

საქართველოს განათლების, მეცნიერების,  
კულტურისა და სპორტის სამინისტრო  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ცოტნე მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მენეჯმენტის ინსტიტუტი



სამეცნიერო შრომათა კრებული №74



**MINISTRY OF EDUCATION, SCIENCE, CULTURE AND  
SPORT OF GEORGIA  
TSOTNE MIRTSKHULAVA WATER MANAGEMENT  
INSTITUTE  
OF GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY**

**COLLECTED PAPERS №74**



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ,  
КУЛЬТУРЫ И СПОРТА ГРУЗИИ  
ИНСТИТУТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
ИМ. ЦОТНЕ МИРЦХУЛАВА  
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ №74**



მთავარი რედაქტორი: ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი  
მთავარი რედაქტორის მოადგილე: ტექნ. აკად. დოქტ. ინგა ირემაშვილი

**სარედაქციო კოლეგია:**

ბილალ აიუბი (აშშ), არონე არმანი (იტალია), ალისტაირ ბორტვიკი (ინგლისი), ემილ ბოურნასკი (ბულგარეთი), რობერტ დიაკონიძე, ნატივ დუდაი (ისრაელი), პაველ ვლასაკი (ჩეხეთი), ალექსანდრე ვოლჩეკი (ბელარუსია), იუჯინ ვუ (ჩინეთი), ტელმან ზეინალოვი (აზერბაიჯანი), დიმიტრი ზნამენსკი (ბრაზილია), ეკა თოფურია, ფარდა იმანოვი (აზერბაიჯანი), ირინა იორდანიშვილი, კო-ფეი ლიუ (ტაივანი), ზურაბ ლობჯანიძე, ლორენც კინგი (გერმანია), პეტრე კოვალენკო (უკრაინა), ზურაბ კოპალიანი (რუსეთი), მიხეილ კუზნეცოვი (რუსეთი), შორენა კუპრეიშვილი, ვილიბალდ ლოისკანდი (ავსტრია), ალა მაგომედოვა (რუსეთი), დიუშენ მამატკანოვი (ყირგიზეთი), იური მაჟაისკი (რუსეთი), ჯონ მეიჯერი (აშშ), მირალი მოჰამადი (ირანი), მარინა მღებრიშვილი (პასუხისმგებელი მდივანი), ოთარ ნათიშვილი, იაროსლავ რაიჩიკი (პოლონეთი), კადირ სეიპანი (თურქეთი), ერჟი სობოტა (პოლონეთი), ჰიროში სუვა (იაპონია), ოვანეს ტოკმაჯიანი (სომხეთი), ჯუმბერ ფანჯულიძე, ვლადიმერ შურდაია, გოგა ჩახაია, სერგეი ჩერნომორეცი (რუსეთი), მიხაილ ჯაბოედოვი (შვეიცარია), რინალდო ჯენევისი (იტალია), ლასლო ჰაიდუ (ნიდერლანდები), დუგლას ჰამილტონი (კანადა).

*Сборник издается с 1934 г.*

Главный редактор: докт. техн. наук, проф. Гавардашвили Г. В.  
Заместитель главного редактора: акад. докт. тех. наук Иремашвили И.Р.

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

Айуб Б.М. (США), Армани А. (Италия), Бортовик А. (Англия), Боурнаски Е. (Болгария), Власак П. (Чехия), Волчек А.А. (Беларусь), Ву И. (Китай), Гаиде Л. (Нидерланды), Гамильтон Д. (Канада), Джабедоф М. (Швейцария), Дженовоис Р. (Италия), Диаконидзе Р.В., Дудай Н. (Израиль), Зейналов Т.С. (Азербайджан), Знаменский Д. (Бразилия), Иманов Ф.А. (Азербайджан), Иорданишвили И.К., Кинг Л. (Германия), Коваленко П. (Украина), Копалиани З.Д. (Россия), Кузнецов М.С. (Россия), Купреишвили Ш.З., Лиу К. (Тайван), Лобжанидзе З., Лоискандл В. (Австрия), Магомедова А.В. (Россия), Мажайский Ю.А. (Россия), Маматканов Д. М. (Кыргизская Республика), Мгебришвили М.А. (ответственный секретарь), Мейджер Дж. (США), Могаммади М. (Иран), Натишвили О.Г., Панчулидзе Дж., Райчик Я.Э. (Польша), Сейхан К. (Турция), Сува Х. (Япония), Собота Е. (Польша), Токмаджян О.В. (Армения), Топурия Е. С., Шургая В.Ш., Чахая Г.Г., Черноморец С.С. (Россия).

*The collection is published since 1934*

Chief Editor: Prof. Gavardashvili G.V.  
Deputy of chief editor: PhD Iremashvili I.R.

