урожайность, овёс.

Гидротехника и мелиорация

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СРЕДСТВ
АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОМЫВА НАНОСОВ
ИРРИГАЦИОННЫХ ОТСТОЙНИКОВ**

Маматканов Д.М.,¹ Фазылов А.Р.²

¹ Институт Водных Проблем и Гидроэнергетики
Национальной Академии Наук Кыргызской
Республики
г. Бишкек, Кыргызстан

² Институт Водных Проблем, Гидроэнергетики
и Экологии Академии Наук Республики
Таджикистан
г. Душанбе, Таджикистан

В статье приведены результаты анализа принципов автоматизации технологических процессов и совершенствование средств автоматизации промыва наносов гидротехнических сооружений и ирригационных отстойников для условий горно-предгорной зоны. Рассмотрены особенности и основные параметры, в зависимости от которых осуществляется применение автоматизированных систем, работающих на

использовании гидравлической энергии потока. Предлагается разработанная гидродействующая система, обеспечивающая полный цикл "отстой-промыв" в ирригационных отстойниках.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, отстойник, наносы, гидроавтоматика

Исследования по изучению Земли

**ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД
СОСТАВЛЕНИЯ КАРТ ЭКСПОЗИЦИИ
СКЛОНОВ**

Мехбалиев М.М.

Бакинский Государственный Университет
г. Баку, Азербайджан

В статье приводится краткий анализ существующих картографических источников и методов составления карт экспозиции склонов. Выделены традиционные (классические) и современные методы. Построен ДЕМ-файл (3Д) Большого Кавказа (в пределах Азербайджана) на основе топографической карты масштаба 1:100000 и составлены карты экспозиции склонов, где выделены 11909 горизонтальных территорий и 689442 склона с различной экспозицией. Горизонтальные территории занимают 17,13%, а склоны 82,87% исследуемой площади. На основе картометрических и морфометрических работ, проведенных на карте экспозиции склонов, составлена таблица, построены розы-диаграммы. Экспозиционное разнообразие Большого Кавказа позволяет разнообразить хозяйственную деятельность

Ключевые слова: геоинформационный подход, экспозиция, картографические источники, ДЕМ-файл, модель.

Гидротехника и мелиорация

**К ВОПРОСУ НОРМАТИВОВ
ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ГРУЗИИ**

Мехришвили Г.Д.

Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
г. Тбилиси, Грузия

В статье приводится классификация затрат на подачу оросительной воды. Приведены ориентировочные величины рабочего времени на производство работ линейной службой мелиоративных систем, нормы затрат на текущий и восстановительный (капитальный) ремонт мелиоративной инфраструктуры.

Ключевые слова: экономика, мелиорация, структура эксплуатационных затрат, внутрифирменное планирование, себестоимость водоподдачи.

Гидрология и метеорология

**ДИНАМИКА РАБОТЫ ДРЕНАЖА
В ПОЧВАХ**

Мисецкайте О.В.

Университет имени Александрас Стулгинскиса,
Институт Водных Ресурсов и Инженеринга
г. Каунас, Литва

Гидрологическая деятельность дренажа обычно зависит от качества проекта установки, антропогенных и климатических факторов. Важно оценить дренажную деятельность в различных метеорологических условиях. Один из способов повышения производительности дренажа является установка с утолщенного гумусного слоя. В республике Литва слой гумуса почвы находится недалеко от пахотного слоя (примерно 20-25 см.). На тяжелых по механическому составу почвах содержание гумуса оказывает влияние не только на режимы влажности, но и на биологическую активность, химические и биологические характеристики.

Динамика дренажных деятельности в почве с утолщенной (до 40-50 см) гумусового слоя и гумусового слоя натурального толщины (20-30 см) 1989-2009 годов рассматривается статье. Особенно важным показателем функционирования дренажной – динамика стока воды. Статья анализирует изменение климатических условий и дренажного стока в объекте

Ключевые слова: сток, дренаж, почва, слой гумуса.

**Охрана окружающей среды
НАВОДНЕНИЯ В АРАНСКОМ
ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОМ
РАЙОНЕ**

Мусаева М.Р.

Институт Географии им. акад. Г.А. Алиева
НАН Азербайджана
г. Баку, Азербайджан

В статье проанализированы основные причины влияющие на формирование наводнений на Аранском экономико-географическом районе Азербайджанской Республики. Исследован ущерб, нанесенный наводнениями хозяйственным объектам, перспективному развитию производства и территориальной организации, жизнедеятельности населения, развитию отраслей хозяйства и территориальной организации с экономической и социальной точки зрения.

Ключевые слова: река, наводнения, плотина, хозяйство, экономико-географический район, водохранилище.

Гидротехника и мелиорация

**К ВОПРОСУ НОРМАТИВОВ
ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ГРУЗИИ**

**Натишвили О.Г.,^{1,3} Урушадзе Т.Ф.,²
Гавардашвили Г.В.³**

¹⁾ Национальная Академия Наук Грузии
г. Тбилиси, Грузия

²⁾ Грузинский Аграрный Университет
г. Тбилиси, Грузия

³⁾ Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
г. Тбилиси, Грузия

Приводится методика расчета водной эрозии почво-грунтов, при склоновом стоке с учетом волнообразования на свободной поверхности потока. Скорость непрерывной волны выводится из условия неразрывности потока, проходящего через контрольный объем, движущийся со скоростью волны.

Доказывается, что скорость непрерывной

волны в полтора раза больше средней по живому сечению скорости потока при равномерном режиме движения. Определяется профиль поверхности стока, стекающей по плоской наклонной поверхности.

Ключевые слова: непрерывные волны, динамические волны, размывающие критические скорости, транспортирующая способность потока.

Гидротехника и мелиорация

**СИНХРОНИЗАЦИЯ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ
И ЭВАПОТРАНСПИРАЦИИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
С ЦЕЛЬЮ ОБРАЗОВАНИЯ
МАКСИМАЛЬНОГО УРОЖАЯ**

Т. Одилавадзе¹, К. Бзиява²

¹⁾ Грузинский Технического Университет

²⁾ Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
г. Тбилиси, Грузия

На основе сравнения и анализа известной математической модели Иенсена и предложенной нами математической модели установлена функциональная связь между степенью водообеспеченности растения и эвапотранспирации. С ее возможно обеспечение соответствующей оптимальной эвапотранспирации степени влагосодержания в зоне распространения корневой системы растения.

В порах почвы определили, что грузинская модель относительно проста, не требует знания полного спектра агроклиматических параметров. Соответственно, достаточно определить пористость почвы и соблюсти оптимальное значение степени влагосодержания пор, что обеспечит получение максимального возможного урожая сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: орошение, влагообеспечение, эвапотранспирация, урожайность, почва-растение.

Охрана окружающей среды

**ОХРАНА ПРИРОДНЫХ ПАМЯТНИКОВ И
ВОПРОСЫ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЦЕЛЯХ РАЗВИТИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА НА
ТЕРРИТОРИИ НАХЧЫВАНСКОЙ
АВТОНОМНОЙ РЕСПУБЛИКИ
(АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА)**

Садыхова Н.А.

Бакинский Государственный Университет
г. Баку, Азербайджан

В данной статье рассматриваются различные особо охраняемые территории (ООПТ), в которых охраняются такие уникальные объекты, как природные памятники, а также их охрана с целью развития экологического туризма на данной территории. Сегодня экологический туризм является наиболее новым направлением, во всей туристической индустрии, и превращается в одну из наиболее динамично развивающихся отраслей туристической индустрии, играющий важную роль в мировой экономике, и в целом связанный с природой он приобретает все большую популярность в современном мире. Среди основных причин его активного развития являются сохранение благоприятной окружающей среды на территории, а также необходимая потребность людей в общении с природой.

Ключевые слова: экологический туризм, природные памятники, заповедники, заказники, природные резерваты.

Охрана окружающей среды

**НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА
СКЛОНОВОГО ПРОГНОЗИРОВАННОГО
КАНАЛА КАНАЛОРЕЗОМ**

Самхарадзе В.И., Джанелидзе Т.Р.

Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
г. Тбилиси, Грузия

В работе дается краткая характеристика существующих механизмов и технологий нарезки каналов на склонах с целью гашения

энергии поверхностного жидкого стока и уменьшения эрозионного процесса во время интенсивных дождей.

В настоящее время упомянутые каналы нарезаются плужными каналорезами, они неустойчивы, имеют трещины на откосах, способствующие усилению эрозионного процесса. Рабочие органы конструктивно сложны, дорогостоящи и имеют низкую производительность.

Предлагается новая технология и конструкция каткового рабочего органа, при помощи которого каналы нарезаются вдавливанием и перекачиванием. Нарезанные каналы устойчивы, не имеют трещин, выполняют свои функции в течении года, значительно уменьшают процесс эрозии. Катковый каналорез конструктивно простой, имеет высокую производительность и высокую экономическую эффективность.

Ключевые слова: катковый каналорез, уплотнение, эрозия, водный поток, устойчивость.

Гидротехника и мелиорация

**НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ
ЭКСПЛУАТАЦИИ НАПОРНЫХ
ВОДОПРОВОДНЫХ ТРУБ**

**Саруханян А.А., Мартиросян А.В.,
Микаелян В.Б.**

Национальный Университет Архитектуры и
Строительства Армении
г. Ереван, Армения

Для безопасной и долгосрочной эксплуатации напорных магистральных водоводов на повышенных точках устанавливаются вантузы, а на пониженных точках – водовыпуски по которым, в ходе эксплуатации, часто опорожняют отдельные участки водовода. Опорожнение водоводов является инженерной задачей, представляющей интерес для проектировщиков и обслуживающего персонала. Рассматривается задача опорожнения двухветвенного водовода с помощью уравнения неустановившегося движения. Составлена система уравнений и сформулированы краевые условия. Компьютерными вычислениями получены графики изменения напоров и время опорожнения отдельных ветвей водовода.

Ключевые слова: магистральный водовод, водовыпуск, опорожнение, нестационарное движение, технические условия, эксплуатация.

Исследования по изучению Земли

**МНОГОЛЕТНЯЯ ТЕНДЕНЦИЯ
ИЗМЕНЕНИЯ НОЧНЫХ И ДНЕВНЫХ
СУММ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА
БОЛЬШОМ КАВКАЗЕ (В ПРЕДЕЛАХ
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ)**

Сафаров С.Г.,¹ Сафаров А.С.²

¹⁾ Национальная Академия Авиации

²⁾ НИИ Гидрометеорологии
г. Баку, Азербайджан

В работе рассмотрены вопросы выявления тенденций изменения отдельно ночных и дневных сумм осадков на фоне глобального потепления климата, а также влияние циркуляционных факторов на их динамику на Большом Кавказе. Было выявлено, что в теплый период года ночных осадков оказались намного больше, чем в дневное время на южном склоне, а на северо-восточном склоне дневные осадки немного преобладали над ночными. В холодное время года их соотношение более однородное, чем в теплое. В теплое время года на южном склоне термические факторы осадкообразования играли более существенную роль, чем на северо-восточном, а в холодный период года этого различия не видно. На южном склоне однозначное увеличение количества атмосферных осадков за ночь отмечено в июле-сентябре, а уменьшение – в других месяцах. На северо-восточном склоне однозначное, но статистически незначимое увеличение осадков отмечено в феврале и сентябре-ноябре, за дневное время не выявлено каких-либо закономерностей временного характера. Смена циркуляционных эпох за последние 40 лет сильно не влияла на временное распределение ночных и дневных сумм осадков на Большом Кавказе.

Ключевые слова: изменение ночных и дневных осадков, Большой Кавказ.

Исследования по изучению Земли

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ
ДЕГРАДАЦИИ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ В
УСЛОВИЯХ АРАРАТСКОГО РАЙОНА
МАРЗА АРАРАТ**

Симонян Л.Л., Тамоян С.Дж., Маркосян М.С.

Национальный Аграрный Университет Армении
г. Ереван, Армения

Статья посвящена изучению физической деградации пашен под влиянием антропогенной нагрузки в условиях села Таперакан Араратского марза.

Результаты исследований показали, что в системе интенсивного земледелия под действием механизации и орошения возникает нарушение структуры пахотного слоя, его уплотнение, передвижение мелкозема по профилю почвы вниз, ухудшение агрофизического состояния почвы. Таким образом, почва подвергается деградации, для предотвращения чего необходимо применение минимальной обработки почвы, а также использование органических удобрений и более эффективных технологий орошения.

Ключевые слова: необработанная почва, водно-физические свойства, антропогенная нагрузка, деградация.

Мелиорация

**ОБЗОР ТЕКУЩЕГО ЭКСПЕРИМЕНТА
СЕЛЕВО-КОЛЛОИДНОГО ВЫНОСА РЕКИ
ДУРУДЖИ С ЦЕЛЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ В
СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Супаташвили Т.

Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
г. Тбилиси, Грузия

Река Дуруджи считается одной из селеопасных рек Грузии, которая не раз создавала опасность городу Кварели. Опасность вызвана возникшей в ущелье село которая усугубляется инертной массой, которая аккумулирована в русле реки.

В статье представлен эксперимент производящийся на почвах разных регионов Грузии с

применением селево-коллоидного наноса реки Дуруджи. Данные, полученные вследствие эксперимента дают возможность, регулярно очищать русло реки Дуруджи и употребить вынос для расширения площадей сельскохозяйственных угодий.

Ключевые слова: сель, твердый нанос, сельскохозяйственные угодья.

Гидрология и метеорология

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЕЛИЧИН СТОКА
ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ И
МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ
РЕК РА В 2012 И 2013 ГГ. И ОЦЕНКА ИХ
ОПРАВДЫВАЕМОСТИ**

Токмаджян В.О.

Национальный Политехнический Университет
Армении
г. Ереван, Армения

Для прогнозирования объема стока весеннего половодья, а также значений максимальных расходов весеннего половодья, были использованы полученные многофакторные регрессионные связи между расходом воды и данными с метеостанций речных бассейнов об атмосферных осадках и температуре воздуха. В результате выполненных исследований была разработана методика прогноза с высокой оправдываемостью.

Ключевые слова: прогнозирование, максимальные расходы, весеннее половодье, атмосферные осадки, температура воздуха, регрессионные связи.

Гидрология

**ОЦЕНКА ПРОРЫВООПАСНОСТИ
ГОРНЫХ ОЗЕР НЕСТАЦИОНАРНОГО
ТИПА УРАН-ИЗОТОПНЫМ МЕТОДОМ**

Тузова Т.В., Ерохин С.А., Загинаев В.В.

Институт Водных Проблем и Гидроэнергетики
Национальной Академии Наук
Кыргызской Республики
г. Бишкек, Кыргызстан

Описан последний прорыв нестационарного озера в бассейне р. Ала-Арча (Северный Тянь-Шань). Показано, что по уран-изотопным показателям в водах и льдах морено-ледниковых

комплексов можно выявить водоисточники чисто атмосферного происхождения, отличить талые воды молодых льдов от старых, рассчитать пропорции их смешения, проследить динамику движения вод, а при постановке режимных наблюдений – прогнозировать периоды прорывоопасности горных озер, вызванные либо поступлением в озеро талых вод сезонных снежников, либо таянием старых льдов, погребенных в моренные отложения.

Ключевые слова: прорыв горного озера, уран-изотопный метод прогноза прорыва.

Гидротехника и мелиорация

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ
ДВИЖЕНИЯ СВЯЗНЫХ СЕЛЕЙ**

Ундилашвили Н.А.

АО "Грузводпроект"
г. Тбилиси, Грузия

Любое антропогенное влияние на окружающую среду часто является причиной возникновения аномалий, в частности возникновения связных селей, вследствие которых диаметрально изменяется существующая ситуация и экологическое равновесие.

С целью регулирования таких потоков и выбора защитных инженерных мероприятий на конусе выноса, предложена расчетная модель, на основе которой получены расчетные зависимости характеристик движения, в частности уравнения гидравлического сопротивления, уклона, коэффициента скорости и длины остановки движения.

Ключевые слова: селеведение, методика расчета, противоселевые мероприятия.

Охрана окружающей среды

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
ЭКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ПО ПРИРОДНЫМ КОМПЛЕКСАМ
АЗЕРБАЙДЖАНА**

Керимов А.М., Гулиева Б.Т.

Институт Почвоведения и Агрохимии
НАН Азербайджана
г. Баку, Азербайджан

На основе энергетики почвообразования

приведен метод расчета радиационных резервов Азербайджана. С помощью данного метода составлены схематические карты по расходу тепла для формирования почвы и запасов радиационных ресурсов, пригодных для выработки дополнительной биомассы.

Ключевые слова: относительная влажность, почвенная влага, испарение.

Строительство

**АРХИТЕКТУРА БУДУЩЕГО –
АДАПТИВНАЯ АРХИТЕКТУРА**

Кочладзе Н.Т.

Грузинский Технический Университет
г. Тбилиси, Грузия

Поскольку современный период можно охарактеризовать как период глобализации, персонификации, эпоху электроники, авторы стараются создать концептуальные, высокотехнологические проекты, которые соответствуют потребностям и обычаям потребителя. Это новое направление в архитектуре называется адаптивной архитектурой. Как можно увидеть из литературы об адаптивной архитектуре, есть несколько видов классификаций этого направления. Новейшей подкатегорией можно считать "умные системы" (smart systems), которые полностью интегрированы в среду и жизнь потребителя. Система может саморазвиваться. Для "умной" адаптации нужны новые технологии, над которыми идет активная работа.

Ключевые слова: адаптивная архитектура, интерактивная, динамическая, "умные" системы.

Гидротехника и мелиорация

**РЕГУЛИРОВАНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ
В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ**

**Круашвили И., Давиташвили А.,
Инашвили И., Натрошвили Г.**

Грузинский Технический Университет
г. Тбилиси, Грузия

В статье получено расчетное отношение средней скорости потока воды в почвено-грунтовых капиллярных трубках, при условии непрерывности потока. Определена функциональ-

ная зависимость между пористостью и начальным и полным градиентами скорости. На этом основании возможно регулирование влажности почвы в орошаемом земледелии.

Ключевые слова: почвогрунты, капиллярность, градиент скорости.

Гидротехника и мелиорация

**АНАЛИЗ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ
КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ В СВЯЗИ
С ИХ ОСВОЕНИЕМ**

**Шургая В.Ш., Закаидзе И.Г.,
Кекелишвили Л.Г., Кикнадзе Х.Л.,
Маисая Л.Д.**

Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
г. Тбилиси, Грузия

В статье рассматриваются исследования по изучению водно-физических свойств почв центральной части Колхидской низменности, увязанные с существующими мелиоративными мероприятиями.

Результаты выполненных исследований с достаточной полнотой обосновывают необходимость реконструкции существующих осушительных систем для возделывания однолетних культур.

Ключевые слова: исследования, водно-физический, почва, низменность, осушение.

Охрана окружающей среды

**РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ, ПРОВЕДЕННЫХ В
2013-2014 ГОДАХ В ВЫЖЖЕННОМ
БОРЖОМСКОМ УЩЕЛЬЕ**

**Чаяя Г. Г., Гавардашвили Г.В.,
Варазашвили З.Н., Босикашвили Ш.А.,
Диаконидзе Р.В., Цулукидзе Л.Н.,
Хубулава И.В., Омсарашвили Г.Г.**

Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
г. Тбилиси, Грузия

В работе приведены результаты полевых

исследований, проведенных в 2013-2014 годах на исследуемом интегрированном полигоне, устроенном на выжженном горном склоне Боржомского ущелья.

В результате полевых исследований, проведенных на контрольном участке исследуемого полигона, было установлено изменение параметров сформированных промоин на уязвимом участке в зависимости от времени и интенсивности осадков. Полученные данные были камерально обработаны и на их основе было проведено симуляционное моделирование эрозионных процессов, протекающих на контрольном участке, что дает возможность визуализации эрозионных процессов.

Были проведены также полевые исследования по эффективности в борьбе с эрозией почв и установления возможности восстановления биоразнообразия с помощью апробированного в мире геокобра "Секумат" и созданного нами геокобра "Несгео", которые смонтированы на исследуемом интегрированном полигоне, было проведено также их сравнение.

В результате полевых исследований было установлено, что по сравнению с геокобром "Секумат", геокобер "Несгео" отличается большей противозерозионной эффективностью и возможностью восстановления биоразнообразия на уязвимом склоне, что дает нам основание рекомендовать геокобер "Несгео" для восстановления уязвимых склонов выжженных лесных массивов Боржомского ущелья.

Ключевые слова: эрозия, уязвимость, сель.

Охрана окружающей среды

ОЦЕНКА СООРУЖЕНИЯ СКВОЗНОГО ТИПА ДЛЯ БОРЬБЫ СО СНЕЖНЫМИ ЛАВИНАМИ

**Чახაია Г. Г., Цулукидзе Л. Н.,
Варазашвили З. Н., Кухалашвили Э. Г.,
Супаташвили Т. Л., Хубулава И. В.,
Омсарашвили Г. Г., Окрияшвили О. Т.**

Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
г. Тбилиси, Грузия

В работе даны статистическая хронология

зафиксированных в Грузии снежных лавин и современная карта, отображающая существующие риски.

Нами представлено потенциально эффективное и ресурсосберегающее сооружение сквозного типа для борьбы со снежными лавинами. В статье приведены положительные и отрицательные стороны сооружения, а также намечены мероприятия для его внедрения в практику.

Ключевые слова: снеговая лавина, сооружения борьбы со снежными лавинами.

Охрана окружающей среды

**СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПРОБЛЕМЫ
СТИХИЙНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ
КАТАСТРОФ В ГРУЗИИ И МЕТОДО-
ЛОГИЧЕСКИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ
ПЕРВООЧЕРЕДНЫХ АДАПТАЦИОННО-
ПРЕВЕНЦИАЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ**

**Церетели Э., Гаприндашвили М.,
Кварацхелия З., Гаприндашвили Г.,
Курцикидзе О.**

Министерство Охраны Окружающей среды и
природных ресурсов Грузии, Национальное
Агентство Окружающей среды, Департамент
Геологии
г. Тбилиси, Грузия

В Грузии устойчивому развитию страны значительно социальных и экологических составляющих несоответствия, непосредственное отражение которому является интенсивная активизация и масштабное развитие геологической стихии.

В Грузии среды многофакторных условий развития геологических процессов, наряду сугубо чувствительной геологической среды, в ранг провоцирующих место занимает быстрые изменение метеорологических параметров, крайне высокий прессинг человеческой нагрузки на геологическую среду и учащение сейсмических сотрясений.

Для оценки риска природных катастроф и создания эффективной системы раннего предупреждения на национальном и региональном уровнях необходимо знать где какой вид геологической стихий можно ожидать определить

ареалы их распространения каким объектам будет угрожать. Для реализации данной проблемы необходимо иметь хорошо организованную геологический мониторинг на всех уровнях с эффективным применением как наземных, так и дистанционных специальных карты природных рисков в разных масштабов.

Ключевые слова: геологическая катастрофа, Методология, адаптационно-превенциальные мероприятия.

**Исследования по изучению Земли
К КЛАССИФИКАЦИИ НИЗИННЫХ
ЛЕСОВ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ**

Халилов М.Ю.,¹ Алиева Н.А.²

¹) Институт Географии НАН Азербайджана

²) Бакинский Государственный Университет
г. Баку, Азербайджан

В предложенной новой классификации низинных лесов Азербайджанской Республики авторами выделяются 5 регионов: низинные влажные субтропические леса, низинные полу-влажные субтропические леса, низинные леса морского климата, низинные леса сухого жаркого климата и тугайные леса прикуринской зоны.

Ключевые слова: низинный лес, древесные породы, субтропический лес.

**Гидротехника и мелиорация
ВЛИЯНИЕ ПОЛИВА НА УРОЖАЙНОСТЬ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

Хараишвили О.И.,¹ Кикабидзе М.Н.²

¹) Грузинский Технический Университет

²) Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского Технического Университета
г. Тбилиси, Грузия

Установлено, что неправильное проведение полива вызывает разрушение режима аэрации почвы и создает условия возникновения анаэро-

биоза, что обуславливает возникновение растворимых и нерастворимых сульфатов. Последние прекращают действие нитрификации бактерий и существенно понижают возможность растений усваивать питательные элементы.

Ключевые слова: почва, растения, полив, перегной.

Гидрология и метеорология

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТЕОРОЛОГИ-
ЧЕСКОЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ЗАСУХИ НА ПРИМЕРЕ ОБЛАСТЕЙ
ИРАНА**

Гасанализаде Мазхар А.С., Иманов Ф.А.

Бакинский Государственный Университет
г. Баку, Азербайджан

Целью настоящей работы является исследование характеристик метеорологических и сельскохозяйственных засух и их трендов в некоторых субрегионах Ирана с различными климатическими условиями с 1980 по 2013. В качестве первичных показателей метеорологических и сельскохозяйственных засух используются стандартизированный индекс осадков (SPI) и стандартизированной индекс влажности почвы (SSI), соответственно. В этом исследовании оцениваются исторические засухи, используя многомерный регламентированный индекс (MSDI), который обеспечивает составную модель метеорологической и сельскохозяйственной засухи. Тест тренда Манна-Кендалла показывает, что в северных, северо-западных и центральных частях Ирана наблюдались значительные тенденции засухи с достоверностью 95%. Однако, статистически значимые тренды засухи в восточной части Ирана не наблюдались. Наиболее сильная засуха по всей стране наблюдалась между 1998 и 2001 годами.

Ключевые слова: метеорологические и сельскохозяйственные засухи, SPI и индексы SSI, Иран.

**ინფორმაცია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის
მოღვაწეობის შესახებ**

2014 წ.

ინსტიტუტში, რომელიც დაფუძნებულია 1929 წლიდან, ამჟამად მუშაობს 64 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, 9 – მეცნიერებათა დოქტორი, 16 – აკადემიური დოქტორი, 3 – დოქტორანტი და 3 – მაგისტრი.

ინსტიტუტის სამეცნიერო კვლევითი საქმიანობა

◆ ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომლების მიერ 2014 წლის პერიოდულ გამოცემებში გამოქვეყნებულ იქნა 70-მდე სტატია და 1 მონოგრაფია საზღვარგარეთ;

◆ ინსტიტუტში მუშავდება 17 საბიუჯეტო თემა, რომლებიც აქტუალურია ქვეყანაში მიმდინარე გახშირებული ბუნებრივი კატასტროფებისა და გარემოს დაცვის ღონისძიებების მეცნიერულად დამუშავების თვალსაზრისი;

◆ ინსტიტუტმა 2014 წელს გამოსცა 2 სამეცნიერო შრომათა კრებული: ინსტიტუტის 85 წლის იუბილესადმი მიძღვნილი IV საერთაშორისო კონფერენციისა და მორიგი №69 სამეცნიერო შრომათა კრებული.

ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომითობები

საქართველო:

◆ 2014 წლის 15 იანვარს საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროში სამინისტროს 2014 წლის 6 იანვრის №1778 წერილის №1778 საფუძველზე შედგა

შეხვედრა მინისტრის მოადგილე, ტექნ. მეცნ. დოქტორს, პროფ. თამაზ მარსაგიშვილსა და ინსტიტუტის დირექტორს, ტექნ. მეცნ. დოქტორს, პროფ. გ. გავარდაშვილს შორის (**ფოტო 1**). საუბარი შეეხო საქართველოში სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტების 2014 წლის I კვარტლის საბიუჯეტო დაფინანსებასა და II კვარტლიდან ინსტიტუტების პროგრამულ დაფინანსებაზე გადასვლას. საუბრისას, რომელიც გაგრძელდა 2 საათი, მიმოიხილეს სტუ-ს წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო პერსონალის, ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკური ლაბორატორიისა და საქართველოს 5 რეგიონში ინსტიტუტის დაქვემდებარებაში მყოფი სამეცნიერო-კვლევითი ბაზების თანამედროვე მდგომარეობა და მათი რეაბილიტაციის აუცილებლობა ახალგაზრდა კადრების სასწავლო-სამეცნიერო მიმართულებით მომზადების მიზნით.

◆ 2014 წლის 16-18 იანვარს ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი, სტუ-ს ასოცირებული პროფესორი ზურაბ ლობჯანიძე საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროს რესურსცენტრის დავალებით მივლინებით იმყოფებოდა დედოფლისწყაროს რაიონში, რეგიონში სასკოლო ოლიმპიადების ჩატარების მიზნით.

◆ 2014 წლის 4 მარტს ინსტიტუტში შედგა თიანეთის სამების საკათედრო ტაძრის მშენებლობასთან დაკავშირებული სამუშაო შეხვედრა, რომელსაც ესწრებოდნენ: ფშავ-ხევსურეთის ეპისკოპოსი, მეუფე მიქაელი, ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი, დირექტორის მოადგილე, ტექნ. აკად. დოქტორი ინგა ირემაშვილი, საქართველოს კულტურული მემკვიდრეობის დაცვის ეროვნული სააგენტოს ნებართვების, მიმდინარე



ფოტო 1. სამუშაო შეხვედრისას. მარცხნიდან: საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების მინისტრის მოადგილე, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. თამაზ მარსაგიშვილი და ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გ. გავარდაშვილი
Photo 1. During the Meeting. From the left: Vice-Minister of the Ministry of Education and Education of Georgia, Doctor of Technical Science, Prof. Tamaz Marsagishvili and Director of the Institute, Doctor of Technical Science, Prof. Givi Gavardashvili
Фото 1. Во время рабочей встречи. Слева: заместитель министра образования и науки, докт. техн. наук, проф. Тамаз Марсагишвили и директор института, докт. техн. наук, проф. Гиви Гавардашвили



ფოტო 2. სამუშაო შეხვედრისას. ცენტრში – ფშავ-ხევსურეთის ეპისკოპოსი, მეუფე მიქაელი
Photo 2. During the Meeting. In the center – Episcopope of Pshav-Khevsureti, Father Mikhael
Фото 2. Рабочая встреча. В центре: епископ Пшави и Хевсуреги, его преосвященство Микаел.

პროექტებისა და მონიტორინგის დეპარტამენტის უფროსი, არქიტექტორი ნიკოლოზ ზაზუნაშვილი, ეკლესიის მშენებელი გია ჭანიშვილი, ტოპოგრაფები – რომან შავაძე და გოფერს პაქსაშვილი, სტუ-ს პროფ. ტექნ. აკად. დოქტორი, კონსტრუქტორი ნინო მსხილაძე და ინსტიტუტის გეოლოგი, გეოლ. აკად. დოქტორი ზურაბ ვარაზაშვილი

(ფოტო 2). საუბარი შეესო ქ. თიანეთში 22 მ სიგანის, 32 მ სიგრძისა და 33 მ სიმაღლის საკათედრო ტაძრის მშენებლობისათვის მისი ფუნდამენტის საინჟინრო-გეოლოგიური დასკვნის მომზადებასა და ეკლესიის მიმდებარე ტერიტორიაზე გამავალ მდ. იორის კალაპოტში ფორმირებული შესაძლო წყალდიდობის საწინააღმდეგო ეკლესიის

უსაფრთხოების ღონისძიებების დამუშავებას.

◆ 2014 წლის 5 ივნისს ინსტიტუტში სტუმრად იმყოფებოდა NATO-ს მეცნიერების, მშვიდობისა და უსაფრთხოების პროგრამის მეცნიერ-თანამშრომელი ბრიუსელიდან (ბელგია) მაიკლ სვიტკესი გარემოს დაცვის მიმართულებით ინსტიტუტის NATO-სთან მომავალი თანამშრომლობის მიზნით (ფოტო 3, 4).



ფოტო 3. მარცხნიდან: პროფ. გ. გავარდაშვილი და მაიკლ სვიტკესი

Photo 3. From the left: prof. G. Gavardashvili and Michael Switkes

Фото 3. Проф. Г. Гавардашвили (слева) и Майкл Свиткес



ფოტო 4. სამუშაო შეხვედრისას. მარცხნიდან: მაიკლ სვიტკესი, პროფესორები: თ. ოდილავაძე, გ. გავარდაშვილი და კ. ბზიავა

Photo 4. During the meeting. From the left: Michael Switkes, professors: T. Odilavadze, G. Gavardashvili and K. Bziava

Фото 4. Во время рабочей встречи. Слева направо: Майкл Свиткес, профессора: Т. Одилавадзе, Г. Гавардашвили, К. Бзиава

◆ 2014 წლის 6 ივნისს, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიური საბჭოს დადგენილებით შეიქმნა „ახალგაზრდა მეცნიერთა საბჭო“, რომელშიც გაერთიანდა 22 მეცნიერი სხვადასხვა კვლევითი ინსტიტუტებიდან და უნივერსიტეტებიდან. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტიდან საბჭოში წარდგენილ იქნა 2 მეცნიერ-თანამშრომელი: ზღვებისა და წყალსატევების განყოფილების მეცნიერ-თანამშრომელი, საინჟინრო მეცნიერებათა აკად. დოქტორი მარინე შავლაყაძე (საბჭოს თავმჯდომარის მოადგილე) და სტუ-ს დოქტორანტი თამრიკო სუპატაშვილი (საბჭოს წევრი), ისინი აქტიურად არიან ჩართული საბჭოს საქმიანობაში (ფოტო 5).

◆ 2014 წლის 9 ივლისს სტუ-ს სამშენებლო ფაკულტეტზე ჩატარდა ინსტიტუტის დოქტორანტების – თამრიკო სუპატაშვილის, მაკა გუგუჩიასა და გიორგი მეხრიშვილის თემატური სემინარი და თეორიულ/ექსპერიმენტული კვლევა/კოლოკიუმი, რომელიც შეეხებოდა სადოქტორო სადისერტაციო ნაშრომების გეგმიურ განხილვას და მოიცავდა მათ მიერ შესრულებული სამეცნიერო საქმიანობის პრეზენტაციას (ფოტო 6, 7).

◆ 2014 წლის 10 დეკემბერს ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი შეხვდა ცაგერის მუნიციპალიტეტის გამგებელს რევაზ ბენიანიძეს და ამავე მუნიციპალიტეტის გამგებლის წარმომადგენელთა კოორდინაციის განყოფილების ხელმძღვანელს ავთანდილ ევაძეს. საუბარი შეეხო ინსტიტუტსა და ცაგერის მუნიციპალიტეტს შორის თანამშრომლობას ცაგერის რაიონში ეროზიულ-დვარცოფული და მეწყრული პროცესების რეგულირებისათვის შესაბამისი რეკომენდაციების მომზადებასა და რაიონის სოფლების წყალმომარაგების პროექტებით უზრუნველყოფის მხრივ. შეთანხმდნენ, რომ 2015 წლის I კვარტალში მომზადდეს მემორანდუმი ურთიერთთანამშრომლობის შესახებ.



ფოტო 5. ახალგაზრდა მეცნიერთა საბჭოს წევრები
Photo 5. Members of the Council of Young Scientists
Фото 5. Члены совета молодых ученых



ფოტო 6-7. სემინარის მსვლელობისას
Photo 6-7. During the workshop
Фото 6-7. Во время семинара

საზღვარგარეთი:

◆ 2014 წლის 6-8 იანვარს ინსტიტუტში სტუმრად იმყოფებოდა მოსკოვის ლომონოსოვის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის ფაკულტეტის პროფესორი, დვარცოფების საერთაშორისო ასოციაციის სწავლული მდივანი, დოცენტი სერგეი ჩერნომორეცი. ინსტიტუტის დირექტორი, სამეცნიერო საბჭოს თავმჯდომარე, პროფ. გივი გავარდაშვილი შემოვიდა წინადადებით მომზადდეს საერთაშორისო

საგრანტო პროექტი კავკასიის რეგიონში (რუსეთი, საქართველო, აზერბაიჯანი, სომხეთი) ბუნებრივი კატასტროფებისას მოსახლეობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის რისკის შეფასების მიზნით, რომელიც წარედგინება ნატოს წევრი ქვეყნის მიერ ბრიუსელს – ნატოს ოფისში. შეთანხმდნენ, რომ რუსეთის მხრიდან პროექტს კოორდინაციას გაუწევს მოსკოვის ლომონოსოვის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის ფაკულტეტი, ხოლო

სამსრეთ კავკასიიდან კი – სტუ-ს წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი (ფოტო 8).



ფოტო 8. ინსტიტუტში შეხვედრისას. მარცხნიდან: მოსკოვის ლომონოსოვის სახ. სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის ფაკულტეტის პროფესორი, ღვარცოფების საერთაშორისო ასოციაციის სწავლული მდივანი სერგეი ჩერნომორეცი და ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი

Photo 8. During the meeting at the Institute. From the Left: professor of Faculty Geography of Moscow Lomonosov State University, Scientific Secretary of the International Association of Mudflows – Sergei Chernomoretz and director of the Institute, D.E. Prof. Givi Gavardashvili
Фото 8. Рабочая встреча.

Слева: профессор факультета географии МГУ им. Ломоносова, ученый секретарь международной ассоциации селей Сергей Черноморец и директор Института, доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили

◆ 2014 წლის 24 თებერვალს ინსტიტუტში სტუმრად იმყოფებოდა ბელგრადის ტექნოლოგიური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის დეკანი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. მარკო ივეტიკი. საუბარი შეეხო ახალგაზრდა სპეციალისტების გაცვლის პროგრამებისა და საერთაშორისო საგრანტო პროექტების მომზადებას (ფოტო 9).

◆ 2014 წლის 24 მაისიდან 3 ივნისამდე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, სამშენებლო ფაკულტეტის სრული პროფე-

სორი გივი გავარდაშვილი ცენტრალური ჩინეთის ნორმალის უნივერსიტეტის ოფიციალური მიწვევით საერთაშორისო გრანტის მომზადების, ლექციებისა და პრეზენტაციების ჩატარების მიზნით მიწვეული იყო ჩინეთის სახალხო რესპუბლიკაში. მიწვევა განხორციელდა ჩინეთის უნივერსიტეტის სრული დაფინანსებით, ამ ორ სამეცნიერო-სასწავლო ორგანიზაციას შორის თანამშრომლობის მემორანდუმის თანახმად, რომელსაც ხელი მოეწერა ქ. თბილისში 2007 წლის 11 აგვისტოს.

ლექციებისა და პრეზენტაციების თემატიკას წარმოადგენდა კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე ბუნების სტიქიური მოვლენების დაზუსტებული პროგნოზირებისათვის მეთოდების სრულყოფა, სტიქიების რეგულირებისათვის ახალი რენტაბელი და რესურსმზოგი დონისძიებების დამუშავება და მათი დაპროექტებისათვის მეთოდოლოგიის შემუშავება (ფოტო 10, 11).



ფოტო 9. სამუშაო შეხვედრისას. მარცხნიდან: ინსტიტუტის უფრ. მეცნიერთანამშრომელი, პროფ. დ. კერესელიძე, ინსტიტუტის დირექტორი, პროფ. გ. გავარდაშვილი და ბელგრადის ტექნოლოგიური უნივერსიტეტის პროფესორი მარკო ივეტიკი
Photo 9. During the Meeting. From the Left: Senior Scientist of the Institute, Prof. Davit Kereselidze, Director of the Institute, Prof. Givi Gavardashvili and Prof. Marko Ivetik from the Belgrade Technological University

Фото 9. Во время рабочей встречи. Слева направо: ст. научный сотрудник института, проф. Д. Кереселидзе, директор института, проф. Г. Гавардашвили и профессор Белградского технологического Университета Марко Иветик



ფოტო 10-11. ცენტრალური ჩინეთის ნორმალის უნივერსიტეტში
პრეზენტაციების ჩატარებისას (26.05.2014)

Photo 10-11. Central China Normal University. During Presentation (26.05.2014)

Фото 10-11. Во время презентации в Университете Нормал Центрального Китая (26.05.2014)



ფოტო 12. ცენტრალური ჩინეთის ნორმალის უნივერსიტეტის
დოქტორანტებსა და მაგისტრებთან შეხვედრისას (29.05.2014)

Photo 12. During the meeting with the Doctoral Degree and Master Degree students
at the Faculty of Geography of the Central China Normal University (29.05.2014)

Фото 12. Во время с докторантами и магистрами Китайского университета Нормал (29.05.2014)

2014 წლის 29 მაისს ცენტრალური ჩინეთის ნორმალის უნივერსიტეტის გეოგრაფიის ფაკულტეტზე გაიმართა პროფ. გ. გავარდაშილის შეხვედრა დოქტორანტებსა და მაგისტრებთან. საუბარი შეეხო გარემოს დაცვის პრობლემებს როგორც ჩინეთში, ასევე საქართველოში (ფოტო 12).

2014 წლის 30 მაისს მდ. იანძის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში გაიმართა პროფ. გ. გავარდაშილის ღონისძიებათა მორიგი პრეზენტაცია, რომლის შემდეგ ინსტიტუტის დირექტორთან, პროფესორ პინგსანგ ჟანგთან

და ცენტრალური ჩინეთის ნორმალის უნივერსიტეტის პროფ. იუჯინ ვუსთან შედგა შეხვედრა, სადაც შეთანხმდნენ, რომ ერთობლივად მომზადდეს საგრანტო პროექტი მდ. ენგურისა და მდ. იანძის წყალშემკრებ აუზში მიმდინარე ეკოლოგიური პრობლემების საკითხებზე ამ პროცესების ლაბორატორიული მსხვილმასშტაბიანი მოდელირების განხორციელებით, რომელიც დაფინანსებისათვის წარედგინება ჩინეთის მთავრობას (ფოტო 13, 14).



ფოტო 13-14. მდ. იანძის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში
პრეზენტაციების ჩატარებისას (30.05.2014)

Photo 13-14. During the Presentations at the Scientific-Research Institute of river Yandzi (30.05.2014)
Фото 13-14. Во время презентации в научно-исследовательском институте реки Яндзи (30.05.2014)



ფოტო 15-16. მდ. იანძის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის
ჰიდროტექნიკურ ლაბორატორიაში (30.05.2014)

Photo 15-16. In the Hydrotechnical Laboratory of the Scientific-Research Institute of River Yandzi (30.05.2014)
Фото 15-16. В гидротехнической лаборатории научно-исследовательском институте реки Яндзи (30.05.2014)

ინსტიტუტის დირექტორმა, პროფ. პინგ სანგ ჟანგმა პროფ. გ. გავარდაშვილს და პროფ. იუჯინ ვუს გააცნო მდ. იანძის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის კომპლექსური ჰიდროტექნიკური ლაბორატორია, რომლის სიგრძეც 1 კმ-მდეა (ფოტო 15, 16).

◆ 2014 წლის 18 ივლისს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში სტუმრად იმყოფებოდა პოზნანის (პოლონეთი) საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა უნივერსიტეტის სატყეო მეურნეობის ფაკულტეტის დეკანის უფლებამოსილი პირი კავკასიის ქვეყნებთან საერთაშორისო ურთიერთობებში, სატყეო მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი

გრეგორი რონჩკა. საუბარი შეეხო ტყის დეგრადირებულ ფერდობებზე ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებების დაპროექტებისათვის რეკომენდაციების ერთობლივად მომზადებას როგორც კავკასიის რეგიონისთვის, ასევე პოლონეთის სახელმწიფოსთვის.

◆ 2014 წლის 14-20 აგვისტოს ქ. მინსკში ინსტიტუტის დირექტორი პროფ. გ. გავარდაშვილი სამუშაო ვიზიტით იმყოფებოდა ბელარუსში სამეცნიერო კვლევით ინსტიტუტებთან ურთიერთთანამშრომლობის დამყარების მიზნით. 2014 წლის 15 აგვისტოს შედგა შეხვედრა ბელარუსის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მელიორაციის

ინსტიტუტის დირექტორთან, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატთან ნიკოლოზ ვახონინთან. შეთანხმდნენ ურთიერთთანამშრომლობის პირობებსა და მემორანდუმის მომზადებაზე.

2014 წლის 19 აგვისტოს ქ. მინსკში შედგა შეხვედრა ბელარუსის სახელმწიფო აგროტექნოლოგიურ უნივერსიტეტის რექტორთან, ტექნ. მეცნ. დოქტორთან პროფ. ივან შილოსთან. პროფ. გ. გავარდაშვილმა გააცნო რექტორს საქართველოს წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მეცნიერული მიღწევები და შეთანხმდნენ მომავალ თანამშრომლობაზე, ახალგაზრდა მეცნიერ-სპეციალისტების გაცვლითი პროგრამების მომზადებასა და შემდგომი ურთიერთთანამშრომლობის მემორანდუმის გაფორმებაზე (ფოტო 17).



ფოტო 17. შეხვედრა ბელარუსის სახელმწიფო აგროტექნოლოგიურ უნივერსიტეტის რექტორთან, ტექნ. მეცნ. დოქტორთან პროფ. ივან შილოსთან (ქ. მინსკი, 19.08.2014)

Photo 17. Meeting with the Rector of the Belarus Agrotechnological State University, Dr. of Technical Science, Prof. Ivan Shyla (Minsk, 19.08.2014)

Фото 17. Встреча с ректором Белорусского агротехнологического университета, с докт. техн. наук, проф. Иван Шило (г. Минск, 19.08.2014)

2014 წლის 20 აგვისტოს ქ. მინსკში პროფ. გ. გავარდაშვილი შეხვდა ბელარუსის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მიწათმოქმედების სამეცნიერო პრაქტიკული ცენტრის გენერალურ დირექტორს, ს/მ მეცნ. დოქტორს, პროფ. ფეოდორ პრივალოვს.

საუბარი შეესო მედიორაციის მიმართულებებს – დრენაჟის ახალი კონსტრუქციების (გამოგონებების) დანერგვას ბელარუსის ჭარბტენიან ნიადაგებში (ფოტო 18).

ამავე დღეს ქ. მინსკში შედგა შეხვედრა პროფ. გ. გავარდაშვილსა და ბულგარეთის შპს „PROGRESSIVE TECHNOLOGY (PROTE) - 22“ დირექტორ ივანკა პოპოვას და ნიდერლანდების ფირმა ISO 9001 „SKALAR“-ის ცენტრალური და აღმოსავლეთ ევროპისა და რუსეთის რეგიონულ მენეჯერ კატია ლიპინცკაიას შორის, სადაც საუბარი შეესო ბულგარეთთან თანამშრომლობას სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ნაყოფიერების გაზრდისათვის შესაბამისი ახალი თანამედროვე ქიმიური მინერალების გამოყენებას, ხოლო ჰოლანდიის მხარესთან – ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკური ლაბორატორიის თანამედროვე წყლის ანალიზატორებით უზრუნველყოფას (ფოტო 19).



ფოტო 18. შეხვედრა ბელარუსის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მიწათმოქმედების სამეცნიერო პრაქტიკული ცენტრის გენერალურ დირექტორთან, პროფ. ფეოდორ პრივალოვთან (ქ. მინსკი, 20.08.2014)

Photo 18. On meeting with general director of the agriculture scientific-practical centre of Belarus National Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, prof. Feodor Pryvalov (Minsk, 20.08.2014)

Фото 18. Встреча с генеральным директором научно-практического центра земледелия Национальной Академии наук Беларусь, с докт. с/х наук, профессором Федором Приваловым (г. Минск, 20.08.2014)

2014 წლის 20 აგვისტოს ქ. გორკში, ბელარუსის სახელმწიფო აგრარულ-ტექნიკურ უნივერსიტეტში გაიმართა სხდომა, რომელსაც ესწრებოდნენ: უნივერსიტეტის რექტორი, ს/მ მეცნ. კანდ., დოცენტი პაველ სასკევიჩი, პრორექტორი სამეცნიერო დარგში, ქალბატონი ნატალია დუდკოვა, პრორექტორი სამეურნეო დარგში ვიქტორ კაპიტოვსკი, ბელარუსის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტი, აკადემიკოსი ალექსანდრე ციგანოვი, მეშხერის სამეცნიერო ტექნიკური ცენტრის დირექტორი, ს/მ მეცნ. დოქტორი, პროფ. იური მაჟაისკი (რუსეთი), ამავე უნივერსიტეტის ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ფაკულტეტის დეკანი, პროფ. მიხაილ ნესტეროვი, ბულგარეთის შპს „PROGRESSIVE TECHNOLOGY (PROTE)“-ის დირექტორი ივანკა პოპოვა, აზერბაიჯანის ეროვნული აკადემიის ნიადაგ-მცოდნეობისა და აგროქიმიის ინსტიტუტის პროფესორი მუსტაფა მუსტაფაევი, პროფ. გივი გავარდაშვილი და სხვა უნივერსიტეტების წარმომადგენლები. საუბარი შეეხო საქართველოსა და ბელარუსს შორის მეცნიერულ თანამშრომლობას სასოფლო-სამეურნეო მედიორაციის მიმართულებით.

შეხვედრის შემდეგ პროფ. გ. გავარდა-

შვილს დაათვალიერებინეს ბელარუსის სახელმწიფო აგრარულ-ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროტექნიკური ლაბორატორია და საველე-სასწავლო მედიორაციული პოლიგონი (ფოტო 20, 21).



ფოტო 19. შეხვედრა ბელარუსის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მიწათმოქმედების სამეცნიერო პრაქტიკულ ცენტრში (ქ. მინსკი. 20.08.2014)

Photo 19. Meeting at the Agriculture Scientific Practical Center of the Belarus National Academy of Science (Minsk, 20.08.2014)

Фото 19. Встреча в научно-практическом центре земледелия Национальной Академии наук Беларусь (г. Минск, 20.08.2014)



ფოტო 20-21. ბელარუსის საველე-სასწავლო მედიორაციული პოლიგონისა და სახელმწიფო აგრარულ-ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროტექნიკური ლაბორატორიის დათვალიერებისას (ქ. გორკი. 20.08.2014)

Photo 20-21. During the visit of Filed-Training Land Reclamation Polygon and Hydraulic Engineering Laboratory at the Belarusian Technical State University (Gorki. 20.08.2014)

Фото 20-21. Посещение белорусского полево-учебного мелиорационного полигона и гидротехнической лаборатории государственного аграрно-технического университета (г. Горки, 20.08.2014)



ყველა მათგანი მოწვეულ იქნენ საქართველოში, 2014 წლის 27-30 სექტემბერს სტუ-ს წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დაარსებიდან 85 წლის იუბილესადმი მიძღვნილ მე-4 საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკურ კონფერენციაზე: „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“.

◆ 2014 წლის 17 ივნისს ინსტიტუტში სტუმრად იმყოფებოდა რუსეთის სახელმწიფო პიდროლოგიური ინსტიტუტის კალაპოტური პროცესების ლაბორატორიის ხელმძღვანელი, პროფ. ზურაბ კოპალიანი. საუბრისას ყურადღება გამახვილდა ორი ინსტიტუტის პიდროტექნიკური და პიდრაველიკური ლაბორატორიების თანამშრომლობაზე კალაპოტური პროცესებისა და გარემოს-დამცავი ღონისძიებების ლაბორატორიულ მსხვილმასშტაბიან მოდელირებაზე (ფოტო 22).

◆ 2014 წლის 3 სექტემბერს საქართველოში ამერიკის საელჩოში შედგა ინსტიტუტის დირექტორისა და აშშ-ის ელჩის ბატონ რიჩარდ ნორნალდის ოფიციალური

შეხვედრა, სადაც საუბარი იყო ინსტიტუტსა და USAID-ს შორის თანამშრომლობის გააქტიურებაზე წყლის რესურსების მენეჯმენტის, მელიორაციისა და ბუნებრივი კატასტროფების რეგულირების მიმართულებით (ფოტო 23).



ფოტო 22. ინსტიტუტში შეხვედრისას. მარჯვნივ – პროფ. ზ. კოპალიანი (17.06.2014)
Photo 22. During the Meeting at the Institute. From the right – Prof. Z. Kopaliani (17.06.2014)
Фото 22. Встреча в Институте. Справа – проф. З. Копалиани (17.06.2014)



ფოტო 23. აშშ-ის ელჩის რ. ნორნალდისა (მარცხნივ) და წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორის გ. გავარდაშვილის ოფიციალური შეხვედრა ამერიკის საელჩოში (3.09.2014 წ.)

Photo 23. During the Official Meeting of the USA Ambassador Mr. R. Nornald (from the left) and G. Gavardashvili, Director of the Water Management Institute (3.09.2014)

Фото 23. Официальная встреча между послом США Р. Норландом (слева) и директором Института водного хозяйства Г. Гавардашвили в американском посольстве (03.09.2014)

ელჩთან საუბრის შემდეგ ასევე შედგა შეხვედრა აშშ-ს აგრარული დეპარტამენტის საერთაშორისო ტრენინგების მთავარ სპეციალისტთან, ბატონ ლევ კუჩევსკისთან. საუბარი შეეხო კოხრანის პროგრამის ეგიდით ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომლების კვალიფიკაციის ამაღლებას სოფლის მეურნეობის მიმართულებით (ფოტო 24).



ფოტო 24. აშშ-ის საელჩოში შეხვედრისას. (მარცხნიდან) ლ. კუჩევსკი და გ. გავარდაშვილი
Photo 24. During the Meeting at the USA embassy. From the left: L. Kuchevski and G. Gavardashvili
Фото 24. Во время встречи в посольстве США. Слева: Л. Кучевский и Г. Гавардашвили

◆ 2014 წლის 10 ოქტომბერს პოლანდი-აში, ქ. დელფტში, იუნესკოს წყლის განათლების ინსტიტუტში შედგა წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორის, პროფ. გივი გავარდაშვილის შეხვედრა ინსტიტუტის რექტორთან, პროფ. ალექსანდრე სზოლოსი-ნაგთან და ნიდერლანდების მხარდაჭერის პროგრამის (NUFFIC) პროექტის TMT-348-GEO (სახელწოდებით „გარემოს დაცვის საკითხები უმაღლესი განათლების საინჟინრო სწავლებაში გლობალური დათბობის ფონზე“) კოორდინატორთან ლასლო ჰაიდესთან. დაიგეგმა მომავალი თანამშრომლობა წყალთა მეურნეობისა და გარემოს დაცვის მიმართულებით ახალი საგრანტო პროექტების მომზადებაზე, სადაც ჩართული იქნება სამხრეთ კავკასიის სამივე ქვეყანა (ფოტო 25, 26).

2014 წლის 14 ოქტომბერს ამავე ინსტიტუტში შედგა შეხვედრა ინსტიტუტის იურისტთან, მეცნიერ-თანამშრომელთან ზაკი შუბერთან (ფოტო 27). საუბარი შეეხო ტრანსსასაზღვრო მდ. მტკვრის წყალშემკვრები აუზის წყლის პოლიტიკის სტრატეგიის შემუშავებას, ეკოლოგიურ პრობლემებსა და მტკვრის აუზის სახელმწიფოების



ფოტო 25-26. პროფ. გ. გავარდაშვილი იუნესკოს წყლის განათლების ინსტიტუტში შეხვედრისას. მარცხნიდან ინსტიტუტის რექტორი პროფ. ალექსანდრე სზოლოსი-ნაგი და პროფ. ლასლო ჰაიდე
Photo 25-26. Prof. Givi Gavardashvili during the meeting at the UNESCO-IHE Water Education Institute. (From the left) Rector of the Water Education Institute Prof. Alexander Szollos-Nagy and Prof. Laszlo Hayde



Фото 25 – 26. Встреча Г. Гавардашвили в Институте водного просвещения ЮНЕСКО. Слева ректор Института профессор Александр Сзолоси-Наги и профессор Ласло Гаиде

(თურქეთი – საქართველო – აზერბაიჯანი – სომხეთი – ირანი) მიერ წყლის რესურსების გამოყენებას თანამედროვე მოთხოვნების გათვალისწინებით. საუბრისას შეთანხმდნენ, რომ თანამშრომლობის გაგრძელების მიზნით მომზადდეს საერთო სტატია მდინარე მტკვრის აუზზე „WATER RESOURCES OF THE TRANSBOUNDARY RIVER MTKVARI AND POLICY OF THEIR EXPLOITATION“, რომლის პრეზენტაციაც წარმოდგენილი იქნება 2014 წლის 24-26 ნოემბერს აზერბაიჯანში, ქ. ბაქოში, აზერბაიჯანის პრეზიდენტის პატრონაჟით გამართულ საერთაშორისო კონფერენციაზე „გლობალური და რეგიონული ჰიდროპოლიტიკის პრობლემები საერთაშორისო თანამშრომლობისა და უსაფრთხოების კონტექსტში“.

2014 წლის 20 ოქტომბერს პოლანდიაში, ქ. დელფტში კომპანია ელტარეს-ის და ტექნოლოგიური უნივერსიტეტის მსოფლიოში ცნობილ ჰიდროტექნიკურ ლაბორატორიაში შედგა შეხვედრა ლაბორატორიის ხელმძღვანელთან, მთავარ მკვლევართან, დოქტორ არნო ტალმონთან. შეხვედრას ესწრებოდა ვროცლავის გარემოს დაცვისა და სიცოცხლის შემსწავლელ მეცნიერებათა უნივერსიტეტის მშენებლობის ინსტიტუტის დირექტორი, პროფესორი, ტექნ. მეცნ.

დოქტორი ერუი სობოტა. არნო ტალმონმა სტუმრებს დაათვალიერებინა Deltares-ის ლაბორატორია და დაიგეგმა შემდგომი თანამშრომლობა სტუდენტებისა და საერთაშორისო გრანტების მომზადებაში, აგრეთვე “ტრანსპორტი და სედიმენტაციის“ მე-17 საერთაშორისო კონფერენციის ჩატარება ქ. დელფტში 2015 წელს (ფოტო 28, 29).



ფოტო 27. იუნესკოს წყლის განათლების ინსტიტუტში შეხვედრისას. (მარცხნიდან) გ. გავარდაშვილი და აკად. დოქტ. ზ. შუბერი
 Photo 27. During the meeting at the UNESCO-IHE Institute for Water Education. (From the left) Prof. G. Gavardashvili and Acad. Dr. Z. Shubber
 Фото 27. Встреча в Институте водного просвещения ЮНЕСКО.
 Слева: в Г. Гавардашвили и акад. доктор З. Шубер



ფოტო 28-29. ქ. დელფტში კომპანია „დელტარეს“-ის და ტექნოლოგიური უნივერსიტეტის ლაბორატორიაში შეხვედრისას. პროფ. გ. გავარდაშვილი და პროფ. ა. ტალმონი; პროფ. ე. სობოტასთან (პოლანეთი) ერთად (20.10.2014)

Photo 28-29. During the meetings at the “Deltares” Company and Hydraulic Engineering Laboratory at the Technological University. Prof. G. Gavardashvili and Prof. A. Talmon; With Prof. E. Sobota (Poland) (20.10.2014)
 Фото 28-29. Во время встречи в лаборатории компании "Делтарес" и технологического университета в г. Делфте. Проф. Г. Гавардашвили и проф. Арно Тальмон вместе с проф. Ержи Собота (Польша)

2014 წლის 21 ოქტომბერს დელფტის იუნესკოს წყლის განათლების ინსტიტუტის პროფ. ლასლო ჰაიდეს რეკომენდაციით გაიმართა შეხვედრა დელფტის ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრაულიკურ ლაბორატორიაში, რომლის მიზანი იყო თანამედროვე ლაბორატორიული მოწყობილობებისა და იქ მიმდინარე საერთაშორისო პროექტების მოდელირების გაცნობა (ფოტო 30).