**EDITORIAL BOARD:**

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

ო. ჭავჭავაძის გამზ. 60<sup>ბ</sup>,  
0179, თბილისი, საქართველო  
სტუ-ს ც. მირცხულავას სახ.  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ტელ.: (99532) 2-227-200, 2-224-094  
ფაქსი: (99532) 2-227-300  
ელ. ფოსტა: gwmi1929@gmail.com  
ვებ-გვერდი: http://wmi.ge

Грузия, 0179, Тбилиси,  
пр. И. Чавчавадзе, 60<sup>б</sup>  
Институт водного хозяйства  
им. И. Мирцхулава ГТУ  
Тел.: (99532) 2-227-200, 2-224-094  
Факс: (99532) 2-227-300  
E-mail: gwmi1929@gmail.com  
Веб-сайт: http://wmi.ge

I. Chavchavadze ave. 60<sup>b</sup>,  
0179, Tbilisi, Georgia  
Ts. Mirtskhulava Water  
Management Institute of GTU  
Tel.: (99532) 2-227-200, 2-224-094  
Fax: (99532) 2-227-300  
E-mail: gwmi1929@gmail.com  
Website: http://wmi.ge

## შ ი ნ ა ა რ ს ი

1. ი. აგაევი, ბ. აჰმადოვი, ტ. ზეინალოვი, ა. მუსლუმოვი. აზერბაიჯანში მცირე მდინარეების ეკოსისტემების აღდგენის ღონისძიებები <i>(აზერბაიჯანი)</i> .....	9
2. ვ. ალიევი, ზ. რამაზანლი. მდინარე მტკვარზე წყალდიდობის პოზიტიური ზემოქმედება გარემოზე <i>(აზერბაიჯანი)</i> .....	15
3. დ. გუბელაძე, ო. ხარაიშვილი, მ. კიკაბიძე, ნ. მეზონია. კალაპოტური დეფორმაციების ექსპერიმენტული კვლევა <i>(საქართველო)</i> .....	19
4. მ. გუგუჩია, ჯ. მიგინიეშვილი, გ. ვახტანგიშვილი. კოლხეთის დაბლობზე სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის სავლე კვლევა და მისი შეფასება <i>(საქართველო)</i> .....	24
5. ი. დენისოვა, ნ. მეფარიშვილი, კ. ბზიავა, ი. ლეჟავა. ძველ ცივილიზაციებსა და საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული წყალმომარაგების, წყალარინებისა და გათბობის სისტემები <i>(საქართველო)</i> .....	30
6. რ. დიაკონიძე, ჯ. ფანჩულიძე, თ. ბუტულაშვილი, მ. შავლაყაძე, ზ. ჭარბაძე, ქ. დადიანი, ნ. ნიბლაძე, ბ. დიაკონიძე. ფოთისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიების ეკოლოგიური უსაფრთხოების დაცვის ღონისძიებები <i>(საქართველო)</i> .....	38
7. ფ. იმანოვი, რ. ისმაილოვი. მინგეჩაურის წყალსაცავის თანამედროვე ჰიდროლოგიური მდგომარეობის შეფასება <i>(აზერბაიჯანი)</i> .....	45
8. ი. იორდანიშვილი, კ. იორდანიშვილი, ე. ხოსროშვილი, გ. ნატროშვილი, დ. ფოცხვერია, ლ. ბილანიშვილი. მთის წყალსაცავების და მათი კასკადების ენერგორესურსების გამოყენების ეფექტურობა <i>(საქართველო)</i> .....	51
9. ი. იორდანიშვილი, ი. ირემაშვილი, გ. ნატროშვილი, კ. იორდანიშვილი, მ. გლუნჩაძე. კაშხლების კრიტიკული მდგომარეობის შეფასება <i>(საქართველო)</i> ....	65
10. ლ. იტრიაშვილი, ე. ხოსროშვილი. მიწის კაშხლების ტანის სიმკვრივის კონტროლის პრესიომეტრიული მეთოდი <i>(საქართველო)</i> .....	77
11. ლ. იტრიაშვილი, მ. გლუნჩაძე. აღმოსავლეთ საქართველოს მორწყვის თავისებურებები და პერსპექტივები (მდ. მტკვრის აუზი) <i>(საქართველო)</i> .....	83
12. ე. კეჩოშვილი, მ. ვართანოვი, ვ. შურღია. სარწყავი სისტემების შიდასამეურნეო ქსელის ექსპლუატაციის პერსპექტივები <i>(საქართველო)</i> .....	88
13. შ. კუპრეიშვილი, პ. სიჭინავა, თ. სუპატაშვილი. მდინარე მტკვრის მარჯვენა ნაპირის მცირე მდინარეების ეკოლოგიური მდგომარეობა და მათი შეფასება <i>(საქართველო)</i> .....	93
14. ე. კუხალაშვილი, გ. გავარდაშვილი, ი. ირემაშვილი, ლ. მაისაია, ნ. ბერაია, ხ. კიკნაძე, ქ. დადიანი. მათემატიკური მოდელი ღვარცოფის ენერგეტიკული მახასიათებლების შეფასებისათვის <i>(საქართველო)</i> .....	100
15. მ. სამადაშვილი, გ. გაგოშიძე. ტყის ბუნებრივი თესლითი განახლება კახეთის მშრალი ეკოტოპის (Siccum) ისლისსაფარიან მუხნარებში (Quercetum carexosum) და მათი დაცვითი ფუნქციის ამაღლების რეკომენდაციები <i>(საქართველო)</i> .....	108

16. ვ. სამხარაძე. სარწყავი კვლების მდგრადობისა და მათი მუშაობის შესაძლებლობების გახანგრძლივების გზები (საქართველო) .....	113
17. ვ. ტოკმაჯიანი. აზატის წყალსაცავის ვიზუალური კვლევის შედეგები (ქ. შუშა) .....	116
18. ჯ. ფანჩულიძე, რ. დიაკონიძე, ზ. ჭარბაძე, მ. შავლაყაძე, ნ. ნიბლაძე, ფ. ლორთქიფანიძე, ბ. დიაკონიძე. მდინარის მყარი ნატანის ცვლილება კლიმატის მიმდინარე ცვლებადობის პირობებში (საქართველო) .....	119
19. ი. ქუფარაშვილი, გ. კაკაშვილი, ლ. ტოკლიკიშვილი. ალაზნის საცდელი ნაკვეთის მლაშე ნიადაგების შეფასება (საქართველო) .....	122
20. ლ. წულუკიძე, ე. თოფურია, გ. ჩახაია, ნ. კვაშილავა, ი. ხუბულავა, თ. სუპატაშვილი, ი. კვიციანი. კოლხეთის დაბლობზე სოფლად მცხოვრები მოსახლეობის მიერ სასმელად გამოყენებული ჭების წყლის ქიმიური მახასიათებლების დადგენა (20.05.2019) (საქართველო) .....	125
21. ო. ხარაიშვილი, მ. კიკაბიძე, ნ. მეზონია, მ. ლომიშვილი, ქ. როყვა. ლაბორატორიულ პირობებში მუხრან-საგურამოს ველის ნიადაგების ზღვრული წყალტევადობის და მოცულობითი წონის მაჩვენებლის განსაზღვრა (საქართველო) .....	130
22. ე. ხეცურიანი, ვ. ბონდარენკო, ა. ილიასოვი, მ. შტავადკერი, თ. ხეცურიანი. წყალმიმღები ნაგებობის ინოვაციური მცურავი კონსტრუქცია სამოქალაქო მეურნეობების წყალმომარაგების მრავალმიზნობრივი და ეკონომიკური ობიექტების სისტემების ტექნოლოგიური კომპლექსის შემადგენლობაში (რუსეთის ფედერაცია) .....	134
ანოტაციები (ქართულ ენაზე) .....	143
ანოტაციები (ინგლისურ ენაზე) .....	154
ანოტაციები (რუსულ ენაზე) .....	163
ქრონიკა (ქართულ ენაზე) .....	172
ქრონიკა (ინგლისურ ენაზე) .....	198
ქრონიკა (რუსულ ენაზე) .....	205
ავტორთა სამიებელი (ქართულ ენაზე) .....	212
ავტორთა სამიებელი (ინგლისურ ენაზე) .....	213
ავტორთა სამიებელი (რუსულ ენაზე) .....	214
კრებულში სტატიების გამოქვეყნების პირობები (ქართულ ენაზე) .....	215
კრებულში სტატიების გამოქვეყნების პირობები (ინგლისურ ენაზე) .....	216
კრებულში სტატიების გამოქვეყნების პირობები (რუსულ ენაზე) .....	217