ფოტო 30. დელფტის ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრაულიკურ ლაბორატორიაში შეხვედრისას. მარცხნიდან: დოქტორი ანდრეს ვარგას ლუნა (კოლუმბია), ასოც. პროფ. კ. ბზიავა, პროფ. გ. გაგარდაშვილი და უნივერსიტეტის მაგისტრი (21.10.2014)

Photo 30. During the meeting at the Hydraulic Engineering Laboratory of the Delft Technical University. From the left: Dr. Andres Vargas Luna (Colombia), Assoc. Prof. K. Bziava, Prof. G. Gavardashvili and University's Master Degree Student (21.10.2014)

Фото 30. Встреча в гидравлической лаборатории технического университета Дельфты. Слева: докт. Андрес Варгас Луна (Колумбия), ассоц. проф. К. Бзиавა, проф. Г. Гавардашвили и магистр университета (21.10.2014)

◆ 2014 წლის 28 ნოემბერს ინსტიტუტში სტუმრად იმყოფებოდა ჰოლანდიის ფირმა „Ecooast“-ის მთავარი სპეციალისტი რიკს ბოსხი (ფოტო 31). სტუმარმა დაათვალიერა ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკური ლაბორატორია და ეროზიის საწინააღმდეგო მცენარე – პამპასის საცდელი პოლიგონი.

ინსტიტუტის დირექტორთან, ტექნ. მეცნ. დოქტორთან, პროფ. გივი გაგარდაშვილთან საუბრისას შეთანხმდნენ 2015 წლის შეხვედრაზე დარგობრივი ურთიერთთანამშრომლობის მიზნით.



ფოტო 31. სამუშაო შეხვედრისას. მარცხნივ – რიკს ბოსხი (ჰოლანდია)
Photo 31. During the meeting.
From the left – Dr. Rick Bosch (the Netherlands)
Фото 31. На рабочей встрече.
Слева – Рикс Босх (Голландия)

სახელმწიფო მნიშვნელობის პროექტები

◆ 2014 წლის 28 თებერვალს ფშავ-ხევსურეთის ეპარქიის თიანეთის სამების საკათედრო ტაძრის მშენებლობასთან დაკავშირებით ინსტიტუტიდან თიანეთში გაემგზავრა სამუშაო ჯგუფი შემდეგი შემადგენლობით: ფშავ-ხევსურეთის ეპისკოპოსი, მეუფე მიქაელი, ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გივი გაგარდაშვილი, დირექტორის მოადგილე, ტექნ. აკად. დოქტორი ინგა ირემაშვილი, საქართველოს კულტურული მემკვიდრეობის დაცვის ეროვნული სააგენტოს ნებართვების, მიმდინარე პროექტებისა და მონიტორინგის დეპარტამენტის უფროსი, არქიტექტორი ნიკოლოზ ზაზუნაშვილი, ეკლესიის მშენებელი გია ჭანიშვილი, ტოპოგრაფები – რომან შავაძე და გოდერძი პაქსაშვილი, სტუ-ს პროფ., ტექნ. აკად. დოქტორი, კონსტრუქტორი ნინო მსხილაძე და ინსტიტუტის გეოლოგი, გეოლ. აკად. დოქტორი ზურაბ ვარაზაშვილი. ქ. თიანეთში, საკათედრო ტაძრის აშენების

ადგილზე, მდ. იორის მარჯვენა ნაპირზე ჩატარდა საველე-სამეცნიერო კვლევები ფუნდამენტის სიღრმისა და მდ. იორის კალაპოტიდან ფილტრაციული წყლების ხარჯის დადგენის მიზნით, სპეციალისტების მიერ განხორციელდა ტოპოგრაფიული აგეგმვა და გრუნტის საინჟინრო-გეოლოგიური გამოკვლევა შესაბამისი შურფების მოწყობით (ფოტო 32, 33, 34).

◆ 2014 წლის 17 მაისს სტეფანწმინდაში, მდ. ყაბახის წყალშემკრებ აუზში (მდინარე თერგის მარცხენა შენაკადი), დევდორაკის მყინვარის კალაპოტში მისი პროვოცირებით ფორმირებული ღვარცოფული პროცესების შემდგომ არსებული რისკ-ფაქტორების შეფასება-პროგნოზირებისა და მოსალოდნელი ღვარცოფის საწინააღმდეგო თანამედროვე ღონისძიებების შემუშავების მიზნით სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების ჩასატარებლად ადგილზე იმყოფებოდნენ მოსკოვიდან სპეციალური მისიით წარმოგზავნილი ღვარცოფების საერთაშორისო ასოციაციის სწავლული მდივანი, ლომონოსოვის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის ფაკულტეტის დოცენტი სერგეი ჩერნომორეცი, აგრეთვე საქართველოდან წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი (ფოტო 35, 36) და ამავე ინს-

ტიტუტის გარემოს დაცვისა და საინჟინრო ეკოლოგიის განყოფილების ხელმძღვანელი, ტექნ. აკად. დოქტორი, ასოც. პროფ. გოგა ჩახაია (ფოტო 37-38).

საველე-საექსპერტო და თეორიული კვლევების მხედველობაში მიღებით დამუშავდა საგრანტო პროექტი „მდინარე ყაბახის ხეობაში (მდინარე თერგის მარცხენა შენაკადი) 2014 წლის 17 მაისს ფორმირებული ღვარცოფული პროცესების შემდგომ არსებული რისკ-ფაქტორების შეფასება-პროგნოზირება და მოსალოდნელი ღვარცოფის საწინააღმდეგო თანამედროვე ღონისძიებების შემუშავება“ და წარედგინა შ. რუსთაველის სამეცნიერო ფონდს შემდგომი დაფინანსებისათვის



ფოტო 32-34. ეკლესიის სამშენებლო ობიექტზე საველე კვლევების ჩატარებისას
 Photo 32-34. During the carried out field researches at the site of construction of Church
 Фото 32-34. Во время полевых исследований для строительства собора



ფოტო 35-36. სტიკიისაგან შექმნილი ბუნებრივი ზღუდარით წარმოშობილი წყალსაცავით ბლოკირებული საქართველოს სამხედრო გზა. მარცხნივ – ს. ჩერნომორეცი (17.05.2014)
 Photo 35-36. Georgian Military Highway, which is blocked by the reservoir created by the natural barriers originated from disasters. From the left – A. Chernomorets (17.05.2014)
 Фото 35-36. Военно-Грузинская дорога, блокированная водоемом, возникшим послестихийным естественным порогом. Слева – С.Черноморец (17.05.2014)



ფოტო 37-38. პროფ. გ. გავარდაშვილი და ასოც. პროფ. გ. ჩახაია მდ. ყაბახის კალაპოტში სამეცნიერო-საველე-საექსპერტო სამუშაოებისას (18.05.2014)
 Photo 37-38. Prof. G. Gavardashvili and Assoc. Prof. G. Chakhaia during conducting the scientific-researches at the at the river bed of river Kabakhi (18.05.2014)
 Фото 37-38. Профессор Гиви Гавардашвили и ассоц. профессор Гога Чакхая. Научно-полевые и экспертные работы в русле р. Кабахи (18.05.2014)

ტრენინგები და სტაჟირება

საქართველო

◆ 2014 წლის 30 მარტი – 12 აპრილს ნიდერლანდების მხარდაჭერის პროგრამის (NUFFIC) ფარგლებში დაფინანსებული კვალიფიკაციის ასამაღლებელი პროექტის TMT-348-GEO (სახელწოდებით „გარემოს დაცვის საკითხები უმაღლესი განათლების საინჟინრო სწავლებაში გლობალური დათ-

ბობის ფონზე“, პროექტის კოორდინატორი პროფ. ლ. ჰაიდე) მიხედვით ქ. თბილისში ჩატარდა პროგრამის I ეტაპი, რომელშიც მონაწილეობა მიიღეს ინსტიტუტის თანამშრომლებმა, ტექნ. მეცნ. დოქტორებმა, პროფ. გივი გავარდაშვილმა და ედუარდ კუხალაშვილმა და ტექნ. აკად. დოქტორებმა: ინგა ირემაშვილმა, შორენა კუპრეიშვილმა და კონსტანტინე ბზიავამ (ფოტო 39).



ფოტო 39. ნიდერლანდების პროგრამის (NUFFIC) ფარგლებში განხორციელებული კვალიფიკაციის ასამაღლებელი პროექტის TMT-348-GEO I ეტაპის მსვლელობისას ქ. თბილისში
Photo 39. During the 1st Phase of the TMT-348-GEO project entitled «Environmental Issues in the Higher Engineering Education in the Light of Global Warming», which was financed by the Netherlands Fellowship Program (NUFFIC), Tbilisi, Georgia
Фото 39. В ходе I этапа проекта повышения квалификации TMT-348-GEO, осуществленной в рамках Нидерландской программы (NUFFIC) в г. Тбилиси

საზღვარგარეთ

◆ ინსტიტუტის ზღვებისა და წყალსატევების განყოფილების მეცნიერ-თანამშრომელმა, საინჟინრო მეცნიერებათა აკად. დოქტორმა მარინე შავლაყაძემ გაიმარჯვა სამეცნიერო სტაჟირების კონკურსში (ვროცლავის უნივერსიტეტის პრორექტორის, პროფ. ალინა ვილიჩკოს 2013 წლის 19 ივლისის წერილი №442, 11.07.2013) და 2014 წლის 7 იანვრიდან და 2014 წლის 7 აპრილამდე განახორციელა სამეცნიერო კვლევები ქ. ვროცლავში (პოლონეთი).

◆ 2014 წლის 22 ივნისი – 6 ივლისს ნიდერლანდების მხარდაჭერის პროგრამის (NUFFIC) ფარგლებში დაფინანსებული კვალიფიკაციის ასამაღლებელი პროექტის TMT-348-GEO (“გარემოს დაცვის საკითხები უმაღლესი განათლების საინჟინრო სწავლებაში გლობალური დათბობის ფონზე“) მიხედვით სომხეთში, ქ. ერევანში ჩატარდა პროგრამის II ეტაპი, რომელშიც მონაწილეობა მიიღეს ინსტიტუტის თანამშ-

რომლებმა, ტექნ. მეცნ. დოქტორებმა, პროფ. გივი გავარდაშვილმა და ედუარდ კუხალაშვილმა და ტექნ. აკად. დოქტორებმა: ინგა ირემაშვილმა, შორენა კუპრეიშვილმა და კონსტანტინე ბზიავამ (ფოტო 40).

◆ 2014 წლის 5-25 ოქტომბერს ნიდერლანდების მხარდაჭერის პროგრამის (NUFFIC) ფარგლებში დაფინანსებული კვალიფიკაციის ასამაღლებელ კურსებში – პროექტში TMT-348-GEO (“გარემოს დაცვის საკითხები უმაღლესი განათლების საინჟინრო სწავლებაში გლობალური დათბობის ფონზე“) მიხედვით ნიდერლანდებში, ქ. დელფტში ჩატარდა პროგრამის III ეტაპი, რომელშიც მონაწილეობა მიიღეს ინსტიტუტის თანამშრომლებმა, ტექნ. მეცნ. დოქტორებმა, პროფ. გივი გავარდაშვილმა და ედუარდ კუხალაშვილმა და ტექნ. აკად. დოქტორებმა: ინგა ირემაშვილმა, შორენა კუპრეიშვილმა და კონსტანტინე ბზიავამ (ფოტო 41, 42).

სამეტაპიანი პროგრამის დასრულების შემდეგ მონაწილეებს გადაეცათ სერტიფიკატები (ფოტო 43).



ფოტო 40. ნიდერლანდების პროგრამის (NUFFIC) ფარგლებში განხორციელებული კვალიფიკაციის ასამაღლებელი პროექტის TMT-348-GEO II ეტაპის მსვლელობისას ქ. ერევანში (სომხეთი)
Photo 40. During the 2nd Phase of the TMT-348-GEO project entitled «Environmental Issues in the Higher Engineering Education in the Light of Global Warming", which was financed by the Netherlands Fellowship Program (NUFFIC), Yerevan, Armenia

Фото 40. В ходе II этапа проекта повышения квалификации TMT-348-GEO, осуществленной в рамках Нидерландской программы (NUFFIC) в г. Ереван (Армения)



ფოტო 41. ნიდერლანდების პროგრამის (NUFFIC) ფარგლებში განხორციელებული კვალიფიკაციის ასამაღლებელი პროექტის TMT-348-GEO III ეტაპის მსვლელობისას ქ. დელფტში (ჰოლანდია)
Photo 41. During the 3rd Phase of the TMT-348-GEO project entitled «Environmental Issues in the Higher Engineering Education in the Light of Global Warming", which was financed by the Netherlands Fellowship Program (NUFFIC), Delft, the Netherlands

Фото 41. В ходе III этапа проекта повышения квалификации TMT-348-GEO, осуществленной в рамках Голландской программы (NUFFIC) в г. Делфте (Голландия)



ფოტო 42. პროგრამის მონაწილეები UNESCO-IHE-ს ინსტიტუტის რექტორსა და პროგრამის კოორდინატორთან ერთად ქ. დელფტში (ჰოლანდია)

Photo 42. Projects Participants with the rector of UNESCO-IHE and Project Coordinator. Delft (the Netherlands)

Фото 42. Участники программы UNESCO-IHE вместе с ректором института и координатором программы в г. Делфте (Голландия)



ფოტო 43. სერტიფიკატების გადაცემისას (ქ. დელფტი, ჰოლანდია, 24.10.2014)

Photo 43. During the Certificates Awarding Ceremony (Delft, the Netherlands, 24.10.2014)

Фото 43. Вручение сертификатов (г. Делфт, Голландия, 20.10.2014)

საერთაშორისო კონფერენციებსა და სიმპოზიუმებში მონაწილეობა

საქართველო

◆ 2014 წლის 27-30 სექტემბერს სტუ-ს წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დაარსებიდან 85 წლის იუბილესთან დაკავშირებით ინსტიტუტის საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ნიკო ნიკოლაძის სახელობის სააქტო დარბაზში ჩატარდა მე-4 საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია თემაზე: „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“. კონფერენციაში მონაწილეობდა მსოფლიოს 13 ქვეყნის (აზერბაიჯანი, აშშ, ბელარუსი, ბულგარეთი, ისრაელი, ლიტვა, პოლონეთი, რუსეთი, საქართველო, სომხეთი, ჩეხეთი, ჩინეთი, ჰოლანდია) მეცნიერები, ექსპერტები და ახალგაზრდა სპეციალისტები. ინგლისურ ენაზე გამოიცა 274 გვერდიანი კონფერენციის შრომათა კრებული (250 ეგზ.).

კონფერენცია გახსნა სტუ-ს პრორექტორმა, ტექნ. მეცნ. დოქტორმა, პროფ. თამაზ ბაციკაძემ, რომელმაც მიულოცა ინსტიტუტს 85 წლის იუბილე, აღნიშნა მისი მნიშვნელოვანი როლი სამხრეთ კავკასიის

ქვეყნების უსაფრთხოების საკითხებსა და რეგიონის სამეცნიერო სივრცეში და უსურვა შემდგომი აქტიური სამეცნიერო-პრაქტიკული, საექსპერტო და საგანმანათლებლო საქმიანობა (ფოტო 44). შემდეგ მან სიტყვა გადასცა ინსტიტუტის დირექტორს, ტექნ. მეცნ. დოქტორს, პროფ. გივი გავარდაშვილს, მან მიმოიხილა წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მიერ განვლილი 85 წლის სამეცნიერო-ტექნიკური და საექსპერტო მოღვაწეობა, ყურადღება გაამახვილა ინსტიტუტის სამეცნიერო მიმართულებებსა და საგანმანათლებლო საქმიანობაზე (ფოტო 45).

მისასალმებელი სიტყვით აგრეთვე გამოვიდნენ: სომხეთის სახელმწიფო პოლიტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. ოპანეს ტოკმაჯიანი (ქ. ერევანი, სომხეთი), ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის ფაკულტეტის დეკანი, გეოგრ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. ფარდა იმანოვი (აზერბაიჯანი) (ფოტო 46), განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროს დეპარტამენტის უფროსი ანზორ ჩიტაია, მეშხერის სამეცნიერო ტექნიკური ცენტრის დირექტორი, სოფლ. მეურნ. მეცნ. დოქტ., პროფ. იური მაჟაისკი (ქ. რიაზანი, რუსეთი), აზერბაიჯანის ეკოლოგიური



ფოტო 44-45. კონფერენციის გახსნისას. პროფესორები: თ. ბაციკაძე და გ. გავარდაშვილი (27.09.2014)
Photo 44-45. During the Opening Ceremony – Prof. T. Batsikadze and Prof. G. Gavardashvili (27.09.2014)
Фото 44-45. Открытие конференции. Профессоры: Т. Бацикадзе и Г. Гавардашвили (29.09.2014)

პროგნოზირების ეროვნული ცენტრის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. კანდიდატი ტელმან ზეინალოვი, ბელორუსიის სახელმწიფო აგრარული აკადემიის პრორექტორი ვიქტორ კაპიტოვსკი, ამავე აკადემიის პროფესორი ვლადიმირ სკორინი, ბულგარეთის შპს „PROGRESSIVE TECHNOLOGY (PROTE) - 22“ დირექტორი ივანკა პოპოვა, ვროცლავის გარემოსა და სიცოცხლის მეცნიერებათა უნივერსიტეტის გარემოს დაცვისა და განვითარების ინსტიტუტის პროფესორი კრისტინა ბრისი, პიდროგეოლოგიური და მელიორაციული მომსახურების დეპარტამენტის უფროსი სეიჰან ალიევი, აზერბაიჯანის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აგროქიმიის ინსტიტუტის ქიმიის დეპარტამენტის უფროსი, ქიმიის მეცნ. დოქტორი, პროფ. მუსტაფა მუსტაფაევი, ნიდერლანდების ფირმა ISO 9001 „SKALAR“-ის ცენტრალური და აღმოსავლეთ ევროპის, რუსეთისა და დსთ-ს ქვეყნების რეგიონალური მენეჯერი ლიპნიცაია კატია (ფოტო 47-49).

ინსტიტუტის დირექტორმა სტუმრებს გააცნო სამეცნიერო საბჭოსა და სტუ-ს აკადემიური საბჭოს გადაწყვეტილება (2014 წლის 22 სექტემბრის №1263 დადგენილება) ინსტიტუტისათვის მსოფლიოში ცნობილი მეცნიერის, აკადემიკოს ცოტნე მირცხულავას

სახელის მინიჭების შესახებ. აღნიშნული დოკუმენტაცია შესათანხმებლად გადაეცა განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროს 2014 წლის ოქტომბრის თვეში და სისრულეში იქნა მოყვანილი (ფოტო 50).



ფოტო 46. კონფერენციის პრეზიდიუმში. მარცხნიდან: პროფ. ოვანეს ტოკმაჯიანი (ქ. ერევანი, სომხეთი), პროფ. გივი გავარდაშვილი და პროფ. ფარდა იმანოვი (ქ. ბაქო, აზერბაიჯანი)

Photo 46. The Presidium of the Conference. From the left: Prof. Hovhannes Tokmajyan (Yerevan, Armenia), Prof. Givi Gavardashvili (Tbilisi, Georgia) and Prof. Farda Imanov (Baku, Azerbaijan)
 Фото 46. В президиуме конференции. Слева: проф. Оганес Токмаджян (г. Ереван, Армения), проф. Гиви Гавардашвили и проф. Фарда Иманов (г. Баку, Азербайджан)



ფოტო 47-48. კონფერენციის მსვლელობისას.
 Photo 47-48. During the Conference.
 Фото 47-48. Во время конференции.



ფოტო 49. კონფერენციის სტუმრები ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკურ ლაბორატორიაში
Photo 49. Official Guests of the Institute during the visit of the Hydraulic Engineering Laboratory.
Фото 49. Участники конференции в гидротехнической лаборатории института.

ინსტიტუტის დირექტორმა სტუმრებს გააცნო სამეცნიერო საბჭოსა და სტუ-ს აკადემიური საბჭოს გადაწყვეტილება (2014 წლის 22 სექტემბრის №1263 დადგენილება) ინსტიტუტისათვის მსოფლიოში ცნობილი მეცნიერის, აკადემიკოს ცოტნე მირცხულავას სახელის მინიჭების შესახებ. აღნიშნული დოკუმენტაცია შესათანხმებლად გადაეცა განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროს 2014 წლის ოქტომბრის თვეში და სისრულეში იქნა მოყვანილი (**ფოტო 50**).

სტუმრებმა სამახსოვრო საჩუქრები გადასცეს ინსტიტუტის დირექტორს, პროფ. გივი გავარდაშვილს, რის შემდეგაც მან საზოგადოებას გააცნო სხვადასხვა ქვეყნიდან გამოგზავნილი მოლოცვები:

- ❖ მერილენდის უნივერსიტეტის სტრატეგიული სამეცნიერო კვლევითი ცენტრის დირექტორი, პროფესორი ბილალ აიუბი (მერილენდი, აშშ);
- ❖ ბოკუს ბუნებრივი რესურსებისა და სოციალური მეცნიერების უნივერსიტეტის ჰიდრაულიკისა და სარწყავი წყლის მართვის ინსტიტუტის დირექტორი, პროფესორი ლოისკანდლ ვილდბალდი (ვენა, ავსტრია);
- ❖ იუნესკოს წყლის განათლების ინსტიტუტის წყლის ინჟინერიის დეპარტამენტი –



ფოტო 50. პროფ. გ. გავარდაშვილი აკადემიკოს ცოტნე მირცხულავას შვილთან, ტექნ. აკად. დოქტორთან ზაზა მირცხულავასთან ერთად (29.09.2014)

Photo 50. Prof. G. Gavardashvili with the son of Acad. Ts. Mirtskhulava – Dr. Z. Mirstkhulava (29.09.2014)

Фото 50. Проф. Г. Гавардашвили вместе с сыном академика Цотне Мирцхулава, акад. докт. техн. Заза Мирцхулава (29.09.2014)

- დასზლო ჰაიდუ (დელფტი, პოლანდია);
- ❖ რუსეთის ფედერალური საბიუჯეტო სახელმწიფო დაწესებულება – ჰიდროლოგიის სახელმწიფო ინსტიტუტის (ГИИ) დირექტორი, რუსეთის მეცნიერებათა

- აკადემიის აკადემიკოსი ვ. ვუგლინსკი (სანკტ-პეტერბურგი, რუსეთი);
- ❖ აზერბაიჯანის გაზეთ „კასპის“ მთავარი რედაქტორის მოადგილე ალი საიდოვი (ბაქო, აზერბაიჯანი);
- ❖ აშშ-ს აგრარული დეპარტამენტის კოსრანის სოფლის მეურნეობის საერთაშორისო ტრენინგის მთავარი სპეციალისტი ლევ კუზნეცკი (მერილენდი, აშშ);
- ❖ მოსკოვის ლომონოსოვის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის ფაკულტეტის დოცენტი სერგეი ჩერნომორეცი;
- ❖ ყირგიზეთის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის წყლის პრობლემებისა და ჰიდროენერგეტიკის ინსტიტუტის დირექტორი, აკადემიკოსი დიუშენ მამატკანოვი (ქ. ბიშკეკი, ყირგიზეთი);
- ❖ საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოს-მდივანი, აკადემიკოსი ოთარ ნათიშვილი და სხვ.

წარმოდგენილი პრეზენტაციების შემდეგ კონფერენციაში მონაწილე მეცნიერ-სპეციალისტების მიერ მომზადდა რეზოლუცია, რომელსაც ხელი მოაწერეს საორგანიზაციო კომიტეტის თანათავმჯდომარეებმა (პროფესორებმა: გივი გავარდაშვილმა, ოჰანეს ტოკმაჯიანმა და ფარდა იმანოვმა). მიღებული რეზოლუცია გადაეგზავნა სამხრეთ კავკასიის ქვეყნების მთავრობებს შემდგომი რეაგირებისათვის. 2014 წლის 30

სექტემბერს კონფერენციის დახურვამდე ჩატარდა საერთაშორისო საორგანიზაციო კომიტეტის სხდომა და მიღებულ იქნა გადაწყვეტილება, რომ მორიგი V საერთაშორისო კონფერენცია ჩატარდეს 2015 წლის 16–19 ივლისს საქართველოში.

საზღვარგარეთ

◆ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის 2014 წლის 16 ივნისის №138/04 ბრძანებით 22-დან 30 ივნისამდე ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გ. გავარდაშვილი მივლინებით იმყოფებოდა ჩეხეთის ქ. ოსტრავაში, მე-6 საერთაშორისო კონფერენციაზე „მშენებლობისა და არქიტექტურის თანამედროვე პრობლემები“ მონაწილეობის მისაღებად, ამასთანავე იყო ამ კონფერენციის საერთაშორისო კომიტეტის წევრი და 2 სექციის თავმჯდომარე.

24 ივნისს მან წარმოადგინა მოხსენება – „Prediction of The Erosive Processes in The Corridor of Baku-Tbilisi-Ceyhan Oil Pipeline and Development of Methods to Design the New Engineering Environmental Protection Measures“, ხოლო 25 და 26 ივნისს იყო ლექციების – „საინჟინრო ეკოლოგია, ენერჯია და მწვანე მშენებლობა“ და „მუნიციპალური ინჟინერია, წყლის სისტემები, მენეჯმენტი, ეკონომიკა და მონათესავე მეცნიერებები“ თავმჯდომარე (*ფოტო 51, 52*).



ფოტო 51. კონფერენციაზე მოხსენებისას
Photo 51. During the presentation at the conference
Фото 51. В ходе доклада на конференции



ფოტო 52. კონფერენციის სესიის ხელმძღვანელობისას
Photo 52. As a Chairmen of the Conference session
Фото 52. Во время руководства сессией конференции

25 ივნისს შედგა შეხვედრა ქ. ოსტრავას ტექნოლოგიური უნივერსიტეტის რექტორთან, პროფესორ დარია კუბეჩკოვასთან (ფოტო 53). საუბარი შეეხო ოსტრავას ტექნოლოგიურ უნივერსიტეტსა და საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტს შორის თანამშრომლობას, ახალგაზრდა მეცნიერ-სპეციალისტების გაცვლასა და ერთობლივი საერთაშორისო პროექტების მომზადებას. იმავე დღეს გაიმართა სამუშაო შეხვედრა ერევნის არქიტექტურისა და მშენებლობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რექტორთან პროფ. გარიკ გალუსტიანთან, ასევე ქ. ჩესტოხოვას (პოლონეთი) ტექნოლოგიური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის ვიცე-დეკანთან პროფ. იაროსლავ რაიჩიკთან (ფოტო 54).

კონფერენციის მუშაობის პერიოდში გაიმართა მუშა შეხვედრები იტალიის, პოლონეთის, ჩინეთის, რუსეთის, სომხეთის უნივერსიტეტებისა და სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტების ხელმძღვანელებსა და მეცნიერ-თანამშრომლებთან.

მე-6 სამეცნიერო-კვლევითი კონფერენ-

ციის საორგანიზაციო კომიტეტის გადაწყვეტილებით გადაწყდა, რომ მორიგი მე-7 საერთაშორისო კონფერენცია გაიმართება 2015 წლის ივლისში ქ. ფლორენციაში – იტალია. კონფერენციის დროს განხორციელდა კულტურული და პროფესიული ექსკურსიები (ფოტო 55, 56).

ოსტრავას ტექნოლოგიურ უნივერსიტეტში გაიმართა ოფიციალური შეხვედრა ინსტიტუტის დირექტორს, პროფ. გ. გავარდაშილსა და პეკინის სამოქალაქო მშენებლობისა და არქიტექტურის უნივერსიტეტის პრეზიდენტთან, პროფ. ჟუ გუანგთან. შეხვედრისას მოხდა ინფორმაციების გაცვლა და მიღებულ იქნა გადაწყვეტილება მომავალი თანამშრომლობის შესახებ (ფოტო 57).

ასევე შედგა შეხვედრები ჩესტოხოვას ტექნოლოგიური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის მეცნიერ-თანამშრომლებთან, აკად. დოქტორებთან: ადამ უჯმასთან, ანა ლისთან და რუსეთის სანკტ-პეტერბურგის არქიტექტურისა და მშენებლობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პრორექტორთან სამეცნიერო დარგში, პროფ. ევგენი სმირნოვთან.



ფოტო 53. ოფიციალური შეხვედრისას. მარჯვნივ: ქ. ოსტრავას ტექნოლოგიური უნივერსიტეტის რექტორი, პროფესორი დარია კუბეჩკოვა (25.06.2014)
Photo 53. During the Official Meeting. From the right: Rector of the Ostrava Technological University, Prof. Daria Kubechkova (25.06.2014) (25.06.2014)
Фото 53. Во время официальной встречи. Справа: ректор технологического Университета г. Острава профессор Дарья Кубечкова (25.06.2014)



ფოტო 54. მარჯვნივ: ქ. ჩესტოხოვას (პოლონეთი) ტექნოლოგიური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის ვიცე-დეკანი, პროფ. იაროსლავ რაიჩიკი (25.06.2014)
Photo 54. From the right: Vice-Dean of the Faculty of Construction of the Czestochowa (Poland) Technology University, Prof. Yaroslav Raichik (25.06.2014)
Фото 54. Справа: вице-декан строительного факультета Ченстоховского технологического университета (Польша), проф. Ярослав Райчик



ფოტო 55. პროფესიულ ექსკურსიაზე ოსტრავას ტექნიკური უნივერსიტეტის ტერიტორიაზე
Photo 55. During the Professional Trips on the Territory of the Ostrava Technological University
Фото 55. Профессиональная экскурсия на территории технического университета г. Острава



ფოტო 56. კოლეგებთან ერთად პროფესიულ ექსკურსიაზე ქ. ოსტრავაში
Photo 56. With the colleagues during the Professional Trip at the Ostrava
Фото 56. Профессиональная экскурсия по г. Острава вместе с коллегами



ფოტო 57. კონფერენციის პერიოდში ოფიციალური შეხვედრისას.
მარცხნიდან: პროფ. გ. გავარდაშვილი და პროფ. ჟუ გუანგთან.
Photo 57. Official meeting during the Conference
From the left: Prof. G. Gavardashvili and Prof. Zhu Guang

Фото 56. Во время официальной встречи в период конференции.
Слева: проф. Г. Гавардашвили и проф. Жу Гуанг

◆ 2014 წლის 13-16 ივლისს ლივერპულში (ინგლისი) გაიმართა II საერთაშორისო კონფერენცია თემაზე „Vulnerability, Risk Analysis and Management (ICVRAM)“, რომელშიც მონაწილეობა მიიღეს ინსტიტუტის

თანამშრომლებმა ტექნ. მეცნ. დოქტორმა, პროფ. გივი გავარდაშვილმა და ტექნ. აკად. დოქტორმა ინგა ირემაშვილმა სტატიით „საქართველოს სამხედრო გზის სატრანსპორტო დერეფანში მოსახლეობის უსაფრთხოების რისკ-ფაქტორების შეფასება“.