---

---

## CONTENTS

1.	<b>I. Agaev, B. Ahmadov, T. Zeynalov, A. Muslumov.</b> MEASURES TO RECOVER OF SMALL RIVERS ECOSYSTEMS IN THE AZERBAIJAN ( <i>Azerbaijan</i> ).....	9
2.	<b>V. Aliyev, Z. Ramazanli.</b> THE POSITIVE ENVIRONMENTAL IMPACT FLOODS ON THE KURA RIVER ( <i>Azerbaijan</i> ) .....	15
3.	<b>D. Gubeladze, O. Kharaishvili, M. Kikabidze, N. Mebonia.</b> EXPERIMENTAL STUDY OF BED DEFORMATIONS ( <i>Georgia</i> ) .....	19
4.	<b>M. Guguchia, J. Migineishvili, G. Vakhtangishvili.</b> THE FIELD RESEARCH OF THREE TIER DRAINAGE ON THE COLCHIS LOWLAND AND ITS ASSESSMENT ( <i>Georgia</i> ) .....	24
5.	<b>I. Denisova, N. Meparishvili, K. Bziava, I. Lezhava.</b> WATER SUPPLY, SEWERAGE AND HEATING SYSTEMS EXISTING IN ANCIENT CIVILIZATIONS AND ON THE TERRITORY OF GEORGIA ( <i>Georgia</i> ) .....	30
6.	<b>R. Diakonidze, J. Panchulidze, T. Butulashvili, M. Shavlakadze, Z. Charbadze, K. Dadiani, N. Nibladze, B. Diakonidze.</b> ENVIRONMENTAL PROTECTION MEASURES OF POTI AND ADJACENT TERRITORIES ( <i>Georgia</i> ) .....	38
7.	<b>F. Imanov, R. Ismayilov.</b> ASSESSMENT OF CONTEMPORARY HYDROLOGICAL CONDITION OF MINGACHEVIR RESERVOIR ( <i>Azerbaijan</i> ) .....	45
8.	<b>I. Iordanishvili, K. Iordanishvili, E. Khosroshvili, G. Natroshvili, D. Potskhveria, L. Bilanishvili.</b> THE EFFICIENCY OF USING MOUNTAIN WATER RESERVOIRS AND THEIR CASCADES ENERGY RESOURCES ( <i>Georgia</i> ) .....	51
9.	<b>I. Iordanishvili, I. Iremashvili, G. Natroshvili, K. Iordanishvili, M. Glunchadze.</b> ASSESSMENT OF CRITICAL CONDITION OF DAMS IN THE RIVER MTKVARI BASIN ( <i>Georgia</i> ) .....	65
10.	<b>L. Itriashvili, E. Khosroshvili.</b> PRESIOMETRIC METHOD OF LAND DAM BODY DENSITY CONTROL ( <i>Georgia</i> ) .....	77
11.	<b>L. Itriashvili, M. Glunchadze.</b> FEATURES AND PROSPECTS OF IRRIGATION OF EAST GEORGIA (RIVER BASIN KURA) ( <i>Georgia</i> ) .....	83
12.	<b>E. Kechkhoshvili, M. Vartanov, V. Shurgaia.</b> PROSPECTS OF IRRIGATION SYSTEMS INTERNAL NETWORK OPERATION ( <i>Georgia</i> ) .....	88
13.	<b>Sh. Kupreishvili, P. Sichinava, T. Supatashvili.</b> ECOLOGICAL CONDITION OF SMALL RIVERS OF THE RIGHT EMBANKMENT OF RIVER MTKVARI AND THEIER ASSESSMENT ( <i>Georgia</i> ).....	93
14.	<b>E. Kukhalashvili, G. Gavardashvili, I. Iremashvili, L. Maisaia, N. Beraia, Kh. Kiknadze, K. Dadiani.</b> A MATHEMATICAL MODEL TO ASSESS MUDFLOW ENERGETIC PROPERTIES ( <i>Georgia</i> ) .....	100
15.	<b>M. Samadashvili, G. Gagoshidze.</b> RENEWAL OF NATURAL FOREST SEED IN QUERCETUM CAREXOSUM DRY ECOTOPE (SICCUM) AND RECOMMENDATIONS FOR ENHANCING THEIR PROTECTIVE FUNCTION ( <i>Georgia</i> ) .....	108
16.	<b>V. Samkharadze.</b> CUTTING OF IRRIGATION CANAL BY NEW CONSTRUCTION CANAL CUTTER ( <i>Georgia</i> ) .....	113
17.	<b>V. Tokmajyan.</b> THE RESULTS OF VISUAL SURVEY OF AZAT RESERVOIR ( <i>Shushi</i> ) .....	116
18.	<b>J. Panchulidze, R. Diakonidze, G. Charbadze, M. Shavlakadze, N. Nibladze, F. Lortkifanidze, B. Diakonidze.</b> CHANGES OF SOLID ALLUVIUM OF RIVER IN CURRENT CLIMATE VARIABILITY CONDITIONS ( <i>Georgia</i> ) .....	119
19.	<b>I. Kuparashvili, G. Kakashvili, L. Toklikishvili.</b> ASSESSMENT OF ALAZANI SALINE SOILS AT THE EXPERIMENTAL SITE ( <i>Georgia</i> ) .....	122

20. <b>L. Tsulukidze, E. Topuria, G. Chakhaia, N. Kvashilava, I. Khubulava, T. Supatashvili, I. Kvirkvelia.</b> DETERMINING THE CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE WATER WELLS USED BY THE RURAL POPULATION IN THE KOLKHETI LOWLAND (20.05.2019) ( <i>Georgia</i> ) .....	125
21. <b>O. Xaraishvili, M. Kikabidze, N. Mebonia, M. Lomishvili, K. Rokva.</b> DETERMINE THE MARGINAL WATERSHED AND VOLUMETRIC WEIGHT INDICATOR OF MUKHRAN-SAGURAMO VALLEY SOIL IN LABORATORY CONDITIONS ( <i>Georgia</i> ) .....	130
22. <b>E. Khetsuriani, V. Bondarenko, A. Ilyasov, M. Shtavdaker, T. Khetsuriani.</b> INNOVATIVE FLOATING WATER INTAKE STRUCTURE IN THE PROCESSING OF COMPLEX MULTI-PURPOSE SYSTEM OF WATER IN URBAN HOUSEHOLDS, ECONOMIC ENTITIES ( <i>Russia</i> ) .....	134
ABSTRACTS (in Georgian) .....	143
ABSTRACTS (in English) .....	154
ABSTRACTS (in Russian) .....	163
CHRONICLE (in Georgian) .....	172
CHRONICLE (in English) .....	198
CHRONICLE (in Russian) .....	205
AUTHOR INDEX (in Georgian) .....	212
AUTHOR INDEX (in English) .....	213
AUTHOR INDEX (in Russian) .....	214
CONTRIBUTIONS in Georgian) .....	215
CONTRIBUTIONS (in English) .....	216
CONTRIBUTIONS (in Russian) .....	217