◆ 2014 წლის 10-11 ნოემბერს ესპანეთში, ქალაქ მადრიდში გაიმართა მსოფლიო აკადემიის მეცნიერების მიერ ორგანიზებული XII საერთაშორისო კონფერენცია „გარემოს დაცვა, ბიოლოგიური და ეკოლოგიური მეცნიერებები და ინჟინერია“. კონფერენციაში მონაწილეობა მიიღეს დოქტორანტებმა: ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომელმა თამრიკო სუპატაშვილმა და მაკა გუგუჩიამ (სამეცნიერო ხელმძღვანელი – პროფ. გ. გავარდაშვილი). თამრიკო სუპატაშვილმა გააკეთა მოხსენება თემაზე: „დურუჯის დვარცოფული კოლოდური ნატანის შესწავლა და მისი გამოყენება სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების გაზრდის მიზნით“, ხოლო მაკა გუგუჩიამ – თემაზე: „სამიარუსიანი დრენაჟის შესწავლა და მისი გამოყენება კოლხეთის ჭარბტენიანი ნიადაგების მელიორაციისათვის“. კონფერენციის დასრულების შემდეგ მონაწილეებს გადაეცათ შესაბამისი სერტიფიკატები (ფოტო 58-61).



ფოტო 58-61. კონფერენციაზე დოქტორანტების – თ. სუპატაშვილისა და მ. გუგუჩიას პრეზენტაციისას (ესპანეთი, ქ. მადრიდი)

Photo 58-61. PhD degree searchers at the International Conference – Mrs. T. Supatashvili and M. Guguchia during the presentations (Madrid, Spain)

Фото 58-61. Презентация докторантов Т. Супаташвили и М. Гугучия на конференции (Испания, г. Мадрид)



ფოტო 62. კონფერენციაზე პრეზენტაციისას (ქ. ბაქო. 25.11.2014)

Photo 62. During the presentation at the Conference (Baku. 25.11.2014)

Фото 62. Во время презентации на конференции (Баку, 25.11.2014)

◆ 2014 წლის 24-26 ნოემბერს აზერბაიჯანის ქ. ბაქოში ჩატარდა საერთაშორისო კონფერენცია თემაზე „გლობალური და რეგიონული ჰიდროპოლიტიკის პრობლემები საერთაშორისო თანამშრომლობისა და უსაფრთხოების კონტექსტში“, სადაც ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი გამოვიდა მოხსენებით „ტრანსსასაზღვრო მდ. მტკვრის წყლის რესურსები და მათი გამოყენების პოლიტიკა“ (ფოტო 62).

კონფერენციის მსვლელობისას (ფოტო 63, 64) შედგა შეხვედრა Gef-ის ხელმძღვანელთან, ქონ მერი მეთიუსთან, ეგვიპტის გარემოს დაცვის მინისტრის მოადგილესთან ახმედ აბუ ელსოუდ აჰმედთან, აზერბაიჯანის პრეზიდენტთან არსებული სტრატეგიული კვლევითი ცენტრის დირექტორთან ფარჰად მამადოვთან, ალიევის სახელობის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის გეოგრაფიის ინსტიტუტის დირექტორთან, აკადემიკოს რამიზ მამადოვთან, იუნესკოს განათლების, მეცნიერებისა და კულტურის ორგანიზაციის წევრთან სერბეთიდან, ბელგრადის უნივერსიტეტის სამოქალაქო მშენებლობისა და სამშენებლო ინჟინერიის ჰიდროლოგიისა და ჰიდროტექნიკის ფაკულტეტის დეკანთან, პროფ. იოვან დესპოტოვიჩთან, სარაევოს საერთაშორისო უნივერსიტეტის პროფესორთან ჰასან ზუჰური სარიკაიასთან, თურქეთის ჰიდროპოლიტი-

კის ექსპერტთან (კომპანია ada Muhendislik) დურსუნ ილდიზთან, ინდოეთის ადამიანთა რესურსების განვითარების სამინისტროს ექსპერტთან, პროფ. აჯვი კ. სარათესთან, იორდანის უნივერსიტეტის პროფესორთან, იორდანის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების სამეთვალყურეო საბჭოსთან არსებული სოფლის მეურნეობისა და წყლის რესურსების დეპარტამენტის დირექტორთან ელიას სალამეჰთან, აზერბაიჯანის ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის ფაკულტეტის დეკანთან, პროფ. ფარდა იმანოვთან და სსგ „აზ ჰიდროტექნიკა და მელიორაციის“ დირექტორთან, პროფ. ტელმან ზეინალოვთან (ფოტო 65).

ბამოფენაში მონაწილეობა

◆ 2014 წლის 17-19 ივლისს ქ. თბილისში, დიდუბის საგამოფენო პავილიონში, ინოვაციებისა და ტექნოლოგიების სააგენტოს ინიციატივით გაიმართა გამოფენა – საქართველოს ინოვაციები და გამოგონებები ბიზნესისათვის, სადაც მონაწილეობდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი და მათ შორის სტუ-ს წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი (ფოტო 66, 67). გამოფენის დახურვისას მონაწილეებს: პროფ. გივი გავარდაშვილს, ტექნ. მეცნ დოქტორს ირინა იორდანიშვილს და ტექნ. აკად. დოქტორს ვახტანგ სამხარაძეს გადაეცათ გამოფენაში მონაწილეობის სერტიფიკატები.



ფოტო 63-64. კონფერენციის მსვლელობისას (ქ. ბაქო, 24.11.2014)
Photo 63-64. During the presentation at the Conference (Baku, 24.11.2014)
Фото 63-64. В ходе конференции (Баку, 25.11.2014)



ფოტო 65. კონფერენციის მონაწილეებთან ერთად (ქ. ბაქო. 26.11.2014)
Photo 65. With the Delegates of the Conference (Baku. 26.11.2014)
Фото 65. С участниками конференции (Баку, 25.11.2014)

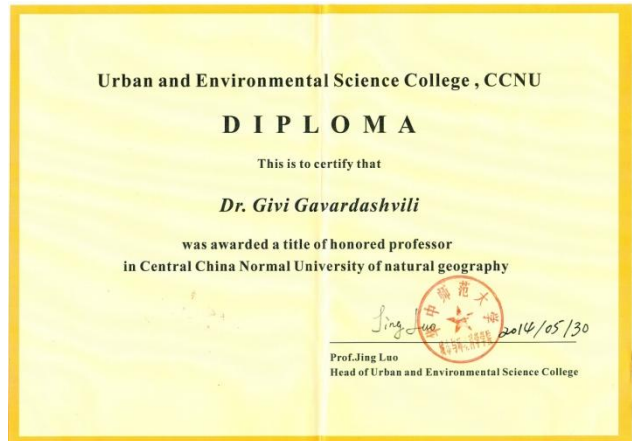
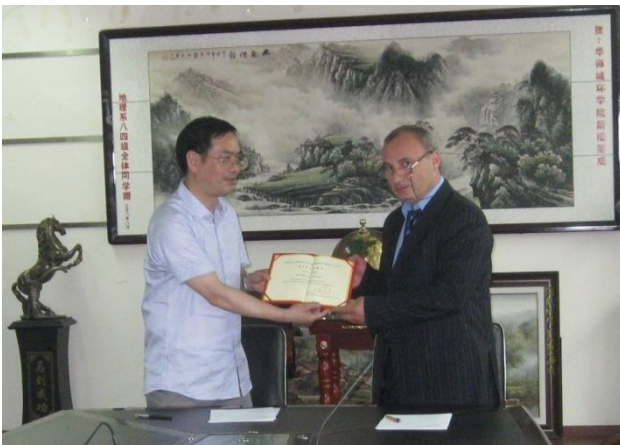


ფოტო 66-67. საგამოფენო პავილიონში: პროფ. გ. გავარდაშვილი და
ტექნ. აკად. დოქტორი ვ. სამხარაძე (18.07.2014)
Photo 66-67. At the Exhibition Pavilion: Prof. G. Gavardashvili and Dr. V. Samkharadze (18.07.2014)
Фото 66-67. В выставочном павильоне: проф. Г. Гавардашвили и техн. акад. докт. В. Самхарадзе

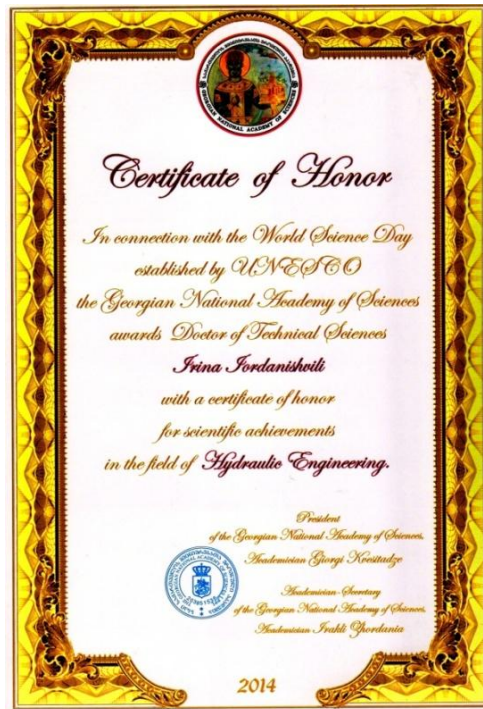
მიღებული ჯილდოები

◆ 2014 წლის 30 მაისს გაიმართა ცენტრალური ჩინეთის ნორმალის უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს სხდომა, სადაც გივი გავარდაშვილს 2007-2014 წლების განმავლობაში ჩინეთისა და საქართველოს მეცნიერებათა განვითარებისათვის შეტანილი წვლილის გამო მიენიჭა ცენტრალური ჩინეთის ნორმალის უნივერსიტეტის საპატიო პროფესორის წოდება (ფოტო 68, 69).

◆ 2014 წლის 10 ნოემბერს იუნესკოს მიერ დაწესებული მეცნიერების მსოფლიო დღესთან დაკავშირებით საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნულმა აკადემიამ ჰიდროტექნიკის დარგში სამეცნიერო მიღწევებისათვის ინსტიტუტის ზღვებისა და წყალსატევების განყოფილების ხელმძღვანელი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი ირინა იორდანიშვილი დააჯილდოვა საპატიო სიგელით (ფოტო 70).



ფოტო 68-69. საპატიო პროფესორის დიპლომის გადაცემისას
Photo 68-69. During of Award of Diploma of Honorable Professor
Фото 68-69. Вручение диплома почетного профессора



ფოტო 70. საპატიო სიგელი სამეცნიერო მიღწევებისათვის ჰიდროტექნიკის დარგში
Photo 70. Honorable certificate for achievements in Hydraulic Engineering
Фото 70. Почетная грамота за научные достижения в отрасли гидротехники

**ინსტიტუტის 2014 წლის საქართველოს
ეროვნული სამეცნიერო ფონდის
ბამარჯვებული ბრანტები**

◆ გრანტი № FR/115/9-180/13

„შავი ზღვის წყლის ხარისხის ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასება და ზღვისპირეთის აბრაზიული პროცესებისაგან დაცვის კომპლექსური ღონისძიებების დამუშავება საქართველოს საზღვრებში“, 1.03.2014 – 1.03.2015 (ხელმძღვანელი – გეოგრ. აკად. დოქტ. რ. დიაკონიძე).

**შოთა რუსთაველის ეროვნული
სამეცნიერო ფონდის საბრანტო
კონკურსში “ინდივიდუალური
სამოგზაურო ბრანტები“**

◆ ინსტიტუტის მედიორაციული სისტემების დაპროექტებისა და ექსპერტიზის განყოფილების ხელმძღვანელმა, ტექნ. აკად. დოქტორმა შორენა კუპრეიშვილმა გაიმარჯვა შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ გამოცხადებულ კონკურსში – ინდივიდუალური სამოგზაურო გრანტი და 2014 წლის 21-24 ნოემბერს იმყოფებოდა საფრანგეთში, ქალაქ პარიზში (**ფოტო 71**), სადაც მეცნიერების, საინჟინრო საქმის და ტექნოლოგიის მსოფლიო აკადემიის WASET-ის ორგანიზებით გაიმართა XII საერთაშორისო კონფერენცია „გარემოს, ბიოლოგიურ და ეკოლოგიურ მეცნიერებებსა და საინჟინრო საქმეზე“, რომელშიც მონაწილეობდა 13 ქვეყანა: დიდი ბრიტანეთი, თურქეთი, პოლონეთი, ინდოეთი, რუსეთი, კორეა, ალჟირი და სხვ.

**ინსტიტუტის
ურთიერთთანამშრომლობის
მემორანდუმები**

საქართველო

◆ 2014 წლის 22 მაისს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში ხელი მოეწერა ურთიერთთანამშრომლობის მემორანდუმს ინსტიტუტსა და „ახალგაზრდა ჰიდროტექნიკოს ინჟინერთა ასოციაციას“ შორის. მემორან-



**ფოტო 71. საფრანგეთში, ქ. პარიზში
კონფერენციაზე პრეზენტაციისას**
**Photo 71. During the Presentation at the Conference
in Paris, France**
**Фото 71. Во время презентации на конференции в
Париже (Франция)**

დუმი ითვალისწინებს ინსტიტუტის მიერ ახალგაზრდა სპეციალისტებისათვის სამეცნიერო-ტექნიკურ პროცესში ახალი ტექნოლოგიების შექმნა-ანალიზსა და სამეცნიერო საქმიანობაში ხელშეწყობას ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკური ლაბორატორიის გამოყენების გზით.

საზღვარგარეთი

◆ 2014 წლის 30 მაისს ჩინეთში, ჰუბეის პროვინციაში, მდ. იანძის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში ხელი მოეწერა თანამშრომლობის მემორანდუმს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტსა და მდ. იანძის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტს შორის.

◆ 2014 წლის 18 აგვისტოს ქ. მინსკში ინსტიტუტის დირექტორი პროფ. გ. გავარდაშვილი შეხვდა ბელარუსის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მედიორაციის ინსტიტუტის დირექტორს, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატს ნიკოლოზ ვახონინს და ხელი მოაწერეს თანამშრომლობის მემორანდუმს (**ფოტო 72, 73**).

◆ 2014 წლის 20 აგვისტოს ქ. გორკოში ბელარუსის სახელმწიფო აგრარულ-ტექნიკური უნივერსიტეტში შედგა შეხვედრა

უნივერსიტეტის რექტორს, ს/მ მეცნ. კანდიდატს, დოცენტ პაველ სასკევიჩსა და სტუ-ს წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორს, პროფ. გივი გავარდაშვილს შორის და ხელი მოეწერა ურთიერთთანამშრომლობის მემორანდუმს (ფოტო 74, 75).

საექსპერტო საქმიანობა

◆ კასპის მუნიციპალიტეტში მდ. თეხამზე წყალსაცავის მშენებლობის ექსპლუატაციის პროექტზე გარემოზე ზემოქმედების შეფასების საექსპერტო დასკვნა (პროექტის მედიორაციულ ნაწილზე) – ექსპერტი, პროფ. გივი გავარდაშვილი.

ინტერვიუები

◆ 2014 წლის 18 აგვისტოს ტელეკომპანია კავკასიის პირდაპირ ეთერში, გადაცემაში „სპექტრი“, შედგა სტუ-ს წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორის, პროფ. გივი გავარდაშვილის 1 საათიანი ინტერვიუ, რომელიც მიეძღვნა გარემოს დაცვის პრობლემებს, მათ შორის დევლორაკის მყინვარის პრობლემებს.

◆ 2014 წლის 26 სექტემბერს გაზეთში „Georgia Today“ №734 გამოქვეყნდა საგაზეთო სტატია, რომელიც მიეძღვნა ინსტიტუტის დაარსებიდან 85 წლის იუბილეს.



ფოტო 72-73. მემორანდუმის გაფორმებისას (ქ. მინსკი, ბელარუსი)
Photo 72-73. During signing the Memorandum (Minsk, Belarus)
Фото 72-73. Во время оформления меморандума (г. Минск, Беларусь)



ფოტო 74-75. მემორანდუმის გაფორმებისას (ქ. გორკი, ბელარუსი)
Photo 74-75. During signing the Memorandum (Gorki, Belarus)
Фото 74-75. Во время оформления меморандума (г. Горки, Беларусь)

The Water Management Institute Celebrates 85th Anniversary



At the meeting with Academician F. Todua (June, 2009)

Water Management Institute of Georgian Technical University is the one of the oldest scientific institutions in the South Caucasus, founded in 1925 but approved by Resolution of Government on September 1929. It is a successor of the former Water Management Institute of Transcaucasia, Georgian Scientific and Research Institute of Hydrotechnics and Melioration, Water Management and Engineering Ecology Institute of National Science Academy of Georgia and finally LEPL Water Management Institute.

Water Management Institute over the years was the only institution of such profile in the South Caucasus, the purpose of which was research of floods and high waters, erosion phenomena, natural disasters, coastal zones of seas and rivers, melioration (drainage of areas of high humidity, irrigation in remote areas), reservoirs and hydrotechnical facilities in the period of design, construction and operation, study of their reliability and other issues related to such problems. Later the similar research organizations were established on the basis of the Institute in Azerbaijan and Armenia, which are operating up to date and regularly collaborate with Water Management Institute.

Since its foundation up to 1947 Institute was headed by K. Mikhalov, E. Gabiev, N. Sokolovsky, D. Gallov, S. Bitlanar, G. Lann and P. Solod. In 1947-1968 the head was Professor Mikhail Gagoshidze, who made a substantial contribution to development of the Institute. In 1968-2005 the Institute was headed by the worldwide known scientist and institor, Academician of Georgian National Academy of Sciences, Academician of Russian Academy of Agricultural Sciences, laureate of State Prize in Sciences and Technology, one of the first owners of A. Kostikov Gold Medal, Doctor of Technical Science, Professor Tsotne Mirtskhalava, who in 2006 was named as the best Georgian scientist in technology field.

Since 2005 the Institute is headed by the Full Member of Engineering Academy, Doctor of Technical Science, Professor Givi Gavardashvili, who actively continued the work of Mirtskhalava. Gavardashvili made a great contribution to recovery of Institute in 2006-2010, when the massive privatization was carried out in the country.

It should be noted that thanks to his active work and assistance of Deputy Chairmen of Parliament, First Vice-President of Georgian National Academy of Sciences, Academician Fridon Todua, the laboratory was preserved in 2008-2010, where large-scale activities related to water management, melioration and environmental protection take place together with implementation of educational and scientific programs in

agricultural melioration.

With the assistance of Rector of Georgian Technical University (GTU) Academician Archil Prangishvili the group of scientists with the lead of Gavardashvili and Associated Professor Zurab Lobsanidze (professor V. Tevzadze, professor I. Iosadashvili, academic doctor: I. Imashvili, G. Chakhua, Sh. Kapreishvili, V. Shughuaia, R. Dialonidze, L. Trulskidze, J. Kakhadze and others) developed the bachelor's, master's and doctoral programs in the field of agricultural melioration, which successfully passed State accreditation and since 2012 trains personnel of this profile.

The Academician A. Prangishvili, Professors T. Batsikadze, G. Gavardashvili and academic doctor J. Kakhadze are one of the first organizers and active supporters of restoration of Niko Nikoladze Professional training center in Didi Djikhaishi village, Samtredia region that is one more glorious work in education of professional staff for our country.

Implementation of scientific and research programs are also actively carried out at the experimental melioration bases of Institute in different regions of Georgia: Poti, Karaleti, Arakhverdi, Gamajdyeba and Khomabudji villages. Today five departments equipped with modern computer hardware are operating in Institute including Departments of natural disasters, seas and reservoirs, melioration, environmental protection and engineering ecology and designing and expertise of melioration systems. Currently, 77 employees are working at the Institute from which 34% of them are scientific employees. Research and

scientific work of the Institute is headed by Science Board consisting of seven members.

The 17 budget topics are being developed at the Institute nowadays that are relevant to frequent natural disasters and scientific development of measures for environmental protection.

International Symposium Floods and Modern Problems of Fighting against Them, led by Professor Gavardashvili with assistance of Government was held in September 2009 under the support of UNESCO, was dedicated to the 80th anniversary of the foundation of Water Management Institute. Scientific experts of 22 countries took part in the event and the Resolution adopted at the Symposium has been recognized as a guidance document for UN member countries.

In 2005 Georgian Water Management Institute was by Century International Quality Eza Award diploma of Switzerland for numerous research projects, researches and operation of one of the best in the world hydrotechnical laboratory. In 2009 it received a Gold medal of American Biographical Institute (ABI), while National Science Academy of Georgia awarded the Institute twice: in 2008 and 2009, as the best scientific and research institutions of the country in agricultural field.

Since 2006 after becoming a LEPL Director of the Institute Gavardashvili concluded Memoranda of International Cooperation with research centers and universities such as University of Hesse (Germany); Lomonosov Moscow State University (Russia); Central China Normal University (China); Yerevan State University of Architecture and Construction (Armenia); Azerbaijan Scientific-Research Institute of Hydrotechnics and Melioration (Azerbaijan); Armenian Scientific-Research Institute of Water Problems and Hydrotechnical Facilities (Armenia); Scientific-Research Institute of Water Problems and Hydrotechnical Facilities of National Science Academy of Kirghizia (Kirghizia); University of Maryland (USA) and Balkn State University (Azerbaijan) to name a few.

In 2006-2013 the Institute received funding for 17 grant projects from Shota Rustaveli Scientific Fund, in the same period six grants were financed by President's grant for young scientists and three by the support of Conference Travel Grants. Currently, three grant projects are being developed in the Institute.

It should be noted that three grant

projects of international importance were developed in the Institute in 2007-2011, one of them was financed by National Academy of Science of the United States, while second by EU and the third by Swiss Development Cooperation (SDC). In 2011-2013, seven projects (so-called internal grants) were financed from Georgian Technical University, in nine projects of strategic importance were developed in the Institute while in 2009-2012 and fifteen projects on environmental impacts assessment were examined by its staff in 2008-2014. Additionally, in 2006-2013 employees of Institute got six patent certificates for their inventions. For 85 years of existence the Institute has got more than 120 certificates for inventions, more than 35% of which were put into practice.

In 2009-2013 scientific workers of the Institute published 161 research ar-

According to the order of Georgian Prime Minister 252 of August, 2008, the Institute actively participated in work of Commission for evaluation of damage caused to environment as a result of military actions in Georgia.

International and union scientific-research conferences, seminars and working meetings took place in the Institute during 85 years and under the support of UNESCO three international conferences were held: Anti-flood Measures in 1969, Man and the Sea in 1995 and Floods and Modern Methods of Fighting Against Them in 2009, which was dedicated to the 80th anniversary of the founding of the Institute.

On September 3, 2014, the United States Ambassador to Georgia Richard B. Normald and the Director of Institute Gavardashvili met at the Ambassador's official reception. They discussed coop-



At the official reception in the Ambassador's Residence. From the right: USA Ambassador to Georgia, Mr. Richard B. Normald and prof. Givi Gavardashvili. 3.09.2014

articles in Georgian scientific journals and 31 articles abroad, 10 monographs (one of them abroad), 12 manuals, 4 modules, 16 university training programs; scientific staff of the Institute presented 95 reports and published the same number of articles within 66 international scientific conferences and symposia and 29 similar events in Georgia. Two young scientists of the Institute have been trained in Wrocław University in Poland and at the moment 5 scientific workers actively participate in the NFP program financed by the Embassy of Netherlands, which implies the training in UNESCO Institute for Water Education in Delft in October, 2014. As to doctoral candidates, under the guidance of Professor Gavardashvili two employees of the Institute, Tambo Shugashvili and Maka Guguchia, won Grant Competition of Doctoral Educational Programs announced by the Shota Rustaveli National Scientific Fund and each of them got funding for scientific-research work in the amount of 21 000 Lari.

On March 20, 2013 the Institute was visited by, at that time, Minister of Regional Development and Infrastructure of Georgia David Naumania, Rector of GTU Academician Archil Prangishvili, Vice Rector Levan Klimishvili and Head of GTU Prospective Development Department Professor Tamaz Batsikadze who discussed implementation of large-scale modeling of constructions in hydro technical laboratory in order to implement reliable infrastructural projects. One of the priorities for Rector of GTU Academician Prangishvili is modernization of the laboratory.

eration between the Institute and the USAID in the fields of water resources management, melioration and regulation of natural disasters.

International Scientific-Technical Conference Modern Problems of Water Management, Environment, Architecture and Construction, will be held on September 27-30, which is dedicated to the 85th anniversary of the Institute.

Since 1934 the collection of scientific papers are traditionally published in the Institute with annotations on Georgian, English and Russian language and international serial number ISSN - 1512-2344. Since 2005 the edition of those papers became annual and is distributed in more than 20 countries. The next, 69th issue of scientific papers is planned in 2014. It must be noted that the Institute is the author of numerous methods and methodology related to water management, melioration, environmental protection, reliability of water features and risk prediction, which are already used in more than 500 projects of national and international importance. Based on the above stated, we hope that 4th International Conference with its topics and immensity will contribute to environmental sustainability and security of population.

According to the decision made on August 8 this year, institute might be named in honor of world known scientist, academician Tsotne Mirtskhalava was made.

International Conference Organizing and Scientific Committee



Visit to the Hydrotechnical laboratory (22.08.2013). On the right: Academician A. Prangishvili, Sh. Murghula, D. Naumania and Professor G. Gavardashvili

CHRONICLE

THE INFORMATION ABOUT THE ACTIVITIES OF THE Ts. MIRTSKHULAVA WATER MANAGEMENT INSTITUTE OF GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY

2014

The Institute, which was established in 1929, currently employs 64 employees, among which 54% are scientists, including: 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 – academicians of Academy of Ecology, 9 – Scientific Doctors and 16 – Academic Doctors, 3 – PhD students and 3 – Masters.

SCIENTIFIC-RESEARCH ACTIVITIES OF THE INSTITUTE

◆ In 2014 approximately 70 Scientific Articles were published in the periodical publications by the scientists of the institute, and 1 monograph – abroad;

◆ At least 17 budgetary themes are carried out in the institute that are actual in terms of scientific processing of environmental protection measures and increasing of a number of natural disasters in the country;

◆ In 2014 Institute has published 2 volumes of collected papers: proceedings of the IV International Conference dedicated to the 85th Anniversary of the Institute and regular volume №69 of collected scientific papers.

SCIENTIFIC RELATIONS OF THE INSTITUTE

Georgia:

◆ On 15 January 2014, based on the Official Letter #1778 from 6 January 2014 of the Ministry of Education and Science of Georgia, meeting between the Vice-Minister, Doctor of Technical Science, Prof. Tamaz Marsagishvili and Director of the Institute, Doctor of Technical Science, Prof. Givi Gavardashvili has been held (*see photo 1; page 380*). Discussion was dedicated to the financing of

the Scientific-Research Institutes of Georgia in 1st quarter of 2014 and transition of the Institutes towards the program financing in II quarter. During the meeting, which was held for two hours, the issues related to the employees of the Scientific-Research Institute, current status and conditions of the Hydraulic-Engineering Laboratory and 5 regional subordinated Scientific-Research stations and necessity of their rehabilitation in order to prepare professional young staff have been highlighted.

◆ On 16-18 January 2014 the Senior Scientist of the Institute, Associated Prof. of the GTU Zurab Lobjhanidze on a behalf of the Resource Center at the Ministry of Education and Science of Georgia has been commissioned to the Dedoplistskharo region, in order to carry out the school competition in the region.

◆ On 4 March 2014 the Institute was hosted the meeting dedicated to the construction of the Tianeti Cathedral. The meeting was attended by: Episcopo of Pshav-Khevsureti, Father Mikhael; Director of the Institute, Doctor of Technical Science, Prof. Givi Gavardashvili; Vice-Director of the Institute, Doctor of Technical Science, Ass. Prof. Inga Iremashvili; Head of the Department of Permissions, Current Projects and Monitoring at the National Agency for Protection of the Cultural Heritage of Georgia, Architecture Nikoloz Zazunishvili; Constructor of the Church Gia Chanishvili; Land Surveyors – Roman Shavadze and Goderdzi Paksashvili; Doctor of Technical Science, Prof. from GTU, Constructor Nino Mskhiladze and Geologist from GTU, Academic Doctor of Geology Zurab Varazashvili (*see photo 2; page 380*). Meeting was dedicated to the preparation of the engineering-geological Conclusion for foundation, which is necessary for the construction of the Cathedral (width – 22 m, length – 32 m and height – 32 m) in Tianeti city and development the measures for

protection of the Church against the floods formed in the riverbed of Iori River, which flows along the territory of Church.

◆ On 5 June 2014, the Institute was visited from Brussels (Belgium) by the Scientist Michael Switkes who represents NATO-'s Science, Peace and Security Program, for the purpose of future cooperation of the Institute with NATO in areas of environmental protection (*see photos 3, 4; page 381*).

◆ On 9 July 2014 the thematic seminar and theoretical/experimental research/colloquium of Doctoral Candidates – Tamriko Supatashvili and Maka Guguchia was held at the Faculty of Construction of the GTU. The meeting was dedicated to the scheduled overview of the theses and included presentations about ongoing scientific activities (*see photo 5; page 382*).

◆ On July 9 2014, Doctoral students at the Faculty of Construction – Tamara Supatashvili, Maka Guguchia and George Mekhrishvili have conducted thematic workshops, presentation and theoretical/experimental study/colloquium that where dedicated to the scheduled revision of the scientific research (*see photos 6, 7; page 382*).

◆ On 10 December 2014, Director of the Institute, Doctor of Technical Science, Prof. Givi Gavardashvili has met with the Representative of the Tsageri Municipality, Mr. Revaz Benianidze and Head of the Division of Coordination of Representatives of the same Municipality, Mr. Avtandil Ephadze. The meeting was dedicated to the cooperation of the Institute and Tsageri Municipality in the field of regulation of erosion-mudflow processes and implementation of the water supply projects for the villages of the region. Both parties agreed to prepare agreement about mutual cooperation during the 1st quarter of 2015.

Foreign relations:

◆ On 6-8 January 2014 the Institute was visited by the Professor of the Faculty of Geography of Moscow Lomonosov State University, Scientific Secretary of the International Association of Mudflows – Sergey Chernomorets. Director of the Institute, Chairman of the Scientific Council, Prof. Givi Gavardashvili made an offer to develop Mutual International Grant Project for Caucasus

Region (including Russia, Georgia, Azerbaijan and Armenia) on Assessment of the Risk of Populations' Security during Natural Disasters, which will be submitted by the NATO member Countries to Brussels – NATO Headquarter. Both parties agreed that from Russia side the Project will be coordinated by the Faculty of Geography of Moscow Lomonosov State University, and from South Caucasus Region – by the Director of the Water Management Institute of GTU (*see photo 8; page 383*).

◆ On 24 February 2014 the Institute was hosted the Dean of the Faculty of Construction of the Belgrade Technological University, Doctor of Technical Science, Prof. Marko Ivetik. The meeting was dedicated to the development of the Grant Projects about the Programs for exchange the young specialists (*see photo 9; page 383*).

◆ From 24 May – to 3 June 2014, Director of the Water Management Institute of the Georgian Technical University, Doctor of Technical Science, Professor of the Faculty of Construction – Givi Gavardashvili has officially visited Central China Normal University of Peoples' Republic of China in order to prepare International Grant, carry out the lectures and presentation. According to the Memorandum of Understanding between these two Scientific and Educational Organizations, which was signed in Tbilisi on 11 August 2007, above mentioned visit was fully financed by the Chinese University.

Lectures and Presentations covered the following topics: Improvement of methods for adjusted forecasting the natural spontaneous disasters against a background of global climate change; Introduction of the new cost-effective and resources saving measures for regulation of disasters and development of its design methodology (*see photos 10, 11; page 384*).

On 29 May 2014 at the Faculty of Geography of the Central China Normal University Prof. Dr. Givi Gavardashvili had met with the Doctoral Degree and Master Degree students. Discussion was dedicated to the Environmental Protection Problems as both in China and Georgia (*see photo 12; page 384*).

On 30 May 2014, recurrent presentation of Prof. Givi Gavardashvili has been carried out at the

Scientific-Research Institute of river Yangzi, whereupon the meeting with the Director of the Institute, Prof. Pingcang Zhang and Prof. Yijin Wu of the Central China Normal University was held, where all parties agreed to prepare mutual project about study of the current ecological problems existed in the water catchment basin of rivers Enguri (Georgia) and Yangzi (China) including realization of the large-scale laboratory modeling of the given processes. Developed project proposal should be submitted for financial support to the Government of China (*see photos 13, 14; page 385*).

Director of the Institute, Prof. Pingcang ZHANG has introduced to the Prof. Givi Gavardashvili and Prof. Yijin Wu the Complex Hydraulics Engineering Laboratory (total length up to 1 km) of the Scientific-Research Institute (*see photos 15, 16; page 385*).

◆ On 18 July 2014, the Georgian Technical University was hosted the Vice-Dean for International Relations with the Caucasus Countries of the Faculty of Forestry of the Poznan University of Natural Resources, Doctor of Forestry Sciences – Gregory Raczka. Conversation covered issues related to the mutual development of the recommendations for designing the erosion control measures for both Caucasus region and Poland.

◆ From/to 14-20 August 2014, Director of the Institute, Prof. Givi Gavardashvili was visited Minsk (Belorussia) in order to create mutual cooperation with the Scientific-Research Institutes. On 15 August 2014 the meeting was held with the Director of the Institute of Land Reclamation of the National Academy of Science of Belarus, Candidate of Technical Sciences – Nikolay Vakhonin. Parties were agreed about conditions of mutual cooperation and developed memorandum was signed on 18 August 2014.

On 19 August 2014 the meeting was carried out in Minsk with the Rector of the Belarus State Agrotechnological University, Doctor of Technical Sciences, Prof. Ivan Shyla. Professor Givi Gavardashvili has introduced the scientific achievements of the Water Management Institute of Georgia and both parties agreed on future mutual cooperation in the field of preparation of programs for exchange young scientists and signing the Memorandum of

Understanding (*see photo 17; page 386*).

On 20 August 2014, Prof. Givi Gavardashvili was met with the General Director of the Land Management Scientific-Practical Center of the National Academy of Science of Belarus, Doctor of Agricultural Sciences, Prof. Feodor Pryvalov, where the discussion was directed towards the Land Reclamation, particularly to the introduction of the new drainage constructions at the high-moisture soils of Belarus (*see photo 18; page 386*).

At the same day, in Minsk the meeting was held between Prof. Givi Gavardashvili and Director of Bulgarian Ltd. "PROGRESSIVE TECHNOLOGY (PROTE) – 22", Ms. Ivanka Popova and Regional Manager of the Central and Eastern Europe and Russia of Dutch Firm ISO 9001 "SKALAR", Ms. Katya Lipnickaya, where the topics of conversation dedicated to the cooperation with the Bulgaria in the field of increasing the productivity of arable lands by means of application of the new and modern chemical minerals, and with the Netherlands – about the provision of modern analyzers for conducting water analyses at the Water management Institute of Georgia (*see photo 19; page 387*).

20 August, 2014 the meeting was held at the Belarusian State Agricultural and Technical University in Gorky city. The session was attended by the rector of the University. Ph.D. Pavel Saskevich, Vice Rector for Research Ms. Natalia Dudkova, vice-rector of the Economic Department, Victor Kapitovsky, vice-president of the National Academy of Sciences of Belarus, academician Alexander Tsiganov, Meshcher Scientific Technical Center, Dr. of the Technical Sciences, Prof. Yuri Mazhaiskiy (Russia), Dean of the Faculty of the Hydraulic Engineering Structures, Prof. Mikhail Nesterov, Director of the Bulgarian Ltd. "PROGRESSIVE TECHNOLOGY (PROTE) – 22" Ms. Ivanka Popova, Professor Mustafa Mustafayev – Research Institute of Soil Sciences and Agrochemistry at the Azerbaijan National Academy of Sciences, Prof. Givi Gavardashvili and other universities. The parties discussed the issues related to the mutual cooperation in the field of agricultural reclamation and scientific cooperation.

After the meeting Prof. Givi Gavardashvili has been invited to visit the Hydraulic Engineering

Laboratory and Field-Training Land Reclamation Polygon that are belonged to the Belarusian State Agricultural and Technical University Hydraulic (*see photos 20, 21; page 387*).

All members of the meeting were invited to Georgia on September 27-30, 2014 to the Institute to celebrate 85th Anniversary of the Georgian Water Management Institute and participate at the International Scientific and Technical Conference entitled "Modern Problems in Water Management, Environmental Protection, Architecture and Construction".

◆ On 17 June 2014 the Institute was hosted the Head of the Laboratory of Channel Processes at the Russian State Hydrological Institute – Prof. Zurab Kopaliani). The discussion was related to the mutual cooperation of two Hydraulic Engineering Laboratories of two Institutes for conducting the large-scale modeling on Development of Environmental Protection Measures (*see photo 22; page 388*).

◆ On September 2014 the USA Ambassador in Georgia – Mr. Richard Nornald was hosted an official meeting with the Director of the Water Management Institute Dr., Prof. Givi Gavardashvili. The discussion was dedicated to the mutual cooperation between the USAID and Georgian Water Management Institute in the field of water resources management, land reclamation and regulation of the natural disasters (*see photo 23; page 388*).

After the meeting with the USA Ambassador, the discussion was continued with Mr. Lev Kuchevski, who is the Chief Specialist on International Trainings at the USA Department of Agriculture. Discussion was focused on improving the skills of the staff of the Institute within the Cochran Fellowship program in the field of agriculture (*see photo 24; page 389*).

◆ On October 10, 2014 the meeting was held with the Rector of the Institute of UNESCO-IHE Water Education Institute (Delft, the Netherlands) Prof. Alexander Szollos-Nagy and Coordinator of the 348-GEO project (entitled "Environmental Issues in the Higher Education in Engineering Teaching in the Light of Global Warming" and was financed within the NUFFIC Fellowship Program) – Prof. Laszlo Hayde and Director of the Georgian Water Management Institute Prof., Dr. Givi Gavardashvili. The issues of discussion included develop-

ment of mutual project on Water Management and Environmental Protection for future cooperation between the UNECO-IHE and Georgian Water Management Institute, where all three South Caucasus Countries will be involved (*see photos 25, 26; page 389*).

On October 14, 2014 at the same time an official meeting was held with the lawyer of the UNESCO-IHE Dr. Zaki Shubber (*see photo 27; page 390*). Discussion was focused on issues related to the cross-border river cooperation between Turkey - Georgia - Azerbaijan - Armenia – Iran, development of the mutual river watershed water policy strategy, determination of the ecological problems in the Kura River basin and identification of water resources requirements from each participated party. Parties agreed to continue cooperation in order to prepare the mutual scientific paper about the Kura River basin "WATER RESOURCES OF THE TRANSBOUNDARY RIVER MTKVARI AND POLICY OF THEIR EXPLOITATION", which will be presented at the International Conference entitled "Global and regional hydrological problems in the context of International cooperation and security", which will hosted by Baku, Azerbaijan on 24-26 November 2014 under patronage of the President of Azerbaijan.

On October 20, 2014 the meeting was held with the Head Researcher at the well-known Hydraulic Engineering Laboratory – Prof., Dr. Arno Talmon and Technological University. The meeting was attended by the Prof., Dr. Dr. Jerzy Sobota from the Wroclaw University of Environmental and Life Sciences. Dr. Arno Talmon has invited guests to visit "Deltares" Laboratory and the future cooperation within the development of mutual international grants for training the students and organization of the trainings 17th International Conference on "Transport and sedimentation" in Delft (Netherlands) in 2015 (*see photos 28, 29; page 390*).

On 21 October 2014 Prof., Dr. Laszlo Hayde has organized the visit to the Hydraulic Engineering Laboratory at the Delft Technical University in order to familiarize with the modern laboratory equipment and ongoing international project on introduction modeling (*see photo 30; page 391*).

◆ On 28 November 2014 the Georgian Water

management Institute was visited by the Chief Expert from Dutch firm "Ecocoast" – Dr. Rick Bosch (*see photo 31; page 391*). The invited guest visited the Hydraulic Engineering laboratory of the Institute and Experimental Erosion Control Polygon for producing and testing the erosion control plant - pampas. During the meeting with the Director of the Institute Prof. Givi Gavardashvili, both parties agreed to organize the mutual meeting in 2015 for development the plan for future intersectional scientific research cooperation.

THE PROJECTS OF STATE IMPORTANCE

◆ On 28 February 2014 the working team from the Georgian Water Management Institute has visited Tianeti in order to discuss the issued related to the construction of the (Pshav-Khevsureti bishop) Tianeti Holy Trinity Cathedral. The meeting at Tianeti were attended by: Bishop Michael, Director of the Georgian Water Management Institute Dr. of Technical Sciences, Prof. Givi Gavardashvili, Deputy Director of the Georgian Water Management Institute, Acad. Dr. Inga Iremashvili, Mr. Nikoloz Zazunishvili – Architecture at the Agency for Cultural Heritage Protection and Permissions, Department of Monitoring; builder of the church – Mr. Gia G. Chanishvili, surveyors – Mr. Roman Shavadze and Mr. Goderdzi Paksashvili; Prof., Acad. Dr. Nino Mskhiladze from GTU and geologist, Acad. Dr. Zurab Varazashvili from the Construction Institute. At the site where Tianeti Cathedral is planned to be built, at the right bank of river Iori the several scientific research activities for determining the depth of foundation and value seepage water flow from the river bed river and tests have been conducted. Experts have carried out engineering-geological mapping and ground survey of the pit arrangement (*see photos 32-34; page 392*).

◆ On 17 May 2014 for evaluating and forecasting the existing risk-factors after formation of the mudflow processes that are provoked in the river bed of Devdoraki glacier in the watershed of river Kabakhi (the left tributary of river Tergi) and in village Stepantsminda and introducing the possible mudflows control structures. In order to conduct the scientific-research works at the site, the visiting team also included special guest Mr. Sergey

Chernomorets who is the Scientific Secretary of the International Association on Mudflows and Ass. Prof. at the Faculty of Geography at the Lomonosov State University (Moscow, Russia), and Prof. Givi Gavardashvili – Director of the Georgian Water Management Institute (*see photos 35, 36; page 393*), and Acad. Ph.D., Assoc. Prof. Goga Chakhaya – Head of the Division of Environment and Engineering Ecology at the Georgian Water Management Institute (*see photos 37, 38; page 393*).

Taking into consideration the field and theoretical research expertise the grant project entitled "Evaluation and forecast of the risk factors existed after the formed (on 17 May 2014) mudflow processes in the valley of river Kabakhi (left tributary of river Tergi) and development of the mudflow control modern measures" has been developed and submitted to the Shota Rustaveli National Science Foundation for further financial support.

TRAINING AND INTERNSHIPS

Georgia:

◆ On 30 March-12 April 2014 within the framework of the TMT-348-GEO project entitled «Environmental Issues in the Higher Engineering Education in the Light of Global Warming», Project coordinator Professor. L. Hayde, which was financed by the Netherlands Fellowship Program (NUFFIC), the 1st phase of the Tailor Made Training was conducted in Tbilisi where the employers of the Institute included Prof. Givi Gavardashvili and Eduard Kukhalashvili, Acad. Doctors: Ms. Inga Iremashvili, Mrs. Shorena Kupreishvili and Konstantin Bziava took place (*see photo 39; page 394*).

Abroad:

◆ Academic Doctor Ms. Marine Shavlakadze, scientific employer at the Division of Seas and Reservoirs of the Georgian Water management Institute has won in the competition (an official letter from the Vice-Chancellor of Wroclaw University, Prof. Alana Vilichko, 19, 2013 letter No. 442, 11.07.2013) and carried out scientific-research from 7 January 2014 and to 7 April 2014 in Wroclaw (Poland).

◆ On 22 June – 6 July 2014 within the framework of the TMT-348-GEO project entitled "Environmental Issues in the Higher Engineering Education in the Light of Global Warming", Project coordinator Professor. L. Hayde, which was financed by the Netherlands Fellowship Program (NUFFIC), the 2nd phase of the Tailor Made Training was conducted in Yerevan (Armenia) where the employers of the Institute included Prof. Givi Gavardashvili and Eduard Kukhalashvili, Acad. Doctors: Ms. Inga Iremashvili, Mrs. Shorena Kupreishvili and Konstantin Bziava took place (*see photo 40; page 395*).

◆ On 5-25 October 2014 within the framework of the TMT-348-GEO project entitled "Environmental Issues in the Higher Engineering Education in the Light of Global Warming", Project coordinator Professor. L. Hayde, which was financed by the Netherlands Fellowship Program (NUFFIC), the 3rd phase of the Tailor Made Training was conducted in Delft (Netherlands) where the employers of the Institute included Prof. Givi Gavardashvili and Eduard Kukhalashvili, Acad. Doctors: Ms. Inga Iremashvili, Mrs. Shorena Kupreishvili and Konstantin Bziava took place (*see photos 41, 42; pages 395, 396*).

After the completion of all three phases of the project, the project participants have received certificates (*see photo 43; page 396*).

PARTICIPATION IN THE INTERNATIONAL CONFERENCES AND SYMPOSIUMS

Georgia:

◆ On 27-30 September 2014 the Institute was celebrated 85th anniversary of its establishment at the Niko Nikoladze Conference Hall of the Georgian Technical University and held 4th International Scientific-Technical Conference entitled "Modern Problems in Water Management, Environmental Protection, Architecture and Construction". The conference was attended by the scientists, experts and young professionals from around 13 countries (Azerbaijan, the US, Belarus, Bulgaria, Israel, Lithuania, Poland, Russia, Georgia, Armenia, Czech Republic, China, and the Netherlands). The Conference Proceeding was published (274 pages) in English.

The conference was opened by the Vice Chancellor of the GTU, Dr., Prof. Tamaz Batsikadze, who congratulated the 85-year anniversary of the institute, highlighted the important role of the Georgian Water Management Institute in the South Caucasus countries from the point of view of the region's security and scientific space and wished further active scientific- practical, scientific and educational activities (*see photo 44; page 397*). Director of the Georgian Water Management Institute, Dr., Prof. Givi Gavardashvili has reviewed the past 85 years of the Water Management Institute including the scientific-technical and expertise activities and achievements (*see photo 45; page 397*).

Welcome speeches were also made by: Prof. Hovhannes Tokmajyan – Rector of the Armenian National Polytechnical University (Yerevan, Armenia); Prof. Farda Imanov – Dean of the Faculty of Geography, Baku State University (Baku, Azerbaijan) (*see photo 46; page 398*); Mr. Anzor Chitaya – Head of the Department at the Ministry of Education and Science of Georgia (Tbilisi, Georgia); Prof. Yuri Mazhaiskiy – Director of the Meshcheri Scientific Technical Center (Ryazan, Russia); Prof. Telman Zeynalov – Director of the Azerbaijan National Environmental Forecasting Center (Azerbaijan); Prof. Vladimir Skorin – Vice-Rector of the Belarusian State Agricultural Academy (Minsk, Belarus); Ms. Ivanka Popova – Director of the Ltd. "PROGRESSIVE TECHNOLOGY (PROTE) – 22" (Bulgaria); Prof. Christina Bryces – Institute of Environmental Protection and Development, Wroclaw University of Environment and Life Sciences (Wroclaw, Poland); Seihan Aliyev – Head of the Department of Hydrogeological and Land Reclamation Service (Azerbaijan); Prof. Mustafa Mustafayev – Head of the Department of Chemistry, Azerbaijan National Academy of Sciences (Baku, Azerbaijan); Ms. Katia Lipnitskaya – Regional Manager of the and Eastern Europe, Russia and CIS of the Dutch Firm ISO 9001 "SKALAR" (*see photos 47-49; pages 398, 399*).

Director of the Institute presented to the delegates of the Conference the Decision of the Scientific Council and Academic Council of GTU (September 22, 2014 Resolution # 1263) about

granting to the Institute the name of the world-famous scientist, Academician Tsothe Mirtskhulava. The documents were handed over to the Ministry of Education approval in October 2014, which was executed (*see photo 50; page 399*).

The guests presented special gifts to the Director of the Institute, Prof. Givi Gavardashvili, after which he presented an official greeting messages from the colleagues from different countries:

- ❖ Director of the Center for Strategic Research from the University of Maryland, Prof. Bilal Ayyub (Maryland, USA);
- ❖ Director of the Institute of Hydraulics and Water Management of the Vienna University of Natural Resources and Life Sciences-BOKU, Prof. Willibald Loiskandl (Vienna, Austria);
- ❖ UNESCO Institute for Water Education, Water Engineering Department – Prof. Laszlo Hayde (Delft, The Netherlands);
- ❖ Director of the Institute of Hydrology, Federal Budget State Organization, Academy of Sciences of Russia – Prof. V. Vuglinski (St. Petersburg, Russia);
- ❖ Deputy Editor of the Azerbaijan newspaper "Caspian" – Mr. Ali Saidov (Baku, Azerbaijan);
- ❖ US Department of Agriculture, Expert in Training at the Cochran Fellowship Program – Mr. Lev Kuchevski (Maryland, USA);
- ❖ Department of Geography, Lomonosov Moscow State University – Ass. Prof. S. Chernomorets (Moscow, Russia);
- ❖ Director of the Institute of Water Problems and Hydropower at the Kyrgyz National Academy of Sciences – Prof. Diushen Mamatkanov (Bishkek, Kyrgyzstan);
- ❖ Academician-Secretary of the National Academy of Sciences – Academician Otari Natishvili (Tbilisi, Georgia), etc.

After the presentations, the conference presented a resolution prepared by the scientific experts, which was signed by the co-chairs of the steering committee (Professors Givi Gavardashvili, Hovhannes Tokmajyan and Farda Imanov). The resolution was sent to the Governments of South Caucasus countries for further study. On 30 September 2014 at the Closing Ceremony of the

Conference the International Steering Committee was decided to carry out the next V International Conference in 16-19 July 2015 in Georgia.

Abroad:

◆ According to the order (№ 138/04) of the Rector of the Georgian Technical University from 16 June 2014, during the 22-30 June 2014 Prof. Givi Gavardashvili has participated in the 6th International Conference in Ostrava (Czech Republic) entitled "Modern Problems of Construction and Architecture". Prof. Gavardashvili was a member of the International Committee of the Conference and Chairman of two sections.

On June 24 2014 Prof. G. Gavardashvili presented scientific paper on "Prediction of The Erosive Processes in The Corridor of Baku-Tbilisi-Ceyhan Oil Pipeline and Development of Methods to Design the New Engineering Environmental Protection Measures", and on 25 and 26 June 2014 he chaired two sections – "Engineering Ecology, Energy and Green Construction" and "Municipal Engineering, Water Treatment Systems, Management, Economics and Related Sciences" (*see photos 51, 52; page 400*).

On 25 June 2014 a meeting was held with the Rector of the Ostrava Technological University, Prof. Kubechkova Darya (*see photo 53; page 401*). Discussions focused on future cooperation between the Ostrava Technological University and Georgian Water Management Institute of the Georgian Technical University in order to exchange the young scientists and experts within the joint international projects. During the same day the meeting was held with the Rector of the Yerevan State University of Architecture and Construction, Prof. Garik Calustyan and Vice-Dean of the Faculty of Construction of the Czestochowa (Poland) Technology University, Prof. Yaroslav Raichik (*see photo 54; page 401*).

During the International Conference the working meetings were held with Directors of the Institutes and Scientists from Italy, Poland, China, Russia, and Armenia.

The Organizing Committee of the 6th Scientific-Research Conference has decided that the next 7th International Conference will be held in July 2015 in Florence (Italy). Cultural and profes-

sional trips were included in the Program of the International Conference (*see photos 55, 56; page 402*).

During the visit at the Ostrava Technical University, the meeting was held between the Director of the Georgian Water Management Institute, Prof. Givi Gavardashvili and the President of the Beijing University of Construction and Architecture, Prof. Zhu Guang. The decision was made to allow information exchange and cooperation in the future (*see photo 57; page 402*).

Meetings were also held with the staff and academic doctors of the Faculty of Construction of the Czestochowa Technological University: Adam Ujma, Anna Lis and Prof. Evgeny Smirnov - the vice-rector of St. Petersburg State University of Architecture and Construction Research.

◆ On 13-16 July 2014 Director of the Institute Prof. Givi Gavardashvili and Vice-Director Ass. Prof. Inga Iremashvili were participated in the II International Conference on "Vulnerability, Risk Analysis and Management (ICVRAM)" (Liverpool, England, UK) and has presented the scientific paper entitled "The Evaluation of Risk-Factors of Population Safety in Transport Corridor of Georgian Military Road".

◆ On 10-11 November 2014 students of doctoral candidates and employees of the Georgian Water Management Institute Ms. Tamara Supatashvili and Ms. Maka Guguchia (Scientific Coordinator Prof. Givi Gavardashvili) have been participated in the XII International Conference "Environment, Science and Engineering biological and ecological" (Madrid, Spain), which was organized by the World Academy of Science. Mrs. Tamara Supatashvili has presented the scientific paper entitled: "Study the Duruju river mudflow colloidal sediment and its usage for increasing the agricultural arable lands", while Ms. Maka Guguchia has presented the following topic "Study the three staged drainage and its usage for the amelioration of the wetland soils in Kolkheta". After the conference, certificates were awarded to the Conference Participants (*see photos 58-61; page 403*).

◆ On November 24-26 2014 the International Conference entitled "Global and regional hydro political problems in the context of International cooperation and security" was hosted by Baku,

Azerbaijan. Where Prof. Givi Gavardashvili has presented the scientific paper entitled "The resources of Transboundary River Mtkvari and Policy of its use" (*see photo 62; page 403*).

◆ The following meetings were held during the International Conference (*see photos 63, 64; page 404*): meeting the Director of GEP - PhD Mary M. Mattheus; Vice-Minister of the Environmental Protection – Dr. Ahmed Abou Elseoud Ahmed; Direct of the Strategic Research Center – Prof. Farda Imanov; Director of the Institute of Geography of the Aliyev National Academy of Sciences – Academician Ramiz Mammadov; Member of UNESCO Education, Science and Culture Organization from Serbia, Dean of the Faculty Hydrology and Hydraulic Engineering of the Belgrade University of Civil Engineering and Construction engineering – Prof. Jovan Despotovich; Professor of the Sarajevo International University – Hasan Zuhuri Sarikaya; Expert of Hydropolicy of Turkey (from Company "ada Muhendislik" – Mr. Dursun Yildiz; Expert of the Ministry of Human Resource Development Ministry – Prof. Ajay K. Sarathe; Professor of the Jordan University of Science and Technology, Director of the Water Resources Department at the Supervisory Board of the Jordanian Ministry of Agriculture – Dr. Elias Salameh; Dean of the Faculty of Geography of the Baku State University (Azerbaijan) – Prof. Farda Imanov and Director of the NGO "AZ Hydraulic Engineering and Land Reclamation" – Prof. Telman Zeynalov (*see photo 65; page 405*).

PARTICIPATION AT THE EXHIBITIONS

◆ On 17-19 July 2014 Georgian Technical University and Georgian Water Management Institute have participated at the Innovation and Technology Exhibition Center in Tbilisi on "Innovations and Inventions for Business in Georgia" (*see photos 66, 67; page 405*). At the closing of the exhibition participants: Prof. Givi Gavardashvili, Dr. Irina Iordanishvili and Dr. Vakhtang Samkharadze were awarded certificates of participation at the exhibition.

AWARDS

◆ On May 30, 2014 the Academic Council of the China Normal University Academic Council

has awarded Honorary Professor of the China Normal University to the Director of the Institute Prof. G. Gavardashvili for his contribution towards the development of sciences of China and Georgia in 2007-2014 years (*see photos 68, 69; page 406*).

◆ On 10 November 2014 by the UNESCO World Day of Science, the National Academy of Sciences has awarded honorary certificate to the Head of the Division of Seas and Reservoirs – Dr. Irina Iordanishvili (*see photo 70; page 406*).

GRANTS OF THE INSTITUTE

Granted Project financed by the Shota Rustaveli National Science Foundation in 2014

◆ **Grant № FR/115/9-180/13**

"Ecological assessment of the water quality of The Black Sea and development of measures for protection of sea borders abrasive processes", 1.03.2014 – 1.03.2015 (Coordinator Dr. R. Diakonidze).

Granted Projects within "Individual Travel Grants" Program financed by the Shota Rustaveli National Science Foundation in 2014

◆ The Head of the Division of Design and Expertise of the Land Reclamation Systems, Ass. Prof., Dr. Sh. Kupreishvili won Travel Grant which is financed by Shota Rustaveli National Science Foundation and on 21-24 November 2014 was travelled to Paris, France (*see photo 71; page 407*) and participated in the XII International Conference entitled "Environmental, biological and ecological science and engineering" which was organized by the Academy of Science, Engineering and Technology WASSET and hosted participants from 13 countries: Great Britain, Turkey, Poland, India, Russia, Korea, Algeria, etc.

MEMORANDUMS OF UNDERSTANDING AND COOPERATION

Georgia

◆ On 22 May 2014 the Water Management Institute of the Georgian Technical University

signed a memorandum of understanding with the "Association of Young Hydraulic Engineers". The memorandum includes participation of the young professionals in scientific-technical process for creating new technologies to support the research activities by mean of use the Hydraulic Engineering Laboratory of the Institute.

Abroad:

◆ On May 30, 2014 the Water Management Institute of the Georgian Technical University signed a memorandum of understanding with the River Yangzi Research Institute, China, Hubei Province.

◆ On August 18, 2014 Director of the Institute Prof. G. Gavardashvili was met with the Director of the Institute of Land Reclamation of the Belarus National Academy of Sciences, Candidate of Technical Sciences Nicholas Vakhonin and signed a Memorandum of Understanding (*see photos 72, 73; page 408*).

◆ On 20 August, 2014 the meeting was held with the Rector of the Belarusian State Agricultural and Technical University in Gorki – Ph.D. Pavel Saskevich and Director of the Water Management Institute of the Georgian Technical University, Prof. Givi Gavardashvili and cooperation memorandum was signed between two parties (*see photos 74, 75; page 408*).