---

---

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	<b>Агаев И.А., Ахмедов Б.М., Зейналов Т.С., Муслумов А.М. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ МАЛЫХ РЕЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ АЗЕРБАЙДЖАНА (Азербайджан).....</b>	<b>9</b>
2.	<b>Алиев В.А., Рамазанлы З.З. ПРОЯВЛЕНИЕ ПОЗИТИВНОГО ВЛИЯНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НАВОДНЕНИЙ НА РЕКЕ КУРА (Азербайджан).....</b>	<b>15</b>
3.	<b>Губеладзе Д., Хараишвили О., Кикабидзе М., Мебония Н. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ РУСЛА (Грузия).....</b>	<b>19</b>
4.	<b>Гугучия М., Мигинеишвили Дж., Вахтангишвили Г. ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОЦЕНКА ТРЕХЪЯРУСНОГО КОМБИНИРОВАННОГО ДРЕНАЖА НА КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ (Грузия).....</b>	<b>24</b>
5.	<b>Денисова И.А., Мепаришвили Н.М., Бзиава К.Г., Лежава И.В. СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, КАНАЛИЗАЦИИ И ОТОПЛЕНИЯ, СУЩЕСТВУЮЩИЕ В ДРЕВНИХ ЦИВИЛИЗАЦИЯХ И НА ТЕРРИТОРИИ ГРУЗИИ (Грузия).....</b>	<b>30</b>
6.	<b>Диаконидзе Р.В., Панчулидзе Дж.Н., Бутулашвили Т., Шавлакадзе М.Л., Чарбадзе З., Дадвани К., Нибладзе Н.Ш., Диаконидзе Б.Р. ЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ Г. ПОТИ И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ (Грузия).....</b>	<b>38</b>
7.	<b>Иманов Ф., Исмаилов Р. ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МИНГАЧЕВИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (Азербайджан).....</b>	<b>45</b>
8.	<b>Иорданишвили И.К., Иорданишвили К.Т., Хосрошвили Е.З., Натрошвили Г.Н., Поцхверия Д.Ш., Биланишвили Л.Р. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ГОРНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ И ИХ КАСКАДОВ (Грузия).....</b>	<b>51</b>
9.	<b>Иорданишвили И., Иремашвили И., Натрошвили Г., Иорданишвили К., Глунчадзе М. ОЦЕНКА КРИТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПЛОТИН (Грузия).....</b>	<b>65</b>
10.	<b>Итриашвили Л.А., Хосрошвили Е.З. ПРЕССИОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ ПЛОТНОСТИ ТЕЛА ЗЕМЛЯНЫХ ПЛОТИН (Грузия).....</b>	<b>77</b>
11.	<b>Итриашвили Л.А., Глунчадзе М. ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОРОШЕНИЯ ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ (БАССЕЙН Р. КУРА) (Грузия).....</b>	<b>83</b>
12.	<b>Кечхошвили Э.М., Варганов М.В., Шургая В.Ш. ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОЙ СЕТИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ (Грузия).....</b>	<b>88</b>
13.	<b>Купрейшвили Ш., Сичинава П., Супаташвили Т. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ РЕК ПРАВОГО БЕРЕГА РЕКИ МТКВАРИ И ИХ ОЦЕНКА (Грузия).....</b>	<b>93</b>
14.	<b>Кухалашвили Э.Г., Гавардашвили Г.В., Иремашвили И.Р., Маисая Л., Берая Н., Кикнадзе Х. Л., Дадвани К. ОЦЕНКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЛЕВОГО ПОТОКА (Грузия).....</b>	<b>100</b>
15.	<b>Самадашвили М., Гагошидзе С. ЕСТЕСТВЕННОЕ СЕМЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ В СУХИХ ЭКОТОПАХ (SISSUM) В ДУБРОВЫХ ЛЕСНЫХ ТИПАХ (QUERCETUM CAREXOSUM) КАХЕТИИ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫЩЕНИЮ ИХ ЗАЩИТНОЙ ФУНКЦИИ (Грузия).....</b>	<b>108</b>

16. <b>Самхарадзе В.И.</b> ПУТИ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛИВНЫХ БОРОЗД И УДЛИНЕНИЕ ИХ ПОЛИВНОЙ СПОСОБНОСТИ (Грузия).....	113
17. <b>Токмаджян В.</b> РЕЗУЛЬТАТЫ ВИЗУАЛЬНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ АЗАТСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (Армения) .....	116
18. <b>Панчулидзе Дж., Диаконидзе Р., Чарбадзе З., Шавლაкадзе М., Нибладзе Н., Лорткипанидзе Ф., Диаконидзе Б.</b> ИЗМЕНЕНИЕ ТВЕРДОГО СТОКА РЕКИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННО МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА (Грузия).....	119
19. <b>Купарашвили И., Какашвили Г., Токликишвили Л.</b> ОЦЕНКА АЛАЗАНСКИХ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ УЧАСТКЕ (Грузия).....	122
20. <b>Цулукидзе Л.Н., Топурия Э.С., Чахая Г.Г., Квашилава Н.Г., Хубулава И.В., Супаташвили Т.Л., Квирквелия И.Б.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ИЗ КОЛОДЦЕВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПИТЬЯ В КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ (20.05.2019) (Грузия).....	125
21. <b>Хараишвили О., Кикабидзе М., Мебониа Н., Ломишвили М., Роква К.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРЕДЕЛЬНОЙ ВЛАГОЁМКОСТИ И ОБЪЁМНОГО ВЕСА ПОЧВ МУХРАНСКО-САГУРАМСКОЙ ДОЛИНЫ (Грузия).....	130
22. <b>Хецуриани Е.Д., Бондаренко В.Л., Ылясов А.И., Штавдакер М.И., Хецуриани Т.Е.</b> ИННОВАЦИОННАЯ НАПЛАВНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ВОДОЗАБОРНОГО СООРУЖЕНИЯ В СОСТАВЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА СИСТЕМ МНОГОЦЕЛЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДСКИХ ХОЗЯЙСТВ, ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ (Россия) .....	134
АННОТАЦИИ (на грузинском языке) .....	143
АННОТАЦИИ (на английском языке) .....	154
АННОТАЦИИ (на русском языке) .....	163
ХРОНИКА (на грузинском языке) .....	172
ХРОНИКА (на английском языке) .....	198
ХРОНИКА (на русском языке) .....	205
УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ (на грузинском языке) .....	212
УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ (на английском языке) .....	213
УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ (на русском языке) .....	214
ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ (на грузинском языке) .....	215
ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ (на английском языке) .....	216
ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ (на русском языке) .....	217