EXPERTISE

◆ Expert Decision about the Environmental Impact Assessment of the designing project (Land Reclamation Part of the Project) of Construction of Reservoir on the river Tedzami (Kaspi Municipality) – expert, Prof. Givi Gavardashvili.

INTERVIEWS

◆ On August 18, 2014 at the broadcast of the TV "Spectrum", 1 hour interview was held with the Director of the Water Management Institute of the GTU, Prof. Givi Gavardashvili. Interview was dedicated to the environmental problems, including problems of Devdoraki Glacier.

◆ On 26 September 2014 the article dedicated to the 85th Anniversary of the Water Management Institute of the Georgian Technical University was published in the English language newspaper "Georgia Today" (№ 734).

Х Р О Н И К А
ИНФОРМАЦИЯ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНСТИТУТА ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
ИМЕНИ Ц.Е. МИРЦХУЛАВА ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

2014 год

Институт водного хозяйства был основан в 1929 году. В настоящее время в нем работает 64 сотрудника, среди которых научные сотрудники составляют 54%. Научный персонал Института включает: 1 вице-президент Национальной АН Грузии (академик-секретарь, зав. отделом сельского хозяйства), 4 академика инженерной академии, 4 академика экологической академии, 9 докторов наук, 2 докторанта и 2 магистранта.

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИНСТИТУТА**

◆ В периодических изданиях 2014 года научными сотрудниками Института было опубликовано около 70 статей и 1 монография за рубежом;

◆ В Институте разрабатываются 17 бюджетных тем, актуальность которых определяется участвовавшими в стране природными катастрофами и необходимостью осуществления научно обоснованных мероприятий по охране окружающей среды;

◆ В 2014 году Институт издал 2 сборника научных трудов, в том числе труды IV международной конференции, посвященной 85-летию Института, и очередной №69 сборник научных трудов.

НАУЧНЫЕ СВЯЗИ ИНСТИТУТА

Грузия:

◆ 15-го января 2014 года в министерстве образования и науки на основе письма министерства № 1778 от 6-го января 2014 года состоялась встреча между заместителем министра доктором технических наук, профессором Тамазом Марсагишвили и директором Института доктором технических наук, профессором Гиви Гавардашвили (*фото 1; стр. 380*). Беседа шла о бюджетном финансировании научно-исследовательских институтов Грузии в I квар-

тале 2014 года и о переходе на программное финансирование Институтов со II квартала. При беседе, которая продолжалась 2 часа, рассмотрели состояние гидротехнической лаборатории Института и его научно-исследовательских баз, находящихся в 5 регионах Грузии. С целью повышения качества подготовки молодых специалистов и интенсификации научных исследований отмечена необходимость реабилитации этих объектов.

◆ 16-18 января 2014 года старший научный сотрудник, ассоциированный профессор ГГУ Зураб Лобжанидзе по заданию Ресурс-центра министерства образования и науки Грузии находился в командировке в Дедоплисцкаро с целью проведения школьных олимпиад в регионе.

◆ 4 марта 2014 года в связи со строительством Тианетского кафедрального собора состоялась рабочая встреча, на которой присутствовали епископ Пшав-Хевсуретии Микаел, директор Института доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили, зам. директора акад. доктор техн. наук Инга Иремашвили, начальник департамента текущих проектов и мониторинга национального агентства защиты культурного наследия Грузии архитектор Николоз Зазунишвили, строитель церкви Гия Чанишвили, топографы – Роман Шавадзе и Годердзи Раксашвили, проф. ГГУ акад. доктор техн., конструктор Нино Мсхиладзе и геолог Института акад. докт. геологии Зураб Варазашвили (*фото 2; стр. 380*). Во время беседы обсудили разработку инженерно-геологического заключения на строительство и фундамент кафедрального собора шириной 22 м, длиной 32 м и высотой 32 м в г. Тианети. Обсудили меры защиты церкви при вероятном наводнении в русле р. Иори, протекающей по прилегающей к храму территории.

◆ 5 июня 2014 года с целью налаживания сотрудничества с НАТО в сфере защиты окружающей среды Институт посетил научный

сотрудник программы НАТО "Мира и безопасности" из Брюсселя (Бельгия) Майкл Свиткес (*фото 3, 4; стр. 381*).

◆ 6 июня 2014 года постановлением академического совета национальной научной академии Грузии был создан совет молодых ученых, в котором объединились 22 ученых из разных научных институтов и университетов. Институт водного хозяйства Грузинского технического университета в совете представлен 2-мя научными сотрудниками: научный сотрудник отдела морей и водоемов акад. доктор инженерных наук Марине Шавлакадзе (заместитель председателя совета) и докторант Тамрико Супаташвили (член совета), они принимают активное участие в работе совета (*фото 5; стр. 382*).

◆ 9 июля 2014 года на строительном факультете ГТУ прошел тематический семинар и теоретический и экспериментально-исследовательский коллоквиум докторантов Института Тамрико Супаташвили, Мака Гугучия и Гиоргия Мехришвили, который касался планового обсуждения докторских диссертационных трудов и содержал презентацию проведенной ими научной работы (*фото 6, 7; стр. 382*).

◆ 10 декабря 2014 года директор Института доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили встретился с руководителем муниципалитета Цагери Ревазом Бенианидзе и руководителем отдела координации представителей управляющего этого же муниципалитета Автандилом Епадзе. Беседа касалась сотрудничества между Институтом и Цагерским муниципалитетом в области разработки рекомендаций по регулированию эрозионно-селевых и оползневых процессов в Цагерском районе и обеспечению проектами водоснабжения сел района. Договорились о подготовке меморандума о взаимном сотрудничестве на I квартал 2015 года.

За рубежом:

◆ 6-8 января 2014 года Институт посетил профессор факультета географии МГУ им. Ломоносова, ученый секретарь международной ассоциации селей Сергей Черноморец. Директор Института, председатель научного совета, профессор Гиви Гавардашвили предложил подго-

товить международный грант-проект с целью оценки рисков обеспечения безопасности населения при природных катастрофах в регионе Кавказа (Россия, Грузия, Азербайджан, Армения), который будет представлен страной членом НАТО в Брюсселе – в офисе НАТО. Договорились, что со стороны России проект будет координировать факультет географии МГУ им. Ломоносова, а со стороны южного Кавказа – Институт водного хозяйства ГТУ (*фото 8; стр. 383*).

◆ 24 февраля 2014 года Институт посетил декан строительного факультета Белградского технологического Университета доктор технических наук, профессор Марко Иветик. Беседа шла о подготовке проектов грантов обменных программ молодыми специалистами (*фото 9; стр. 383*).

◆ С 24 мая – 3 июня 2014 года в связи с официальным приглашением Нормальского Университета центрального Китая с целью проведения лекций и презентаций и подготовки международного грант-проекта директор Института водного хозяйства ГТУ доктор технических наук, профессор строительного факультета Гиви Гавардашвили посетил Китай. Финансирование поездки осуществилось Китайским Университетом в соответствии с меморандумом между двумя научно-учебными организациями, подписанным 11 августа 2007 года в г. Тбилиси.

Тематика лекций и презентаций включала вопросы усовершенствования методов уточненного прогнозирования стихийных явлений на фоне глобального изменения климата, разработки новых рентабельных и ресурсосzczędящих мер для регулирования стихий и разработки методологий их проектирования (*фото 10, 11; стр. 384*).

29 мая 2014 года на факультете географии Нормальского Университета центрального Китая прошла встреча профессора Г. Гавардашвили с докторантами и магистрантами. Беседа касалась проблем охраны окружающей среды как в Китае, так и в Грузии (*фото 12; стр. 384*).

30 мая 2014 года в научно-исследовательском Институте р. Янцзы прошла очередная презентация профессора Г. Гавардашвили, после

завершения, которой состоялась встреча с профессором Пингсанг Жанг и профессором Нормальского Университета центрального Китая Юджином Ву, на которой договорились о подготовке грант-проекта, связанного с проблемами экологии в водосборных бассейнах рек Ингури и Янцзы, осуществлением широкомасштабного лабораторного моделирования этих процессов. Проект будет представлен для финансирования Китайскому правительству (*фото 13, 14; стр. 385*).

Директор Института профессор Пингсанг Жанг ознакомил профессора Г. Гавардашвили и профессора Юджина Ву с комплексной гидротехнической лабораторией длиной в 1 км научно-исследовательского Института реки Янцзы (*фото 15, 16; стр. 385*).

♦ 18 июля 2014 года Грузинский технический Университет посетил полномочный представитель декана факультета лесного хозяйства Познаньского (Польша) Университета природо-ведческих наук в вопросах международных отношений со странами Кавказа, доктор лесохозяйственных наук Грегори Рончка. Беседа касалась совместной подготовки рекомендаций по проектированию противозерозионных мер на деградированных лесных склонах как для Кавказского региона, так и Польского государства.

♦ 14-20 августа 2014 года директор Института профессор Г. Гавардашвили с рабочим визитом посетил г. Минск с целью налаживания взаимного сотрудничества с научно-исследовательскими Институтами Белоруссии. 15-го августа 2014 года состоялась встреча с директором института мелиорации национальной научной академии Белоруссии кандидатом технических наук Николаем Вахониным. Договорились о подготовке меморандума и условиях взаимного сотрудничества.

19 августа 2014 года в г. Минске состоялась встреча с ректором Белорусского государственного агротехнологического Университета, доктором тех. наук, проф. Иваном Шилю. Профессор Г. Гавардашвили ознакомил ректора с научными достижениями Института водного хозяйства Грузии, договорились о будущем сотрудничестве в сфере подготовки обменных программ

молодыми научными специалистами и о последующем оформлении меморандума о взаимном сотрудничестве (*фото 17; стр. 386*).

20 августа 2014 года в г. Минске профессор Г. Гавардашвили встретился с генеральным директором научного практического центра национальной научной академии Белоруссии доктором с/х наук, проф. Федором Приваловым, где обсуждали вопросы внедрения новых конструкций (изобретений) дренажа для мелиорации влажных почв Белоруссии (*фото 18; стр. 386*).

В тот же день в г. Минске прошла встреча между Г. Гавардашвили, директором болгарского ПОО "PROGRESSIVE TECHNOLOGY (PROTE) – 22", Иванкой Поповой и менеджером фирмы ISO 9001 "Скалар" по центральному, восточно-европейскому и российскому регионам Катей Липницкой. Разговор касался сотрудничества с Болгарией в области применения новых современных химических материалов для повышения плодородия сельскохозяйственных угодий, а с Голландской стороной – вопросов обеспечения современными водными анализаторами гидротехнической лаборатории Института (*фото 19; стр. 387*).

20 августа 2014 года в г. Горький в Белорусском государственном аграрно-техническом Университете состоялось заседание, на котором присутствовали ректор университета кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Павел Соскевич, проректор по научной части госпожа Наталья Дудкова, проректор по хозяйственной части Виктор Капитовский, академик Циганов, директор Мещерского научно-технического центра доктор сельскохозяйственных наук, профессор Юрий Мажайский (Россия), декан факультета гидротехнических сооружений того же Университета профессор Михаил Нестеров, директор болгарского ПОО "PROGRESSIVE TECHNOLOGY (PROTE) – 22" Иванка Попова, профессор Института почвоведения и агрохимии азербайджанской национальной академии Мустафа Мустафаев, профессор Гиви Гавардашвили и представители других институтов. Беседа коснулась вопроса научного сотрудничества между Грузией и Белоруссией в области сельскохозяйственной мелиорации.

После встречи профессора Гиви Гавардашвили ознакомили с гидротехнической лабораторией Белорусского государственного аграрного Университета и учебно-полевым мелиоративным полигоном (*фото 20, 21; стр. 387*).

Участники встречи были приглашены в Грузию с 27-30 сентября 2014 года на 4-ю международную научно-техническую конференцию: "Современные проблемы водного хозяйства, охраны среды, архитектуры и строительства", посвященную 85-летию Института водного хозяйства ГТУ.

◆ 17 июня 2014 года Институт посетил руководитель лаборатории русловых процессов Российского государственного гидрологического института профессор Зураб Копалиани. При беседе обратили внимание на сотрудничество гидротехнических и гидравлических лабораторий двух Институтов в сфере крупномасштабного моделирования русловых процессов и мероприятий по охране окружающей среды (*фото 22; стр. 388*).

◆ 3 сентября 2014 года в американском посольстве в Грузии состоялась официальная встреча директора Института и посла США Ричарда Норланда. Беседовали об активизации сотрудничества между Институтом и USAID в направлении менеджмента водных ресурсов, мелиорации и регулирования природных катастроф (*фото 23; стр. 388*).

После беседы с послом так же состоялась встреча с главным специалистом международного тренинга аграрного департамента, господином Львом Кучевским. Беседа коснулась вопросов повышения квалификации научных сотрудников Института в области сельского хозяйства под эгидой программы Кохрана (*фото 24; стр. 389*).

◆ 10 октября 2014 года в Институте водного просвещения ЮНЕСКО состоялась встреча между ректором института профессором Александром Сзолоси-Нагом, координатором проекта TMT-348-GEO (NUFFIC) "Вопросы защиты среды в инженерном обучении высшего образования на фоне глобального потепления" Нидерландской программы поддержки Ласло Гаиде и директором Института водного хозяйст-

ва, профессором Гиви Гавардашвили. Запланировали сотрудничество в подготовке новых грантовых проектов в области водного хозяйства и охраны среды при участии всех трех стран Южного Кавказа (*фото 25, 26; стр. 389*).

14 октября 2014 года в г. Делфт (Голландия), в Институте водного просвещения ЮНЕСКО состоялась встреча с юристом Института научным сотрудником Заки Шубером (*фото 27; стр. 390*). Беседа коснулась разработки стратегии водной политики водосборного бассейна р. Куры, экологических проблем и использования водных ресурсов с учетом современных требований в странах бассейна реки Кура (Турция, Грузия, Азербайджан, Армения). Договорились, с целью продолжения сотрудничества, подготовить совместную статью о бассейне р. Куры. Презентация статьи будет осуществлена 24-26 ноября 2014 года в г. Баку на международной конференции "Проблемы глобальной и региональной гидрополитики в контексте международного сотрудничества и безопасности", проходящей под патронажем президента Азербайджана.

20 октября 2014 года в г. Делфте (Голландия) во всемирно известной лаборатории компании Делтарес и технологического Университета состоялась встреча с руководителем лаборатории главным исследователем, доктором Арно Талмоном. На встрече присутствовал профессор Вроцлавского Университета охраны среды и изучения жизни, доктор техн. наук Ержи Собега. Арно Талмон ознакомил гостей с лабораторией Елтареса. На встрече было запланировано последующее сотрудничество в подготовке студентов и международных грантов, так же договорились о проведении в 2015 году в г. Делфте 17-й международной конференции "Транспорт и седиментация" (*фото 28, 29; стр. 390*).

21 октября 2014 года в г. Делфте, по рекомендации профессора Института водного просвещения ЮНЕСКО Ласло Гаиде в гидравлической лаборатории Дельфтского технического Университета прошла встреча, целью которой было ознакомление с современным лабораторным оборудованием и с проходящим там моделированием международных проектов (*фото 30; стр. 391*).

◆ 28 ноября 2014 года Институт посетил главный специалист Голландской фирмы "Eco-coast" Рикс Босх (*фото 31; стр. 391*). Гость ознакомился с гидротехнической лабораторией Института и с опытным полигоном противоэрозийного растения – Пампас. При беседе с директором Института доктором техн. наук, проф. Гиви Гавардашвили договорились о встрече в 2015 году и о отраслевом взаимном сотрудничестве.

ПРОЕКТЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ

◆ 28 февраля 2014 года в связи со строительством Тианетского кафедрального собора св. Троицы из Института в Тианети выехала рабочая группа в составе: епископ Пшав-Хевсуретии Микаел, директор Института доктор техн. наук, профессор Гиви Гавардашвили, заместитель директора акад. доктор техн. Инга Иремашвили, начальник департамента текущих проектов и мониторинга национального агентства защиты культурного наследия Грузии, архитектор Николоз Зазунишвили, строитель церкви Гия Чанишвили, топографы – Роман Шавадзе и Годердзи Раксашвили, проф. ГГУ, техн. акад. доктор, конструктор Нино Мсхиладзе и геолог Института акад. докт. геологии Зураб Варазашвили. В г. Тианети на месте строительства собора, на правом берегу р. Иори были проведены научно-полевые исследования с целью уточнения глубины фундамента и расходов фильтрационных вод из русла реки. Специалисты провели топографическое планирование и инженерно-геологическое исследование устройством соответствующих шурфов (*фото 32, 33, 34; стр. 392*).

◆ 17 мая 2014 года в г. Степанцминда на водосборном бассейне р. Кабахи (левый приток р. Терек) в русле ледника Девдораки находились: приехавший из Москвы по специальной миссии, профессор факультета географии МГУ им. Ломоносова, ученый секретарь международной ассоциации селей Сергей Черноморец, директор Института водного хозяйства Грузии доктор технических наук, профессор Гиви

Гавардашвили (*фото 35, 36; стр. 393*) и руководитель отдела охраны среды и инженерной экологии того же Института, акад. доктор технических наук, ассоц. профессор Гога Чахая (*фото 37, 38; стр. 393*). Целью приезда была оценка и прогнозирование риск-факторов последующих процессов, сформированных в русле ледника, а также проведение научно-исследовательских работ для реализации современных мер защиты от ожидаемых сходов селей.

С учетом результатов экспертно-полевых и теоретических исследований был разработан грантовый проект "Оценка и прогнозирование риск-факторов последующих селевых процессов, сформированных в русле ледника 17 мая 2014 года в ущелье реки Кабахи (левый приток р. Терек) и разработка современных мер защиты от ожидаемых селей".

ТРЕНИНГИ И СТАЖИРОВКА

Грузия:

◆ 30 марта - 12 апреля 2014 года в Тбилиси, в рамках Нидерландской программы поддержки (NUFFIC) "Вопросы охраны среды в инженерном обучении на фоне глобального потепления" прошел первый этап программы ТМТ-348. Координатор проекта профессор Л. Гаиде. В реализации программы приняли участие сотрудники Института: доктора технических наук, профессора Гиви Гавардашвили, Эдуард Кухалашвили, акад. доктора техн. наук Инга Иремашвили, Шорена Купреишвили и Константин Бзиява (*фото 39; стр. 394*).

За рубежом:

◆ Научный сотрудник отдела морей и водоемов Института акад. доктор инж. наук Марине Шавлакадзе победила в конкурсе на прохождение зарубежной стажировки (письмо № 442, 11.07.2013 проф. Алины Виличко от 19 июля 2013 года) и с 7 января до 7 апреля 2014 года стажировалась в области научных исследований в г. Вроцлаве (Польша).

◆ С 22 июня по 6 июля 2014 года в Ереване, (Армения) прошел второй этап программы (NUFFIC) повышения квалификации. Программа

финансировалась в рамках Нидерландской программы ТМТ-348 (Вопросы охраны среды в инженерном обучении на фоне глобального потепления). В работе программы приняли участие сотрудники Института: доктора технических наук, профессора Гиви Гавардашвили, Эдуард Кухалашвили, акад. доктора техн. наук Инга Иремашвили, Шорена Купреишвили и Константин Бзиява (*фото 40; стр. 395*).

◆ 5-25 октября 2014 года в г. Делфте, (Голландия) прошел третий этап программы (NUFFIC) повышения квалификации в рамках Нидерландской программы поддержки, проект ТМТ-348-GEO (под названием "Вопросы охраны среды в инженерном обучении на фоне глобального потепления"). В работе программы приняли участие сотрудники Института: доктора технических наук, профессора Гиви Гавардашвили, Эдуард Кухалашвили, акад. доктора техн. наук Инга Иремашвили, Шорена Купреишвили и Константин Бзиява (*фото 41, 42; стр. 395, 396*).

После завершения трехэтапной программы участникам вручили сертификаты (*фото 43; стр. 396*).

УЧАСТИЕ В МЕЖДУНАРОДНЫХ КОНФЕРЕНЦИЯХ И СИМПОЗИУМАХ

Грузия:

◆ 27-30 сентября 2014 года в связи с 85 летним юбилеем Института водного хозяйства ТГУ в актовом зале имени Нико Николадзе Грузинского технического Университета прошла 4-я международная научно-техническая конференция на тему "Современные проблемы водного хозяйства, охраны среды, архитектуры и строительства". В конференции приняли участие ученые, эксперты и молодые специалисты из 13 стран (Азербайджан, США, Беларусь, Болгария, Израиль, Литва, Польша, Россия, Грузия, Армения, Чехия, Китай, Голландия). Издали сборник научных трудов (274 страниц) на английском языке (250 экз.).

Конференцию открыл проректор ТГУ докт. техн. наук, проф. Тамаз Бацикадзе (*фото 44; стр. 397*), который поздравил Институт с 85-

летним юбилеем, подчеркнул важную роль его в вопросах безопасности в странах южного Кавказа и научном пространстве региона, пожелал последующую активную научно-практическую, экспертную и образовательную деятельность. Далее выступил директор Института водного хозяйства доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили. Он дал обзор работ Института за прошедшие 85 лет, обратил внимание на новые научные направления и необходимость сочетания научной и образовательной деятельности Института (*фото 45; стр. 397*).

С приветственным словом так же выступили: ректор Национального инженерного Университета Армении доктор тех. наук, проф. Оганес Токмаджян (г. Ереван, Армения), декан факультета Географии Бакинского государственного университета доктор геогр. наук, проф. Фарда Иманов (Азербайджан) (*фото 46; стр. 398*), начальник департамента министерства образования и науки Анзор Читая, директор Мещерского научно-технического центра доктор с/х наук, проф. Юрий Мажайский (г. Рязань, Россия), директор национального центра экономического прогнозирования кандидат тех. наук Тельман Зейналов, проректор государственной аграрной академии Виктор Капитовский, профессор той же академии Владимир Скорин, директор "PROGRESSIVE TECHNOLOGY (PROTE) – 22" Иванка Попова (Болгария), профессор Института охраны окружающей среды и развития Вроцлавского Университета науки окружающей среды и жизни Кристина Брис, начальник департамента гидрогеологического мелиорационного обслуживания Сеиган Алиев, начальник департамента химии Института агрохимии азербайджанской национальной научной академии доктор хим. наук, проф. Мустафа Мустафаев, региональный менеджер по странам центральной и восточной Европы и России Нидерландской фирмы ISO 9001 "Скалар" Катя Липницкая (*фото 47-49; стр. 398, 399*).

Директор Института ознакомил гостей с решением научного совета и академического совета ГТУ (постановление №1263 от 22 сентября 2014 года) о присвоении Институту имени известного в мире ученого, академика

Цотне Мирцхулава. Указанная документация для соглашения была представлена министерству образования и науки в октябре 2014 года, вопрос был решен положительно (*фото 50; стр. 399*).

Гости передали памятные подарки директору Института профессору Гиви Гавардашвили, после чего он ознакомил присутствующих с поздравлениями из разных стран:

- ❖ директора стратегического научно-исследовательского центра Мерилендского университета профессора Билала Аиуби (Мериленд, США);
- ❖ директора института гидравлики и управления оросительной водой университета природных ресурсов и науки, изучения жизни профессора Лиоскандла Виллибалди (Вена, Австрия);
- ❖ департамента водной инженерии института водного образования ЮНЕСКО (Делфт, Голландия);
- ❖ директора государственного института гидрологии (ГТИ) академии наук России, академика В. Вуглинского (Санкт-Петербург, Россия);
- ❖ заместителя главного редактора Азербайджанской газеты "Каспий" Али Саидова (Баку, Азербайджан);
- ❖ главного специалиста международного тренинга сельского хозяйства аграрного департамента США Льва Кучевского (Мериленд США);
- ❖ профессора факультета географии Московского Государственного университета им. Ломоносова Сергея Черноморца;
- ❖ директора института водных проблем и гидроэнергетики Киргизской национальной научной академии академика Дюшена Маматканова (г. Бишкек, Киргизия);
- ❖ ученого секретаря национальной научной академии Грузии академика Отара Натишвили и др.

После представленных презентаций участвующие в конференции специалисты подготовили резолюцию, которую подписали сопредседатели организационного комитета (профессора

Гиви Гавардашвили, Ованес Токманджян и Фарда Иманов). Принятую резолюцию разослали правительствам стран южного Кавказа для последующего реагирования. 30 сентября 2014 года до закрытия конференции было проведено заседание международного организационного комитета и принято решение о проведении следующей 5-й международной конференции с 16-19 июля 2015 года в Грузии.

За рубежом:

♦ Приказом №13804 Грузинского технического Университета от 16 июня 2014 года директор Института водного хозяйства доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили с 22 июня по 30 июня находился в командировке Чехии, г. Острава, для участия в 6-й международной конференции "Современные проблемы строительства и архитектуры" параллельно он был членом международного комитета конференции и председателем 2 секций.

24 июня профессор Г. Гавардашвили представил доклад "Prediction of The Erosive Processes in The Corridor of Baku-Tbilisi-Geyhan Oil Pipeline and Development of Methods to Design the New Engineering Environmental Protection Measures", а 25 и 26 июня был председателем секций – "Инженерная экология, энергия и зеленое строительство" и "Муниципальная инженерия, водные системы, экономика и родственные науки" (*фото 51, 52; стр. 400*).

25 июня состоялась встреча с ректором технологического Университета г. Острава профессором Дарией Кубечковой (*фото 53; стр. 401*). Беседовали о сотрудничестве между технологическим Университетом г. Острава и Институтом водного хозяйства ГТУ, о разработке общих международных проектов и об обмене молодыми научными специалистами. В тот же день состоялась встреча с ректором Ереванского государственного Университета архитектуры и строительства проф. Гариком Галустьяном, также вице-деканом строительного факультета технологического Университета г. Ченстохова (Польша) проф. Ярославом Райчиком (*фото 54; стр. 401*).

Во время работы конференции состоялись

рабочие встречи с научными сотрудниками и руководителями научно-исследовательских институтов Италии, Польши, Китая, России, Армении.

Решением организационного комитета 6-й научно-исследовательской конференции постановили, что очередная 7-я международная конференция пройдет в июле 2015 года во Флоренции (Италия). Во время конференции проходили культурные и профессиональные экскурсии (*фото 55, 56; стр. 402*).

В Остравском технологическом Университете прошла официальная встреча между директором Института проф. Г. Гавардашвили и президентом Пекинского Университета архитектуры и гражданского строительства проф. Жу Гуанг. Состоялся обмен информацией и принято решение о будущем сотрудничестве (*фото 57; стр. 402*).

Так же состоялась встреча с научными сотрудниками акад. докторами строительного факультета Ченстоховского технологического Университета Адамом Уджма, Анной Лис и проректором Санкт-Петербургского государственного Университета архитектуры и строительства, проф. Е. Смирновым.

♦ 13-16 июля 2014 года в Ливерпуле (Англия) состоялась 2-я международная конференция на тему "Vulnerability, Risk Analysis and Management (ICVRAM)", в которой участвовали сотрудники Института: доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили, акад. докт. техн. наук Инга Иремашвили. Был представлен доклад "Оценка риск-факторов безопасности населения в транспортном коридоре Военно-Грузинской дороги".

♦ 10-11 ноября 2014 года в Мадриде (Испания), прошла 12-я международная конференция "Охрана среды, биологические и экологические науки и инженерия", организованная учеными всемирной академии. В конференции участвовали докторанты Тамрико Супаташвили и Мака Гугучия (научный руководитель – профессор Гиви Гавардашвили). Тамрико Супаташвили выступила с докладом на тему "Изучение

селевых коллоидных наносов р. Дуруджи и применение их с целью увеличения сельскохозяйственных угодий". Мака Гугучия выступила с докладом на тему "Изучение трехъярусного дренажа и применение его для мелиорации влагоемких почв Колхиды". По завершению конференции участникам вручили соответствующие сертификаты (*фото 58-61; стр. 403*).

♦ 24-26 ноября 2014 года в г. Баку (Азербайджан) прошла международная конференция на тему "Проблемы глобальной и региональной гидрополитики в контексте безопасности и международного сотрудничества", где директор Института водного хозяйства доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили выступил с докладом на тему "Водные ресурсы трансграничной реки Куры и политика их применения" (*фото 62; стр. 403*).

♦ Во время конференции (*фото 63, 64; стр. 404*) состоялась встреча с госпожой Мери Мэтью, заместителем министра защиты среды Египта Ахмедом Абу Елсоуд Ахмедом, директором центра стратегических исследований при президенте Азербайджана проф. Фархадом Мамадовым, директором Института географии национальной научной академии им. Алиева, академиком Рамизом Мамадовым, членом организации образования, науки и культуры ЮНЕСКО из Сербии, деканом факультета гражданского строительства, строительной инженерии, гидрологии и гидротехники Белградского университета проф. Иованом Деспотовичем, профессором Сараевского международного университета Гасаном Зухури Сарикаисом, экспертом гидрополитики Турции (компания Ада Угендислик) Дурсуном Иллизом, экспертом индийского министерства развития человеческих ресурсов проф. Аджей К. Саратесом, профессором Иорданского университета, директором департамента сельского хозяйства и водных ресурсов Елиасом Саламехом, деканом факультета географии Бакинского государственного университета проф. Фарда Имановым, директором НПО "Аз гидротехника и мелиорация" проф. Тельманом Зейналовым (*фото 65; стр. 405*).

УЧАСТИЕ В ВЫСТАВКЕ

◆ 17-19 июля 2014 года по инициативе агентства инноваций и технологий в выставочном комплексе "Экспо-Джорджия" в г. Тбилиси была представлена выставка – "Инновации и технологии Грузии для бизнеса", в которой принимал участие Грузинский технический Университет и Институт водного хозяйства (*фото 66, 67; стр. 405*). При закрытии выставки проф. Гиви Гавардашвили, докт. техн. наук Ирине Иорданишвили и акад. докт. техн. Вахтангу Самхарадзе были переданы сертификаты участников в выставку.

НАГРАДЫ

◆ 30 мая 2014 года состоялось заседание академического совета Нормальского университета центрального Китая, где Гиви Гавардашвили присвоили звание почетного профессора Нормальского университета центрального Китая за внесенный вклад в развитие науки Китая и Грузии в 2007-2014 г.г. (*фото 68, 69; стр. 406*).

◆ 10 ноября 2014 года во всемирный, учрежденный ЮНЕСКО день науки, Грузинская научная национальная академия за научные достижения в области гидротехники наградила почетной грамотой руководителя отделом морей и водоемов института докт. техн. наук Ирину Иорданишвили (*фото 70; стр. 406*).

ГРАНТЫ ИНСТИТУТА

Победители Грузинского национального научного фонда за 2014 год

◆ Грант № FR/115/9-180/13

"Оценка экологического состояния качества воды Черного моря и разработка комплексных мер защиты от абразивных процессов приморья в границах Грузии", 1.03.2014-1.03.2015 (руководитель – акад. доктор геогр. Р. Диаконидзе).

Победивший грант в грантовом конкурсе "Индивидуальные гранты путешествий" национального научного фонда им. Ш.Руставели

◆ Руководитель отдела проектирования мелиоративных систем и экспертизы Института

акад. доктор техн. Ш. Купреишвили победила в объявленном национальным научным фондом им. Ш. Руставели грантовом конкурсе "Индивидуальные гранты путешествий" и 21-24 ноября 2014 года посетила г. Парижа (*фото 71; стр. 407*), где прошла 12-я международная конференция "Проблемы глобальной и региональной гидрополитики в контексте безопасности и международного сотрудничества", организованная Всемирной академией наук инженерного дела и технологий WASET, в которой участвовали 13 стран, в том числе Великобритания, Турция, Польша, Индия, Россия, Корея, Алжир и др.

МЕМОРАНДУМЫ ИНСТИТУТА О СОТРУДНИЧЕСТВЕ

Грузия

◆ 22 мая 2014 года в Институте водного хозяйства ГТУ подписали меморандум о взаимном сотрудничестве между Институтом и "Ассоциацией молодых инженеров гидротехников". Подписание меморандума связано с поддержкой Институтом деятельности молодых ученых в сфере науки, а также использования гидротехнической лаборатории Института.

За рубежом

◆ 30 мая 2014 года в Китае, в провинции Хубей, в Научно-исследовательском Институте р. Янцзы подписали меморандум о взаимном сотрудничестве между Институтом водного хозяйства ГТУ и Научно-исследовательском Институтом р. Янцзы.

◆ 18 августа 2014 года в г. Минске директор Института доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили встретился с директором Института мелиорации Белорусской национальной научной академии, кандидатом техн. наук Николаем Вахониным и подписали меморандум о сотрудничестве (*фото 72, 73; стр. 408*).

◆ 20 августа 2014 года в г. Горки, в Белорусском государственном аграрно-техническом Университете состоялась встреча между ректором Университета кандидатом с/х наук, доцентом Павлом Саскевичем и директором

Института водного хозяйства ГТУ доктором технических наук, профессором Гиви Гавардашвили. Был подписан меморандум о сотрудничестве (*фото 74, 75; стр. 408*).

ЭКСПЕРТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

◆ Экспертное заключение (по мелиоративной части проекта) на проект "Строительство и эксплуатация водохранилища на р. Тедзами Каспского муниципалитета, оценка его влияния на окружающую среду" – **эксперт проф. Гиви Гавардашвили.**

ИНТЕРВЬЮ

◆ 18 августа 2014 года в эфире телекомпании "Кавкасия", в передаче "Спектр" состоялось одно часовое интервью директора Института водного хозяйства ГТУ, доктора технических наук, профессора Гиви Гавардашвили, которое было посвящено проблемам охраны окружающей среды, в том числе проблема ледника Девдораки.

◆ 26 сентября 2014 года в газете "Georgia Today" №734 была опубликована статья, посвященная 85-летию юбилею основания Института.

ავტორთა საპიეპელი

ალავერდაშვილი მ. 19	კერესელიძე დ. 69	ტამოიანი ს.247
ალიევა ნ. 303	კერხოშვილი ე. 105	ტოკმაჯიანი ვ.255
ალიმოვი ა. 23, 28	კვარაცხელია ზ.303	ტრაპაძე ვ.69
ამბარცუმიანი პ. 32	კვარაცხელია თ.162, 172	ტუზოვა ტ.98, 263
არაქელიანი მ. 37	კიკაბიძე მ.313	უნდილაშვილი ნ.270
ბაქანიძე შ. 41, 47	კიკნაძე დ.19	ურუშაძე თ.216
ბერძენაშვილი გ. 61	კიკნაძე ხ.141, 285	ფაზილოვი ა.188
ბზიავა კ. 153, 221	კილაძე რ.145	ქერიმოვი ა.273
ბილანიშვილი ლ. 123	კლიშიაშვილი ლ.150	ქოჩლაძე ნ.278
ბოსიკაშვილი შ. 292	კოკაია ნ.19	ქურციკიძე ო.303
ბრეგვაძე გ. 69	კუპრეიშვილი შ.153, 155	ყრუაშვილი ი.282
გაგარდაშვილი გ. 216, 292	კურჩევსკი ს.180, 184	შავლაყაძე მ.123
გაფრიდაშვილი გ. 303	კუხალაშვილი ე.158, 298	შურავილინი ა.180, 184
გაფრიდაშვილი მ. 303	ლობჯანიძე ზ.162, 172	შურღია ვ.145, 285
გედენიძე ზ. 53	ლორთქიფანიძე ფ.78, 105	ჩახაია გ.292, 298
გველესიანი თ. 58, 61	მაისაია ლ.141, 285	ცინცაძე ნ.19
გოჯამანოვი მ. 65	მამატკანოვი დ.98, 188	წერეთელი ე.303
გრიგოლია გ. 69	მაჟაისკი ი.180, 184	წულუკიძე ლ.292, 298
გუგუჩია მ. 74	მარკოსიანი მ.247	ჭარბაძე ზ.78
გულიევა ბ. 273	მარტიროსიანი ა.237	ხალილოვი მ.303
დადიანი ქ. 78	მარღიშვილი ი.88	ხარაიშვილი ო.78, 313
დავითაშვილი ა. 150, 282	მებონია ნ.162, 172	ხორნაული ზ.88, 127
ღიაკონიძე რ. 78, 292	მეხბალიევი მ.193	ხოსროშვილი ე.133, 138
ეგიანი ლ. 84	მეხრიშვილი გ.105, 200	ხუბულავა ი.292, 298
ეზუგბაია ა. 88	მისეცკაიტე ო.206	ხუფენია ნ.19
ეზუგბაია ზ. 88, 127	მიქაელიანი ვ.237	ჯანელიძე თ.232
ეროხინი ს. 98, 263	მსხილაძე ნ.41, 47	ჯინჯიხაშვილი გ.58
ვარაზაშვილი ზ. 292, 298	მუსაევა მ.211	ჰასანალიზადე ა.316
ვართანოვი მ. 105	მჭედლიშვილი ვ.53	
ვერდიევი რ. 111	ნათიშვილი ო.216	
ზაგინაევი ვ. 119, 263	ნატროშვილი გ.150, 282	
ზაქაიძე ი. 285	ნიბლაძე ნ.78, 133	
ზეინალოვი ტ. 23, 28	ოდილაგაძე თ.221	
თევზაძე თ. 123	ომსარაშვილი გ.292, 298	
იმანოვი ფ. 316	ოქრიაშვილი ო.298	
ინაშვილი ი. 150, 282	სადიხოვა ნ.226	
იორდანიშვილი ი. 123	სამხარაძე ვ.232	
იორდანიშვილი კ. 123	სარუსანიანი ა.237	
ირემაშვილი ი. 88, 127	საფაროვი ა.240	
ირემაშვილი ხ. 58, 61	საფაროვი ს.240	
ისმაილოვი ა. 65	სიმონიანი ლ.247	
იტრიაშვილი ლ. 133, 138	სიჭინავა პ.153	
კანდელაკი ნ. 123	სუპატაშვილი თ.250, 298	
კეკელიშვილი ლ. 145, 285	სუხიშვილი ნ.78	

AUTHOR INDEX

- | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Alaverdashvili M.19 | Khalilov M.310 | Samkharadze V.232 |
| Alieva H.310 | Kharaishvili O.78, 313 | Sarukhanyan A.237 |
| Alimov A.23, 28 | Khornaui Z. 88, 127 | Shavlakadze M.123 |
| Arakelyan M.37 | Khosroshvili E. 133, 138 | Shuravilini A.180, 184 |
| Bakanidze Sh.41, 47 | Khubulava I. 292, 298 | Shurghaia V.145, 285 |
| Berdzenashvili G.61 | Khupenya N. 19 | Sichinava P.153 |
| Bilanishvili L.123 | Kikabidze M. 313 | Simonyan L.247 |
| Bosikashvili Sh.292 | Kiknadze D. 19 | Sukhishvili N.78 |
| Bregvadze G.69 | Kiknadze Kh. 141, 285 | Supatashvili T.250, 298 |
| Bziava K.153, 221 | Kiladze R. 145 | Tamoyan S.247 |
| Chakhaya G.292, 298 | Klimiashvili L. 150 | Tevzadze T.123 |
| Charbadze Z.78 | Kochladze N. 278 | Tokmajyan V.255 |
| Dadiani K.78 | Kokaya N. 19 | Trapaidze V.69 |
| Davitashvili A.150, 282 | Kruashvili I. 282 | Tsereteli E.303 |
| Diakonidze R.78, 292 | Kukhalashvili E. 158, 298 | Tsintsadze N.19 |
| Erochin S.98, 263 | Kupreishvili Sh. 153, 155 | Tsulukidze L.292, 298 |
| Ezugbaya A.88 | Kurchevski S. 180, 184 | Tuzova T.98, 263 |
| Ezugbaya Z.88, 127 | Kurtsikidze O. 303 | Undilashvili N.270 |
| Fazilov A.188 | Kvarackhelia T. 162, 172 | Urushadze T.216 |
| Gaprindashvili G.303 | Kvaratskhelia Z. 303 | Varazashvili Z.292, 298 |
| Gaprindashvili M.303 | Lobjanidze Z. 162, 172 | Vartanov M.105 |
| Gavardashvili G.216, 292 | Lortkifanidze F. 78, 105 | Yeghiyan L.84 |
| Gedenidze Z.53 | Maisaia L. 141, 285 | Verdiyev R.111 |
| Gojamanov M.65 | Mazhaiskiy Yu. 180, 184 | Zaginaev V.119, 263 |
| Grigolia G.69 | Mamatkanov D. 98, 188 | Zaqaidze I.285 |
| Guguchia M.74 | Marghishvili I. 88 | Zeinalov T.23, 28 |
| Guliyeva B.273 | Markosyan M. 247 | |
| Gvelesiani T.58, 61 | Martirosyan A. 237 | |
| Hambardzumyan P.32 | Mchedlishvili V. 53 | |
| Hassanalizhade A.316 | Mebonia N. 162, 172 | |
| Imanov F.316 | Mehbaliyev M. 193 | |
| Inashvili I.150, 282 | Mekhrishvili G. 105, 200 | |
| Iordanishvili I.123 | Mikaelyan V. 237 | |
| Iordanishvili K.123 | Miseckaitė O. 206 | |
| Iremashvili I.88, 127 | Mskhiladze N. 41, 47 | |
| Iremashvili Kh.58, 61 | Musayeva M. 211 | |
| Ismailov A.65 | Natishvili O. 216 | |
| Itriashvili L.133, 138 | Natroshvili G. 150, 282 | |
| Janelidze T.232 | Nibladze N. 78, 133 | |
| Jinjikhashvili G.58 | Odilavadze T. 221 | |
| Kandelaki N.123 | Oqriashvili O. 298 | |
| Kechkhoshvili E.105 | Omsarashvili G. 292, 298 | |
| Kekelishvili L.145, 285 | Sadikhova N. 226 | |
| Kereselidze D.69 | Safarov A. 240 | |
| Kerimov A.273 | Safarov S. 240 | |

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

Алавердашвили М. 19	Кварацхелия Т.162, 172	Супаташвили Т.Л. 250, 298
Алиева Н.А. 310	Кекелишвили Л.Г.145, 285	Сухишвили Н. 78
Алимов А.К. 23, 28	Кереселидзе Д.69	Тамоян С.Дж. 247
Амбарцумян П.В. 32	Керимов А.М.273	Тевзадзе Т.В. 123
Аракелян М.Э. 37	Кечхошвили Э.М.105	Токмаджян В.О. 255
Баканидзе Ш. 41, 47	Кикабидзе М.Н.313	Трапаидзе В. 69
Бердзенашвили Г. 61	Кикнадзе Д.Г.19	Тузова Т.В. 98, 263
Бзиава К.Г. 153,221	Кикнадзе Х.Л.141, 285	Ундилашвили Н.А. 270
Биланишвили Л.Р. 123	Киладзе Р.М.145	Урушадзе Т.Ф. 216
Босикашвили Ш.А. ... 292	Климиашвили Л.150	Фазылов А.Р. 188
Брегвадзе Г. 69	Кокая Н.19	Халилов М.Ю. 310
Варазашвили З.Н. 292, 298	Кочладзе Н.Т.278	Хараишвили О.И. 78, 313
Вартанов М.В. 105	Круашвили И.282	Хорнаули З.В. 88, 127
Вердиев Р. 111	Купрейшвили Ш.З.153, 155	Хосрошвили Е.З. 133, 138
Гавардашвили Г.В. 216, 292	Курцикидзе О.303	Хубулава И.В. 292, 298
Гаприндашвили Г. 303	Курчевский С.М.180, 184	Хупения Н.Г. 19
Гаприндашвили М. ... 303	Кухалашвили Э.Г.158, 298	Церетели Е. 303
Гасанализаде Мазхар А.С. 316	Лобжанидзе З.К.162, 172	Цинцадзе Н.Т. 19
Гвелесиани Т.Л. 58, 61	Лорткипанидзе Ф.Н. ..78, 105	Цулукидзе Л.Н. 292, 298
Геденидзе З.Ш. 53	Мажайский Ю.А.180, 184	Чарбадзе З.Д. 78
Годжаманов М. 65	Маисая Л.Д.141, 285	Чахая Г.Г. 292, 298
Григолия Г. 69	Маматканов Д.М.98, 188	Шавлакадзе М.С. 123
Гугучия М.М. 74	Маргишвили И.А.88	Шуравилин А.В. 180, 184
Гулиева Б.Т. 273	Маркосян М.С.247	Шургая В.Ш. 145, 285
Давиташвили А. 150, 282	Мартиросян А.В.237	
Дадиани К.З. 78	Мебония Н.162, 172	
Джанелидзе Т.Р. 232	Мехбалиев М.М.193	
Джинджихашвили Г. 58	Мехришвили Г.Д.105, 200	
Диаконидзе Р.В. 78, 292	Микаелян В.Б.237	
Егиян Л.К. 84	Мисецкаите О.В.206	
Езугбая А.З. 88	Мсхиладзе Н.41, 47	
Езугбая З.А. 88, 127	Мусаева М.Р.211	
Ерохин С.А. 98, 263	Мчедлишвили В.И.53	
Загинаев В.В. 111, 263	Натишвили О.Г.216	
Закаидзе И.Г. 285	Натрошвили Г.150, 282	
Зейналов Т.С. 23, 28	Нибладзе Н.Ш.78, 133	
Иманов Ф.А. 316	Одилавадзе Т.221	
Инашвили И. 150, 282	Окришвили О.Т.298	
Иорданишвили И.К. .. 123	Омсарашвили Г.Г.292, 298	
Иорданишвили К.Т. .. 123	Садыхова Н.А.226	
Иремашвили И.Р. 88, 127	Самхарадзе В.И.232	
Иремашвили Х. 58, 61	Саруханян А.А.237	
Исмаилов А. 65	Сафаров А.С.240	
Итриашвили Л.А. 133, 138	Сафаров С.Г.240	
Канделаки Н.В. 123	Симонян Л.Л.247	
Кварацхелия З. 303	Сичинава П.О.153	

შ ი ნ ა ა რ ს ი

გაგარდაშეილი გ. წყალთა მუშრნეობისა და ბარემოს დაცვის ფლაბმანი – წყალთა მუშრნეობის ინსტიტუტი – 85 (ქართულ ენაზე).....	3
(ინგლისურ ენაზე).....	10
(რუსულ ენაზე).....	14
ალავერდაშეილი მ., კიენაძე დ., კოკაია ნ., ხუფენია ნ., ცინცაძე ნ. მდ. ძირულას (სოფ. უბისასთან) ნატანის ჩამონადენის გაანბარიშება ენერგეტიკული პრინციპის ბამოყენებით (საქართველო)	19
ალიძოვი ა., ზეინალოვი ტ. აზერბაიჯანის რესპუბლიკის მტკნარი წყლების მიწისქვეშა რესურსები და მათი სახალხო მუშრნეობაში ბამოყენების მდომარეობა (აზერბაიჯანი).....	23
ალიძოვი ა., ზეინალოვი ტ. აზერბაიჯანის რესპუბლიკის ალტერნატიული წყლის რესურსების შეფასება მათი გვალვის დროს ბამოყენების მიზნით (აზერბაიჯანი).....	28
ამბარცუმიანი პ. ჰიდროსტატიკური ნივთიერების ხერხის თეორიული დასაბუთების საკითხი და მისი პრაქტიკული რეალიზაცია (სომხეთი)	32
არაკელიანი მ. თანამედროვე განვითარებად ქალაქებში მიტოვებული საწარმოო ტერიტორიების მშენებლობა და რეკონსტრუქცია (სომხეთი)	37
ბაქანიძე შ., მსხილაძე ნ. ახალი ტიპის საქალიბე ფარის ნატურული ექსპერიმენტის აღწერა (საქართველო)	41
ბაქანიძე შ., მსხილაძე ნ. ახალი ტიპის საქალიბე ფარის აღწერა და საწყისი მონაცემები მისი კონსტრუქციული გაანბარიშებისათვის (საქართველო)	47
გედენიძე ზ., მჭედლიშეილი გ. მიწისქვეშა ნაბებობების ცილინდრული გადახურვების გაანბარიშება ლოკალურ დატვირთვებზე (საქართველო)	53
გველესიანი თ., ჯინჯიხაშეილი გ., ირემაშეილი ხ. გენერირებული წყლის პროგრესუ- ლი ტალღების კარამიტრების შეფასების მეთოდის შესახებ (საქართველო)	58
გველესიანი თ., ირემაშეილი ხ., ბერძენაშეილი გ. ნაპირდამცავი ნაბებობის გავლენა მდინარის კალაპოტის ნაკადის მახასიათებლებზე (საქართველო)	61
გოჯამანოვი მ., ისმაილოვი ა. აზერბაიჯანში ნორმალური სიმაღლეების სისტემის განვითარება თანამგზავრული მეთოდებით (აზერბაიჯანი).....	65
გრიგოლია გ., კერესელიძე დ., ტრაპაძე ვ., ბრეგვაძე გ. მდინარე მტკვრის (ლიკანთან) წყალდიდობების და წყალმოვარდნების სიხშირის შეფასება (საქართველო)	69
გუგუნია მ. სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის კვლევისათვის სავალი პოლიგონის მოწყობა (საქართველო)	74
დიაკონიძე რ., ხარაიშეილი თ., ჭარბაძე ზ., დადიანი ქ., ნიბლაძე ნ., სუხიშეილი ნ., ლორთქიფანიძე ფ. კატასტროფებით ბამოწვეული მოსალოდნელი ეკოლოგიური პრობლემების სენსიტიურობისა და რისკების შეფასების კრიტერიუმების დამუშა- ვება, მათი ბამოყენება აღნიშნული პრობლემების პრევენციისათვის (საქართველო).....	78
ეგიანი დ. ხელმისაწვდომი საცხოვრებლის მშენებლობის უცხოური ბამოცდილების თავისებურებანი (აშშ-ს, ევროპული ქვეყნებისა და ყოფილი საბჭოთა კავშირის ტერიტორიის მაბალითზე) (სომხეთი)	84

ეზუგბაია ზ., ირემაშვილი ი., ეზუგბაია ა., ხორნაული ზ., მარდიშვილი ი. შენობა- ნაბეზობების აღების ტექნოლოგია და ორბანიზაცია (საქართველო)	88
ეროხინი ს., მამატკანოვი დ., ტუზოვა ტ. მორმულ-ყინულვანი კომპლექსების დამარხული ყინულები და მათი გავლენა ჩრდილოეთ ტიან-შანის მდინარეების ნატანზე (ყირგიზეთი)	98
ვართანოვი მ., კერნოშვილი ე., ლორთქიფანიძე ფ., მესრიშვილი გ. საქართველოს კასპის რაიონის სარწყავი სისტემების რეაბილიტაციის ეკონომიური ეფექტიანობა (საქართველო)	105
ვერდიევი რ. მდინარე მტკვრისა და მისი შენაკადების ნატანის ცვლილებების შეფასება (აზერბაიჯანი).....	111
ზაგინაევი გ. დისტანციური ზონდირებისა და გეოინფორმაციული სისტემების (ბის) მეთოდების გამოყენება ღვარცოფული ნაკადების ფორმირების მიზეზების შესწავლისათვის და მათი საფრთხის შეფასება (ყირგიზეთი)	119
იორდანიშვილი ი., თევზაძე თ., იორდანიშვილი კ. შავლაყაძე მ., ბილანიშვილი ლ., კანდელაკი ნ. სიონის კაშხლის უსაფრთხოების შეფასება (საქართველო)	123
ირემაშვილი ი., ეზუგბაია ზ., ხორნაული ზ. მზის ენერჯის გამოყენება ბეტონის სამშენობო ნაგებობების ტექნოლოგიაში (საქართველო)	127
იტრიაშვილი ლ., ხოსროშვილი ე., ნიბლაძე ნ. წყალ-ჭაობიანი ლანდშაფტების როლი და მნიშვნელობა (საქართველო)	133
იტრიაშვილი ლ., ხოსროშვილი ე. ნიადაგში ხსნარების მიგრაციის თავისებურებანი (საქართველო)	138
კიკნაძე ხ., მაისაია ლ. ნიადაგების დაცვა, მელიორაცია და რეკულტივაცია (საქართველო)	141
კილაძე რ., შურღაია გ., კეკელიშვილი ლ, ზედაპირული რწყვების ჰიდრაულიკა, მათემატიკური მოდელირების და კომპიუტერული იმიტაციის შესაძლებლო- ბები (საქართველო).....	145
კლიმიაშვილი ლ., დავითაშვილი ა., ინაშვილი ი., ნატროშვილი გ. ნიადაგ-ბრუნტში წყლის მოძრაობის სინქარის განსაზღვრა (საქართველო).....	150
კუპრეიშვილი შ., სიჭინავა პ., ბზიავა კ. მარმულირებელი ძველი ზედაპირული წყლებით კვების შემთხვევაში და მისი მოქმედების პრინციპი (საქართველო)	153
კუპრეიშვილი შ. მარმულირებელი ძველის სქემები ბრუნტის წყლის რეგულირების ღრის (საქართველო)	155
კუხალაშვილი ე. სატრანზიტო უბნებსა და გამოტანის კონსტრუქციის ღვარცოფული პროცესების რიბი თავისებურებანი (საქართველო).....	158
ლობჯანიძე ზ., მეზონია ნ., კვარაცხელია თ. იზოტროპული ფერდოს ზღვრული- წონასწორული ფორმის ზოგადი მოდელი (საქართველო).....	162
ლობჯანიძე ზ., მეზონია ნ., კვარაცხელია თ. ფერდოს მდგრადი ფორმის ამსახველი ფუნქციონალური დამოკიდებულებანი (საქართველო).....	172
მაჭაისკი ი., შურაგილინი ა., კურჩევსკი ს. რუსეთის ფედერაციის არაფავიშა ნიადაგ- ბის ზონის მსუბუქი ჰუმუს-ეფეროვანი ნიადაგების ნაყოფიერების ამაღლებისთვის აბრომელიორაციული ღონისძიებების კომპლექსი (რუსეთი, ბელარუსი).....	180

მაჭაისკი ი., შურაგილინი ა., კურჩევსკი ს. რუსეთის ტორფიანი ნიადაგების პროდუქტი- ულობის ცვლილება მიწარაღებულ დანამატების შემთხვევაში (რუსეთი, ბელარუსი).....	184
მამატკანოვი დ., ფაზილოვი ა. მდინარე მტკვრის (ლიკანეთან) წყალდიდობების და წყალმოვარდნების სიხშირის შემსახვე (ყირგიზეთი, ტაჯიკეთი).....	188
მენხალიევი მ. ქანობის ექსპოზიციის რუკის შედგენის გეოინფორმაციული მიდგომა (აზერბაიჯანი)	193
მეხრიშვილი გ. საქართველოს სარწყავი სისტემების ტექნიკური ექსპლუატაციის ნორმატივების საკითხისათვის (საქართველო).....	200
მისეცკაიტე თ. ნიადაგებში ღრმნაჟის მუშაობის დინამიკა (ლიტვა).....	206
მუსაევა მ. წყალდიდობები არანის ეკონომიკურ-გეობრაფიულ რაიონში (აზერბაიჯანი) ..	211
ნათიშვილი თ., ურუშაძე თ., გაგარდაშვილი გ. შერდობის ჩამონადენის ტალღისებრი მოძრაობის გავლენა ნიადაგის ეროზიის ინტენსივობაზე (საქართველო).....	216
ოდილაგაძე თ., ბზიავა კ. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წყალუზრუნველყოფისა და ეკავოტირანსპირაციის სინქრონიზაცია მაქსიმალური მოსავლის ფორმირები- სათვის (საქართველო)	221
სადიხოვა ნ. ბუნებრივი კვანძების დაცვა და მათი რაციონალური გამოყენების საკითხები ნახიჩევანის ავტონომიური რესპუბლიკის (აზერბაიჯანის რესპუბლიკა) ტერიტორიაზე ეკოლოგიური ტურიზმის განვითარების მიზნით (აზერბაიჯანი).....	226
სამხარაძე ვ., ჯანელიძე თ. შერდობაზე ეროზიის საწინააღმდეგო არხის მოწყობის ახალი ტექნოლოგია და არხისმჭრელი (საქართველო)	232
სარუხანიანი ა., მარტიროსიანი ა., მიქაელიანი ვ. საღაწვეო წყლის მიღების ექსპლუატაციის ზომიერობის საკითხები (სომხეთი)	237
საფაროვი ს., საფაროვი ა. ღლის და ღამის ატმოსფერული ნალექების ჯამის ცვლილებების მრავალწლიანი ტენდენცია დიდ კავკასიაში (აზერბაიჯანის რესპუბლიკის ფარგლებში) (აზერბაიჯანი)	240
სიმონიანი ლ., ტამიანი ს., მარკოსიანი მ. სახნავი მიწების ფიზიკური დებრადაციის ბამოკვლევა არარატის რაიონის მარზა არარატის პირობებში (სომხეთი)	247
სუბატაშვილი თ. მდინარე ღურუჯის ღვარცოვანი კოლოიდიური ბამონატანის სასოფლო სამეურნეო მიზნით გამოყენებისათვის მიმდინარე ექსპერიმენტის მიმოხილვა (საქართველო)	250
ტოკმაჯიანი ვ. სომხეთის რესპუბლიკის მდინარეების გაზაფხულის წყალდიდობებისა და მაქსიმალური ხარჯების ჩამონადენის სიდიდების პროგნოზირება 2012 და 2013 წლებში და მათი უზრუნველყოფის შემსახვე (სომხეთი)	255
ტუზოვა ტ., ეროსინი ს., ზაგინაევი ვ. არასტაციონარული ტიპის მთის ტბების ბარჯვების საშიშროების შემსახვე ურან-იზოტოპური მეთოდით (ყირგიზეთი)	263
უნდილაშვილი ნ. გმული ღვარცოვანის მოძრაობის პირობების პროგნოზირება (საქართველო)	270
ქერიმოვი ა., გულიევა ბ. რადიაციული რეპარაციის ბამოთვლა და მათი გამოყენება აზერბაიჯანის ბუნებრივ სისტემებში (აზერბაიჯანი)	273
ქოჩლაძე ნ. მომავლის არქიტექტურა – ადაპტირებადი არქიტექტურა (საქართველო) ..	278
ყრუაშვილი ი., დავითაშვილი ა., ინაშვილი ი., ნატროშვილი გ. ნიადაგის ტენის რეგულირება სარწყავი მიწათმოქმედებაში (საქართველო)	282