## МЕРОПРИЯТИЯ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ МАЛЫХ РЕЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ АЗЕРБАЙДЖАНА

Агаев И.А., Ахмедов Б.М., Зейналов Т.С., Муслумов А.М.

Азербайджанское научно-производственное объединение гидротехники и мелиорации  
АЗ1130 Баку, И.Дадашов 70<sup>а</sup>, тел. 563-31-58, факс 563-26-22.  
*E-mail: telmanzeynalov@gmail.com; telman@azrip.org*

### Введение

На территории Республики Азербайджан имеется большое количество малых рек. Формирование стока малых рек происходит на склонах Большого и Малого Кавказа и Тальшских гор на отметках 1800-3500 метров.

Малые горные реки это открытые экосистемы, тесно связанные с наземными экосистемами и изменяющие свой облик вследствие вымывания (эрозии) и намывания (аккумуляции) наносов.

Малые реки в Республике интенсивно используются в интересах ирригации, гидроэнергетики, водоснабжения населенных пунктов, рыбного хозяйства, туризма, отдыха и пр.

### Основная часть

В последнее время сильно ухудшилось экологическое состояние в горных и предгорные зонах республики, основу которых составляют малые речные экосистемы. Проведенный мониторинг позволил установить, что основными причинами ухудшения экологического состояния являются: неорганизованная вырубка лесов, разработка карьеров стройматериалов, распашка прибрежных территорий, загрязнение воды и почвы бытовыми отходами, устройство прудов, строительство дорог, каналов и пр. Все это приводит к нарушению экологической стабильности, разрушается среда обитания живых организмов, количественно изменяется биотоп, происходит его структурная деградация.

Поэтому необходимо остановить дальнейшее разрушение речных экосистем и разработать необходимые мероприятия по их восстановлению. При решении этого вопроса необходимо учитывать, что речная экосистема - это действующая структура, включающая в себя живые и неживые природные составляющие и технические элементы, которые находятся между собой и окружающей средой в тесных многофакторных взаимоотношениях.

Объектом исследования являются малые реки, стекающие с северо-восточных склонов Большого Кавказа, которые расположены в Куба-Хачмаской зоне Азербайджана.

На основании проведенных натурных и теоретических исследований предлагается использовать комплекс инженерных и биотехнических мероприятий, которые позволят восстановить разрушенные малые речные экосистемы и сохранить их для будущих поколений.

Малые реки Куба-Хачмаской зоны (Гусарчай, Кудиалчай, Карачай, Агчай и др.) имеют небольшую длину 10 ÷ 50 км, близко расположены друг от друга и имеют продольную направленность. Питание этой группы рек составляют талые воды – 40%, подземные – 30-

40% и дождевые – 20-30%. Внутригодовое распределение стока рек резко неравномерное. Максимальные расходы в паводок 20 ÷ 50 раз превышают среднегодовые расходы воды.

Многолетние полевые исследования, а также анализ экологического состояния рассматриваемых рек, позволяет установить основные причины их деградации и утрату полезных качеств речной экосистемы:

1. Выброс бытового мусора и сельскохозяйственных отходов в русло реки, что ухудшает качество воды;
2. Устройство карьеров стройматериалов, что нарушает естественные уклоны речного русла, особенно активно это происходит когда русло имеет аллювиевые отложения;
3. Вырубка деревьев, кустов и распашка прибрежных территорий под сельхозугодия;
4. Устройство водохозяйственных объектов (плотин, прудов, водозаборов и т.д.) без учета экологического состояния речной экосистемы.

При восстановлении малых речных экосистем необходимо учитывать биоразнообразие природы в каждом конкретном случае, специфические особенности водного бассейна, его флору и фауну, почвенный покров, конфигурацию русла и пр.

Мероприятия разрабатываются в целом по всей реке, затем их расчленяют для исполнения по отдельным участкам реки и по этапам осуществления. Восстановительные мероприятия проводятся в следующей последовательности:

**I. Восстановление речного русла и стабилизация руслового баланса путем конструирования меандров.**

При восстановлении речной экосистемы необходимо, в первую очередь, разработать инженерные (гидротехнические) мероприятия по восстановлению русла и стабилизации руслового баланса реки. При этом желательно, чтобы параметры русла после восстановления соответствовали естественным уклонам, как если бы вмешательство человека вообще не было. Подобный подход обеспечивает контроль за образованием речных отложений и позволяет получить русло, сходное с существующим.

Несмотря на сложность и разнообразие речных систем облик любой реки определяется одними и теми же основными факторами, которые необходимо знать и учитывать. Развитие любой речной системы определяется совокупными действиями естественных геологических, гидрологических, гидравлических и морфологических факторов. При помощи этих четырех факторов можно количественно и качественно определить русловый баланс любой речной экосистемы.