შურდია გ., ზაქაძე ი., კეკელიძე დ., კიკნაძე ს., მისია ლ. კოლხეთის დაბლობის ცენტრალური ნაწილის ნიადაგების წყალ-შიზიკური თვისებების ანალიზი მის ათვისებასთან დაკავშირებით (საქართველო)	285
ჩახია გ., გაგარდაშვილი გ., ვარაზაშვილი ზ., ბოსიკაშვილი შ., დიაკონიძე რ., წულუკიძე ლ., სუბულაგა ი., ომსარაშვილი გ. 2013-2014 წლებში ბორჯომის ნახანძრულ ხეობაში ბანსორციელელებული საველე-მსხვირმინტული კვლევის შედეგები (საქართველო)	292
ჩახია გ., წულუკიძე ლ., ვარაზაშვილი ზ., კუხალაშვილი ე., სუპატაშვილი თ., სუბულაგა ი., ომსარაშვილი გ., ოქრიაშვილი თ. თოვლის ზვავის საწინააღმდეგო გამჭოლი ტიპის ნაბეობის შეფასება (საქართველო)	298
წერეთელი ე., გაფრინდაშვილი მ., კვარაცხელია ზ., გაფრინდაშვილი გ., ქურციკიძე თ. საქართველოში გეოლოგიური სტიქიური კატასტროფების არსებული პრობლემები და მათ აღმოსაფხვრელად პირველი რიგის ბანსორციელელებული საადაპტაციო-პრევენციული ღონისძიებების მეთოდოლოგიური შედეგები (საქართველო)	303
ხალილოვი მ., ალიევა ნ. აზერბაიჯანის რესპუბლიკის დაბლობის ტყეების კლასიფიკაცია (აზერბაიჯანი)	310
ხარაიშვილი თ., კიკაბიძე მ. რყვის ბავშვთა სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მოსავლიანობაზე (საქართველო)	313
ქასანალიზაძე ა. მაზხარი, იმანოვი ფ. მმტიოროლოგიური და სასოფლო-სამეურნეო გვალვის კვლევა ირანის რაიონების მაბალითზე (აზერბაიჯანი)	316
ანოტაციები (ქართულ ენაზე)	323
ანოტაციები (ინგლისურ ენაზე)	344
ანოტაციები (რუსულ ენაზე)	361
ძრონიკა (ქართულ ენაზე)	379
ძრონიკა (ინგლისურ ენაზე)	410
ძრონიკა (რუსულ ენაზე)	419
ავტორთა საძიებელი (ქართულ ენაზე)	429
ავტორთა საძიებელი (ინგლისურ ენაზე)	430
ავტორთა საძიებელი (რუსულ ენაზე)	431

CONTENTS

Gavardashvili G. WATER MANAGEMENT INSTITUTE – THE FLAGSHIP OF WATER MANAGEMENT AND ENVIRONMENTAL PROTECTION – 85 (in Georgian)	3
(in English)	10
(in Russian)	14
Alaverdashvili M., Kiknadze D., Kokaya N., Khupenya N., Tsintsadze N. CALCULATION OF THE SEDIMENT LOAD OF THE RIVER DZIRULA (VILL. UBISA) BY USING THE ENERGETICAL PRINCIPLES (Georgia)	19
Alimov A., Zeinalov T. THE FRESH WATER RESOURCES OF AZERBAIJAN REPUBLIC AND CONDITION OF ITS USING IN PUBLIC MANAGEMENT (Azerbaijan)	23
Alimov A., Zeinalov T. THE EVALUATION OF ALTERNATIVE WATER SOURCES OF THE REPUBLIC FOR USAGE DURING DROUGHT SEASON (Azerbaijan)	28
Hambardzumyan P. THE ISSUE OF THEORETICAL PRECISE OF HYDROSTATICAL LEVELING METHOD AND ITS PRACTICAL REALIZATION (Armenia)	32
Arakelyan M. CONSTRUCTION AND RECONSTRUCTION OF ABANDONED INDUSTRIAL TERRITORIES IN MODERN DEVELOPING CITY (Armenia)	37
Bakanidze Sh., Mskhiladze N. DESCRIPTION OF FIELD EXPERIMENT WROUGHT A NEW TYPE OF FORMWORK (Georgia)	41
Bakanidze Sh., Mskhiladze N. FOR CONSTRUCTIVE CALCULATION OF NEW TYPE BOXING SHIELDS (Georgia)	47
Gedenidze Z., Mchedlishvili V. ANALYSIS OF TRANSLATIONAL SHELLS FOR UNDERGROUND STRUCTURES UNDER LOCAL LOADING (Georgia)	53
Gvelesiani T., Jinjikhshvili G., Iremashvili Kh. ABOUT THE METHOD FOR ASSESSMENT OF PARAMETERS OF GENERATED PROGRESSIVE WATER WAVES (Georgia)	58
Gvelesiani T., Iremashvili Kh., Berdzenashvili G. INFLUENCE OF COST-PROTECTING STRUCTURE ON CHARACTERISTICS OF RIVER CHANNEL FLOW (Georgia)	61
Gojamanov M., Ismailov A. DEVELOPMENT OF THE NORMAL HEIGHTS SYSTEM IN AZERBAIJAN BY THE SATELLITE METHODS (Azerbaijan)	65
Grigolia G., Kereselidze D., Trapaidze V., Bregvadze G. ASSESSMENT OF FREQUENCY OF FLOODS AND HIGH WATERS AT KURA RIVER (LIKANI) (Georgia)	69
Guguchia M. TO ARRANGE OF FIELD TESTING AREA FOR RESEARCH OF COMBINED THREE TIER DRAINAGE (Georgia)	74
Diakonidze R., Kharashvili O., Charbadze Z., Dadiani K., Nibladze N., Sukhishvili N., Lortkifanidze F. TREATMENT OF EVALUATION CRITERIA OF RISKS AND SENSITIVE OF ECOLOGICAL PROBLEMS CAUSED BY DISASTERS, THEIR USE FOR PROBLEMS PREVENTION (Georgia)	78
Yeghiyan L. FEATURES OF FOREIGN COUNTRIES CONSTRUCTION EXPERIENCE IN AFFORDABLE HOUSING FIELD (BY THE EXAMPLES OF USA, EUROPEAN COUNTRIES AND THE FORMER SOVIET UNION COUNTRIES) (Armenia)	84
Ezugbaya Z., Iremashvili I., Ezugbaya A., Khornaui Z., Marghishvili I. THE TECHNOLOGY AND ORGANIZATION OF BUILDING-CONSTRUCTION TAKING WORKS (Georgia)	88

CONTENTS

Erochin S., Mamatkanov D., Tuzova T. BURIED ICES OF MORaine-GLACIAL COMPLEXES AND THIS IMPACT ON THE NORTHERN TIEN-SHAN RIVERS RUNOFF (Kyrgyzstan)	98
Vartanov M., Kechkhoshvili E., Lortkipanidze F., Mekhrishvili G. COST EFFECTIVENESS OF REHABILITATION OF IRRIGATION SYSTEMS IN KASPI DISTRICT OF GEORGIA (Georgia) ..	105
Verdiyev R. ASSESSMENT OF CHANGES OF FLOW OF KURA RIVER AND ITS TRIBUTARIES (Azerbaijan)	111
Zaginaev V. USE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS) AND REMOTE SENSING METHODS FOR STUDY OF DEBRIS FLOW PROCESSES AND ESTIMATING DEBRIS (Kyrgyzstan)	119
Iordanishvili I., Tevzadze T., Iordanishvili K., Shavlakadze M., Bilanishvili L., Kandelaki N. SAFETY ASSESSMENT OF SIONI DAM (Georgia)	123
Iremashvili I., Ezugbaia Z., Khornauli Z. USING OF SOLAR ENERGY IN CONCRETE WORKS PRODUCTION TECHNOLOGY (Georgia)	127
Itriashvili L., Khosroshvili E., Nibladze N. THE ROLE AND SIGNIFICANCE OF WATER-SWAMPY LANDSCAPES (Georgia)	133
Itriashvili L., Khosroshvili E. PECULIARITY OF SOLUTIONS' MIGRATION IN SOIL (Georgia) ...	138
Kiknadze Kh., Maisaya L. SOIL PROTECTION, RECLAMATION AND RECULTIVATION (Georgia)	141
Kiladze R., Shurghaya V., Kekelishvili L. HYDRAULIC OF SURFACE IRRIGATION, MATHEMATICAL MODELLING AND OPPORTUNITIES OF COMPUTER IMITATION (Georgia)	145
Klimiashvili L., Davitashvili A., Inashvili I., Natroshvili G. DETERMINATION OF WATER MOVEMENT VELOCITY IN A SOIL (Georgia)	150
Kupreishvili Sh., Sichinava P., Bziava K. THE REGULATORY SCHEME IN CASE OF SURFACE WATER FEEDING AND ITS WORKING PRINCIPLES (Georgia)	153
Kupreishvili Sh. THE REGULATORY NETWORK SCHEMES ON TIME OF GROUND WATER REGULATION (Georgia)	155
Kukhalashvili E. THE NUMBER OF FEATURES OF DEBRIS FLOW PROCESSES ON THE TRANSIT SECTIONS AND DISPLAY CONES (Georgia)	158
Lobzhanidze Z., Mebonia N., Kvarackhelia T. THE GENERAL MODEL OF ISOTROPIC SLOPE MARGINAL BALANCE FORM (Georgia)	162
Lobzhanidze Z., Mebonia N., Kvarackhelia T. FUNCTIONAL DEPENDENCES FOR DESCRIBE SLOPE STABLE FORM (Georgia)	172
Mazhaiskiy Yu., Shuravilini A., Kurchevski S. STUDY THE COMPLEX OF MEASURES TO IMPROVE THE FERTILITY OF THE LUNG SOD-PODZOLIC SOILS OF THE NON-BLACK SOILS ZONE OF RUSSIA (Russia, Belarus)	180
Mazhaiskiy Yu., Shuravilini A., Kurchevski S. THE RESEARCH PRODUCTIVITY OF PEAT SOILS RUSSIA THE INTRODUCTION OF MINERAL ADDITIVES (Russia, Belarus)	184
Mamatkanov D., Fazilov A. IMPROVEMENT OF THE MEANS OF SEDIMENT SLUICING AUTOMATION OF IRRIGATION SETTLERS (Kyrgyzstan, Tajikistan)	188
Mehbaliyev M. GEOINFORMATIONAL APPROACH IN COMPILING MAPS OF SLOPE EXPOSITION (Azerbaijan)	193

C O N T E N T S

Mekhrishvili G. THE ISSUE OF SPECIFICATIONS OF TECHNICAL OPERATION OF IRRIGATION SYSTEMS OF GEORGIA (Georgia)	200
Miseckaitė O. THE DYNAMICS OF DRAINAGE ACTIVITY IN SOIL (Lithuania)	206
Musayeva M. FLOODS IN THE ECONOMIC GEOGRAPHICAL REGION ARAN (Azerbaijan)	211
Natishvili O., Urushadze T., Gavardashvili G. THE INFLUENCE OF WAVELIKE MOVEMENT OF SLOPE FLOW ON THE INTENSITY OF SOIL EROSION (Georgia)	216
Odilavadze T., Bziava K. SYNCHRONIZATION OF WATER SUPPLY AND EVAPOTRANSPIRATION OF AGRICULTURAL CROPS IN ORDER TO FORM A MAXIMUM CROP YIELD (Georgia)	221
Sadikhova N. PROTECTION OF NATURAL MONUMENTS AND THEIR MANAGEMENT ISSUES FOR DEVELOPMENT OF ECO-TOURISM IN THE TERRITORY OF NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC (THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN) (Azerbaijan)	226
Samkharadze V., Janelidze T. NEW TECHNOLOGY FOR THE CONSTRUCTION OF SLOPE ANTI-EROSION CHANNEL USING CHANNEL CUTTER (Georgia)	232
Sarukhanyan A., Martirosyan A., Mikaelyan V. SOME ISSUES OF PRESSURE WATER THROUGH PIPE USING (Armenia)	237
Safarov S., Safarov A. LONG-TERM TENDENCY OF CHANGE OF THE NIGHT AND DAY SUMS OF PRECIPITATION IN THE GREAT CAUCASUS (WITHIN THE AZERBAIJANI REPUBLIC) (Azerbaijan)	240
Simonyan L., Tamoyan S., Markosyan M. STUDY OF PHYSICAL DEGRADATION OF ARABLE LANDS IN ARARAT REGION OF ARARAT MARZ (Armenia)	247
Supatashvili T. REVIEW OF RUNNING EXPERIMENT FOR USING RIVER DURUJI DEBRIS FLOW SEDIMENT IN ORDER TO AGRICULTURE AIM (Georgia)	250
Tokmajyan V. PREDICTION OF SPRING FLOODS FLOW VOLUMES IN RIVERS OF THE REPUBLIC OF ARMENIA, VALUES OF MAXIMUM DISCHARGES AND ESTIMATION OF PREDICTION JUSTIFICATION (Armenia)	255
Tuzova T., Erokhin S., Zaginaev V. ESTIMATION OF OUTBURST RISK OF MOUNTAIN LAKES OF UNSTEADY TYPE BY THE URANIUM-ISOTOPIC METHOD (Kyrgyzstan)	263
Undilashvili N. PREDICTION OF VISCOUS DEBRIS FLOWS MOVEMENT (Georgia)	270
Kerimov A., Guliyeva B. CALCULATION OF RADIATION RESERVES AND WAYS OF THEIR UTILIZATION IN NATURAL SYSTEMS OF AZERBAIJAN (Azerbaijan)	273
Kochladze N. FUTURE ARCHITECTURE – ADAPTABLE ARCHITECTURE (Georgia)	278
Kruashvili I., Davitashvili A., Inashvili I., Natroshvili G. REGULATION OF SOIL MOISTURE IN IRRIGATED AGRICULTURE (Georgia)	282
Shurghaya V., Zakaidze I., Kekelishvili L., Kiknadze Kh., Maisaya L. THE ANALYSIS OF WATER-PHYSICAL PROPERTIES OF COLCHIS LOWLAND CENTRAL PART SOILS CONNECTED TO ITS MASTERING (Georgia)	285
Chakhaya G., Gavardashvili G., Varazashvili Z., Bosikashvili Sh., Diakonidze R., Tsulukidze L., Khubulava I., Omsarashvili G. THE RESULTS OF FIELD-EXPERIMENTAL RESEARCH IMPLEMENTED IN THE BURNT BASIN OF BORJOMI 2013-2014 (Georgia)	292

CONTENTS

Chakhaya G., Tsulukidze L., Varazashvili Z., Kukhalashvili E., Supatashvili T., Khubulava I., Omsarashvili G., Oqriashvili O. EVALUATION OF SNOW AVALANCHE AGAINST THROUGH TYPE CONSTRUCTION (Georgia)	298
Tsereteli E., Gaprindashvili M., Kvaratskhelia Z., Gaprindashvili G., Kurtsikidze O. EXISTING PROBLEMS OF GEOLOGICAL DISASTERS IN GEORGIA AND METHODOLOGICAL FIRST ROW ACTIONS FOR PROBLEM ELIMINATION OF ADAPTATION-PREVENTIVE MEASURES (Georgia)	303
Khalilov M., Alieva H. ON THE CLASSIFICATION ON LOW-LYING FORESTS OF THE AZERBAIJAN (Azerbaijan)	310
Kharaishvili O., Kikabidze M. THE INFLUENCE OF IRRIGATION ON THE PRODUCTIVITY OF AGRICULTURAL PLANTS (Georgia)	313
Hassanalizhade Mazhar, Imanov F. INVESTIGATING THE METEOROLOGICAL AND AGRICULTURAL DROUGHTS CASE STUDY: SELECTED PROVINCES IN IRAN (Azerbaijan) .	316
ABSTRACTS (in Georgian)	323
ABSTRACTS (in English)	344
ABSTRACTS (in Russian)	361
CHRONICLE (in Georgian)	379
CHRONICLE (in English)	410
CHRONICLE (in Russian)	419
AUTHOR INDEX (in Georgian)	429
AUTHOR INDEX (in English)	430
AUTHOR INDEX (in Russian)	431

СО Д Е Р Ж А Н И Е

Гавардашвили Г.В. ФЛАГМАНУ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ – ИНСТИТУТУ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА – 85 (на грузинском языке)	3
(на английском языке)	10
(на русском языке)	14
Алавердашвили М.Ш., Кикнадзе Д.Г., Кокая Н.Г., Хупения Н.Г., Цинцадзе Н.Т. РАСЧЕТ СТОКА НАНОСОВ РЕКИ ДЗИРУЛА (С. УБИСА) С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРИПЦИПА (Грузия)	19
Алимов А.К., Зейналов Т.С. ПРЭСНЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ И СОСТОЯНИЕ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ (Азербайджан)	23
Алимов А.К., Зейналов Т.С. ОЦЕНКА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ В ЦЕЛЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ ПРИ ЗАСУХЕ (Азербайджан)	28
Амбарцумян П.В. К ВОПРОСУ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ СПОСОБА ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ И ЕГО ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ (Армения)	32
Аракелян М.Э. СТРОИТЕЛЬСТВО И РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗАБРОШЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В СОВРЕМЕННЫХ РАЗВИВАЮЩИХСЯ ГОРОДАХ (Армения)	37
Баканидзе Ш., Мсхиладзе Н. ОПИСАНИЕ НАТУРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ОПАЛУБОЧНОГО ЩИТА НОВОГО ТИПА (Грузия)	41
Баканидзе Ш., Мсхиладзе Н. ОПИСАНИЕ ОПАЛУБОЧНОГО ЩИТА НОВОГО ТИПА И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ЕГО КОНСТРУКТИВНОГО РАСЧЕТА (Грузия)	47
Геденидзе З.Ш., Мchedlishvili В.И. РАСЧЁТ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПЕРЕКРЫТИЙ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ ЛОКАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ (Грузия).....	53
Гвелесиани Т., Джинджихашвили Г., Иремашвили Х. О МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ГЕНЕРИРОВАННЫХ ВОЛН НА ВОДЕ (Грузия)	58
Гвелесиани Т., Иремашвили Х., Бердзенашвили Г. ВЛИЯНИЕ БЕРЕГОЗАЩИТНОГО СООРУЖЕНИЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОТОКА В РУСЛЕ РЕКИ (Грузия)	61
Годжаманов М., Исмаилов А. РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ НОРМАЛЬНЫХ ВЫСОТ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ СПУТНИКОВЫМИ МЕТОДАМИ (Азербайджан)	65
Григолия Г., Кереселидзе Д., Трапаидзе В., Брегвадзе Г. ОЦЕНКА ЧАСТОТЫ НАВОДНЕНИЙ И ПАВОДКОВ РЕКИ КУРА (ЛИКАНИ) (Грузия)	69
Гугучия М.М. УСТРОЙСТВО ПОЛЕВОГО ПОЛИГОНА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРЕХЪЯРУСНОГО КОМБИНИРОВАННОГО ДРЕНАЖА (Грузия)	74
Диаконидзе Р., Харашвили О., Чарбадзе З., Дадияни К., Нибладзе Н., Сухишвили Н., Лорткипанидзе Ф. РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ СЕНСИТИВНОСТИ И РИСКОВ ВЕРОЯТНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ, ВЫЗВАННЫХ КАТАСТРОФАМИ, ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ПРЕВЕНЦИИ УПОМЯНУТЫХ ПРОБЛЕМ (Грузия)	78
Егиян Л.К. ОСОБЕННОСТИ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА СТРОИТЕЛЬСТВА ДОСТУПНОГО ЖИЛЬЯ (НА ПРИМЕРЕ США, ЕВРОПЕЙСКИХ СТРАН И БЫВШЕЙ ТЕРРИТОРИИ СССР) (Армения)	84

СО Д Е Р Ж А Н И Е

Езугбая З.А., Иремашвили И.Р., Езугбая А.З., Хорнаули З.В., Маргишвили И.А. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПРИ СНОСЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ (Грузия)	88
Ерохин С.А., Маматканов Д.М., Тузова Т.В. ПОГРЕБЕННЫЕ ЛЬДЫ МОРЕНО-ЛЕДНИКОВЫХ КОМПЛЕКСОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СТОК РЕК СЕВЕРНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ (Киргизстан)	98
Вартанов М.В., Кечхошвили Э.М., Лорткипанидзе Ф.Н., Мехришвили Г.Д. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕАБИЛИТАЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ КАСПСКОГО РАЙОНА ГРУЗИИ (Грузия)	105
Вердиев Р. ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ СТОКА РЕКИ КУРЫ И ЕЕ ПРИТОКОВ (Азербайджан)	111
Загинаев В.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ (ГИС) ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРИЧИН ФОРМИРОВАНИЯ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ И ОЦЕНКИ ИХ ОПАСНОСТИ (Киргизстан)	119
Иорданишвили И.К., Тевзадзе Т.В., Иорданишвили К.Т., Шавлакадзе М.С., Биланишвили Л.Р., Канделаки Н.В. ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ СИОНСКОЙ ПЛОТИНЫ (Грузия)	123
Иремашвили И.Р., Езугбая З.А., Хорнаули З.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ РАБОТ (Грузия)	127
Итришвили Л.А., Хосрошвили Е.З., Нибладзе Н.Ш. РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ВОДНО-БОЛОТНЫХ ЛАНДШАФТОВ (Грузия)	133
Итришвили Л.А., Хосрошвили Е.З. ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ РАСТВОРОВ В ПОЧВЕ (Грузия)	138
Кикнадзе Х.Л., Маисая Л.Д. МЕЛИОРАЦИЯ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ (Грузия)	141
Киладзе Р.М., Шургая В.Ш., Кекелишвили Л.Г. ГИДРАВЛИКА ПОВЕРХНОСТНОГО ПОЛИВА, ВОЗМОЖНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ИМИТАЦИИ (Грузия)	145
Климишвили Л., Давиташвили А., Инашвили И., Натрошвили Г. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОДЫ В ПОЧВЕ (Грузия)	150
Купреишвили Ш.З., Сичинава П.О., Бзиава К.Г. РЕГУЛИРУЮЩАЯ СЕТЬ В СЛУЧАЕ ПИТАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫМИ ВОДАМИ И ПРИНЦИП ЕГО ДЕЙСТВИЙ (Грузия)	153
Купреишвили Ш.З. СХЕМЫ РЕГУЛИРУЮЩЕЙ СЕТИ ВО ВРЕМЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД (Грузия)	155
Кухалашвили Э.Г. РЯД ОСОБЕННОСТЕЙ СЕЛЕВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТРАНЗИТНЫХ УЧАСТКАХ И КОНУСАХ ВЫНОСА (Грузия)	158
Лобжанидзе З., Мебония Н. Кварацхелия Т. ОБЩАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДЕЛЬНО-РАВНОВЕСНОЙ ФОРМЫ ИЗОТРОПНОГО ОТКОСА (Грузия)	162
Лобжанидзе З., Мебония Н. Кварацхелия Т. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ УСТОЙЧИВУЮ ФОРМУ ОТКОСА (Грузия)	172
Мажайский Ю.А., Шуравилин А.В., Курчевский С.М. АГРОМЕЛИОРАТИВНЫЙ КОМПЛЕКС МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПЛОДОРОДИЯ ЛЁГКИХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (Россия, Беларусь) .	180

СОДЕРЖАНИЕ

Мажайский Ю.А., Шуравилин А.В., Курчевский С.М. ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ РОССИИ ПРИ ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК (Россия, Беларусь) 184	184
Маматканов Д.М., Фазылов А.Р. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОМЫВА НАНОСОВ ИРРИГАЦИОННЫХ ОТСТОЙНИКОВ (Кыргызстан, Таджикистан) ... 188	188
Мехбалиев М.М. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД СОСТАВЛЕНИЯ КАРТ ЭКСПОЗИЦИИ СКЛОНОВ (Азербайджан) 193	193
Мехришвили Г.Д. К ВОПРОСУ НОРМАТИВОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ГРУЗИИ (Грузия) 200	200
Мисецкайте О.В. ДИНАМИКА РАБОТЫ ДРЕНАЖА В ПОЧВАХ (Литва) 206	206
Мусаева М.Р. НАВОДНЕНИЯ В АРАНСКОМ ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОМ (Азербайджан) 211	211
Натишвили О.Г., Урушадзе Т.Ф., Гавардашвили Г.В. ВЛИЯНИЕ ВОЛНООБРАЗНОГО ДВИЖЕНИЯ СКЛОНОВОГО СТОКА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ЭРОЗИИ ПОЧВ (Грузия) 216	216
Одилавадзе Т., Бзиява К. СИНХРОНИЗАЦИЯ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ И ЭВАПОТРАНПИРАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С ЦЕЛЬЮ ОБРАЗОВАНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО УРОЖАЯ (Грузия) 221	221
Садыхова Н.А. ОХРАНА ПРИРОДНЫХ ПАМЯТНИКОВ И ВОПРОСЫ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЦЕЛЯХ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА НА ТЕРРИТОРИИ НАХЧЫВАНСКОЙ АВТНОМНОЙ РЕСПУБЛИКИ (АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА) (Азербайджан) 226	226
Самхарадзе В.И., Джанелидзе Т.Р. НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА СКЛОНОВОГО ПРОГНОЗИРОВАННОГО КАНАЛА КАНАЛОРЕЗОМ (Грузия) 232	232
Саруханян А.А., Мартиросян А.В., Микаелян В.Б. НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ НАПОРНЫХ ВОДОПРОВОДНЫХ ТРУБ (Армения) 237	237
Сафаров С.Г., Сафаров А.С. МНОГОЛЕТНЯЯ ТЕНДЕНЦИЯ ИЗМЕНЕНИЯ НОЧНЫХ И ДНЕВНЫХ СУММ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА БОЛЬШОМ КАВКАЗЕ (В ПРЕДЕЛАХ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ) (Азербайджан) 240	240
Симонян Л.Л., Тамоян С.Дж., Маркосян М.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ДЕГРАДАЦИИ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ В УСЛОВИЯХ АРАРАТСКОГО РАЙОНА МАРЗА АРАРАТ (Армения) 247	247
Супаташвили Т.Л. ОБЗОР ТЕКУЩЕГО ЭКСПЕРИМЕНТА СЕЛЕВО-ОЛЛОИДНОГО ВЫНОСА РЕКИ ДУРУДЖИ С ЦЕЛЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ (Грузия) 250	250
Токмаджян В.О. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЕЛИЧИН СТОКА ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ И МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ РЕК РА В 2012 И 2013гг. И ОЦЕНКА ИХ ОПРАВДЫВАЕМОСТИ (Армения) 255	255
Тузова Т.В., Ерохин С.А., Загинаев В.В. ОЦЕНКА ПРОРЫВООПАСНОСТИ ГОРНЫХ ОЗЕР НЕСТАЦИОНАРНОГО ТИПА УРАН-ИЗОТОПНЫМ МЕТОДОМ (Кыргызстан) 263	263
Ундилашвили Н.А. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ДВИЖЕНИЯ СВЯЗНЫХ СЕЛЕЙ (Грузия) 270	270
Керимов А.М., Гулиева Б.Т. РАСЧЕТ РАДИАЦИОННЫХ РЕЗЕРВОВ И ПУТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРИРОДНЫХ СИСТЕМАХ АЗЕРБАЙДЖАНА (Азербайджан) 273	273

СОДЕРЖАНИЕ

Кочладзе Н.Т. АРХИТЕКТУРА БУДУЩЕГО – АДАПТИВНАЯ АРХИТЕКТУРА (Грузия)	278
Круашвили И., Давиташвили А., Инашвили И., Натрошвили Г. РЕГУЛИРОВАНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ (Грузия)	282
Шургая В.Ш., Закаидзе И.Г., Кекелишвили Л.Г., Кикнадзе Х.Л., Мансая Л.Д. АНАЛИЗ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ В СВЯЗИ С ИХ ОСВОЕНИЕМ (Грузия)	285
Чახая Г.Г., Гавардашвили Г.В., Варазашвили З.Н., Босикашвили Ш.А., Диаконидзе Р.В., Цулукидзе Л.Н., Хубулава И.В., Омсарашвили Г.Г. РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПРОВЕДЕННЫХ В 2013-2014 ГОДАХ В ВЫЖЖЕННОМ БОРЖОМСКОМ УЩЕЛЬЕ (Грузия)	292
Чახая Г. Г., Цулукидзе Л.Н., Варазашвили З.Н., Кухалашвили Э.Г., Супаташвили Т.Л., Хубулава И.В., Омсарашвили Г.Г. Окриашвили О.Т. ОЦЕНКА СООРУЖЕНИЯ СКВОЗНОГО ТИПА ДЛЯ БОРЬБЫ СО СНЕЖНЫМИ ЛАВИНАМИ (Грузия)	298
Церетели Э., Гаприндашвили М., Кварацхелия З., Гаприндашвили Г., Курцикидзе О. СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПРОБЛЕМЫ СТИХИЙНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАТАСТРОФ В ГРУЗИИ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПЕРВООЧЕРЕДНЫХ АДАПТАЦИОННО-ПРЕВЕНЦИАЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ (Грузия)	303
Халилов М.Ю., Алиева Н.А. К КЛАССИФИКАЦИИ НИЗИННЫХ ЛЕСОВ АЗЕРБАЙДЖАН- СКОЙ РЕСПУБЛИКИ (Азербайджан)	310
Хараишвили О.И., Кикабидзе М.Н. ВЛИЯНИЕ ПОЛИВА НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР (Грузия)	313
Гасанализаде Мазхар А.С., Иманов Ф.А. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЗАСУХИ НА ПРИМЕРЕ ОБЛАСТЕЙ ИРАНА (Азербайджан) ..	316
АННОТАЦИИ (на грузинском языке)	323
АННОТАЦИИ (на английском языке)	344
АННОТАЦИИ (на русском языке)	361
ХРОНИКА (на грузинском языке)	379
ХРОНИКА (на английском языке)	410
ХРОНИКА (на русском языке)	419
УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ (на грузинском языке)	429
УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ (на английском языке)	430
УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ (на русском языке)	431

**წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომების
კრებულში სტატიების ბამოქმეჩნების 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);
 - ანოტაცია (10–15 სტრიქონი);
 - საკვანძო სიტყვები (არა უმეტეს 6-ისა).
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);
- Summary (10-15 lines);
- Key Words (no more than 6).

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);
- аннотация (10-15 строк);
- ключевые слова (не более 6).

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.



მე-4 საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის მონაწილეები (ქ. თბილისი, 27-30 სექტემბერი, 2014 წ.)

Participants of 4th International Scientific and Technical Conference (Tbilisi, 27-30 September, 2014)

Участники 4-й Международной Научно-Технической Конференции (г. Тбилиси, 27-30 сентября, 2014 г.)