**Геологические факторы** влияют на характер и количество речных отложений, а также на развитие и форму излучин, которая зависит от рельефа и свойства грунта. Рельеф определяет общий уклон местности, он может быть ограничивающим фактором при формировании излучин. Крутизна и количество излучин зависят от свойств грунта, интенсивности образования отложений, от вида грунта и общего уклона речного русла.

**Гидрологические факторы** определяют изменчивость стока и течений, они влияют на характер меандрирования. Колебания стока реки приводят к морфологическим изменениям русла. Весьма значительное влияние на сток и инфильтрацию оказывает густота и тип растительности. Характеристики стока и, соответственно, морфология русла сильно зависят от землепользования проводимые в речном бассейне.

**К гидравлическим факторам** относятся глубина, уклон и скорость течения реки. Они непосредственно определяют степень размывания берегов, перемещение наносов и т.д. Гидравлические факторы вызывают изменение формы поперечного сечения, русла, образование плёсов и перекатов, а также формы излучин. Очертание реки и геометрия русла непрерывно меняется в связи с изменениями водного стока и стока наносов. Изменяя уклон русла, можно вывести реку из устойчивого состояния (меандрирующий поток) с довольно медленным течением и превратить его в разветвленный поток, характеризующийся высокой динамичностью.

**К морфологическим факторам** относятся форма поперечного сечения русла, тип русла (прямой, меандрирующий, разветвленный) и чередование плесов и перекатов, а также формы излучин. Форма и тип аллювиального русла связаны с расходом и количеством наносов, которые вызывают значительные изменения морфологических факторов.

Таким образом, установив основные факторы речной системы можно произвести конструирование меандров для создания устойчивого русла. Методы и способы конструирования меандров достаточно подробно приводятся в специальной литературе [1,2,3].

Необходимо отметить, что меандрам в реконструированном русле следует обеспечить такие величины уклона, расхода и диаметра донных отложений, которые не сильно отличались бы от величин, которые были до вмешательства человека.

Для получения устойчивых меандр на всем протяжении рассматриваемого участка реки, необходимо чтобы основные её параметры - длина волны, средний радиус кривизны, уклон, ширина, извилистость и пр., примерно были такими же, как до нарушения русла.

Как видно, восстановление речного русла - чрезвычайно сложный процесс, обусловленный большим количеством переменных параметров и необходимостью изучения всех факторов, возникающих в речной системе до и после восстановления. Если восстановленное русло имеет неустойчивые зоны, их следует проанализировать и внести соответствующие коррективы.

**II. Возобновление береговой растительности как процесс способствующий восстановлению малых рек.**

Прибрежная растительность играет чрезвычайно важную роль для сохранения численности и видового разнообразия животного мира.

Обилие и вид прибрежного растительного покрова, обширность водосбора и уклон местности оказывают самое непосредственное влияние на количество воды, попадающей в гидрографическую сеть в виде поверхностного стока или инфильтрации. Поверхность хорошего водосбора должна иметь высокий коэффициент шероховатости, а для этого необходим густой растительный покров (травы, кусты и деревья). Береговая растительность уменьшает силу ударов дождевых капель, сдерживает поток поверхностных вод, вследствие чего большое количество воды просачивается в глубь почвы.

При возобновлении береговой растительности, предпочтение нужно отдавать аборигенным видам, которые активно растут и улучшают места обитания живых организмов. На предварительном этапе должна быть проведена классификация растительности в долине и определены площади ареалов всех её типов и тяготеющих к ним животных и птиц [2].

Перед посадкой растительности необходимо произвести глубокую обработку почвы, что позволит корневой системе быстро достичь уровня грунтовых вод. Учитывая, что малые реки протекают в горной местности, которые имеют сложный рельеф и большие уклоны, наиболее рациональным способом полива является капельное орошение. Большую роль в размножении и продуктивности растений в прибрежной зоне малых рек играет пчеловодство.

**III.** Создание биотехнических устройств в реке для улучшения мест обитания водных организмов при помощи гидротехнических сооружений.

При восстановлении речной экосистемы важным мероприятием является создание обитания для рыб и беспозвоночных организмов в реке. Ухудшение экологического состояния на малых реках (Гусарчай, Шабранчай, Катебиричай и пр.), рассматриваемого нами региона, привело к исчезновению некоторых видов рыб. В частности, находится под угрозой исчезновения ручьевая форель (*Salmo trutta fario*), которая внесена в Красную Книгу Азербайджана. Основной причиной сокращения популяции форели является разрушение мест обитания её в реках.

Основными компонентами мест обитания ручьевой форели являются: а) хорошее качество воды, б) места нагула, в) участки нереста и развития икры и г) укрытия для отдыха. Степень присутствия каждого из этих 4-х компонентов в конкретной реке зависит от её физических, химических и гидравлических характеристик [2].

Для воспроизводства и развития ручьевой форели в естественной среде качество речной воды и течений должны находиться в следующих пределах: температура воды  $16 \div 18^{\circ}\text{C}$ ;  $\text{PH}=6,0 \div 7,5$  насыщенность кислородом  $\text{P}=80 \div 88\%$  и скорость течения  $0,4 \div 1,10$  м/с.

Вторым компонентом мест обитания рыб является места нагула. Основными параметрами места нагула являются: скорость течения, состав донных отложений и глубина воды.

Скорость течения является важным фактором, определяющий характер распределения водных беспозвоночных (бентос). Наибольшая численность беспозвоночных наблюдается при скоростях в пределах  $0,5 \div 1,10$  м/с. Места нагула располагаются на перекатах. Донные отложения (субстрат) являются местом обитания беспозвоночных.

Наиболее продуктивным субстратом с точки зрения размножения и развития насекомых является галька и крупный гравий.

Глубина воды определяет проникновение света, необходимого для процесса фотосинтеза. В реках и ручьях, где обитают форели, наиболее продуктивны участки с глубинами от 0,15 м до 0,60 м [1,2,3].

Таким образом, скорость течения, величина донных отложений и глубина воды играют решающую роль для нагула рыбы.

Третьим компонентом места обитания рыбы являются участки для нереста и развития икры. Гидравлические и физические характеристики речных участков, выбираемых рыбой для икрометания, представлены такими показателями нерестилищ, как скорость течения  $0,15 \div 0,90$  м/с, глубина воды  $>0,15$  м и диаметр донных отложений (субстрат) от 0,6 до 7,5 см.

Для успешного развития икры необходима среда, характеризующаяся рядом определенных химических, гидравлических и физических показателей. Важнейшим показателем для развития икры является содержание в воде растворенного кислорода от 5 мг/л до 7 мг/л. Оптимальная температура воды составляет от  $10^{\circ}\text{C}$  до  $12^{\circ}\text{C}$ .



Для формирования совершенной среды места обитания необходимо соответствующее сочетание в реке таких параметров, как глубина, скорость течения и виды субстрата (донные отложения), которые обеспечивают достаточную кормовую базу, условия для нереста и развития икры, наличие укрытий и убежищ. Поэтому, для ускоренного воспроизводства популяции рыб, необходимо в реке создать места обитания при помощи различных гидротехнических сооружений.

Наиболее часто на реках используются следующие гидротехнические сооружения: а) отражатели потока, б) низконапорные сооружения и в) прибрежные укрытия. Эти сооружения обеспечивают различное сочетание основных компонентов (глубины, скорости и субстрата) при создании мест обитания рыбы. Они сооружаются из различных местных материалов - бревен, булыжника, габионов, проволочной сетки и пр. Наиболее важным моментом в процесса устройства этих сооружений является правильный выбор места их устройства в реке.

**IV. Создание охранных зон на реке, проведение экологического мониторинга и паспортизация малых рек.**

Для сохранения речных экосистем необходимо разработать природоохранные мероприятия по всему водосборному бассейну, обеспечить необходимые экологические попуски в реке и произвести её паспортизацию.

Одним из существенных мероприятий является выделение вдоль рек водоохранных зон и прибрежных полос. Водоохранная зона включает территорию, прилегающую к акваториям рек, на которой устанавливается специальный режим для предотвращения загрязнения, засорения, истощения вод и заиления водных объектов. В водоохранных зонах запрещено: опыление растений ядохимикатами, размещение складов, производство удобрений, создание животноводческих ферм, свалка мусора, навоза и отходов производства, мойка, заправка и ремонт машин и пр. Границы водоохранных зон должны быть замкнутыми по всему бассейну реки с включением в контур притоков, ручьев, балок и оврагов, впадающих непосредственно в речную долину. Ширину водоохранных зон определяют в зависимости от длины реки и конкретных местных условий. Для ручьев и малых рек длиной до 10 км, длина водоохранной зоны должна быть не менее 15 м, а для рек длиной до 50 км – не менее 100 м.

Внутри водоохранных зон располагают прибрежные полосы, в которых соблюдается более строгий режим. В прибрежных полосах, дополнительно к изложенному выше перечню, не допускаются: распашка земель, выпас скота, размещение зон отдыха и туризма. Прибрежные полосы и берега рек должны быть заняты кустарником, деревьями и луговыми травами. Ширину прибрежных полос устанавливают в зависимости от местных условий, но не менее 10,0 м - для рек длиной до 10 км и 25 м - для рек длиной от 10 до 50 км.

Очень часто из малых рек производят необоснованно большой водоотбор на нужды орошения и водопотребление сельских хозяйств, которое приводит к истощению реки и деградации биоценоза (сообщества растений и животных). Поэтому, для сохранения речных экосистем в реке необходимо сохранить экологические попуски. Экологические попуски включают санитарные расходы реки и расходы для сохранения водных организмов, а также восстановительные попуски для очистки русла от донных отложений.

### **Выводы**

Для рационального использования водных и земельных ресурсов необходима паспортизация малых речных экосистем. Основными элементами при паспортизации малой реки являются, как естественные объекты (русло реки, вода, почва, грунты, пойменные земли, основные виды флоры и фауны и пр.), так и технические объекты (пруды, водозаборы, дамбы, мосты, переходы и другие сооружения). Паспорт малой речной экосистемы разрабатывается в целом по всему водосборному бассейну и должен создать единый завершённый комплекс речной водохозяйственной системы.

### **Литература**

1. Алмунин С.Т. Регилирование русел. М., Сельхозиздат, 1962, 352 с.
2. Восстановление и охрана малых рек. М., ВО «Агропромиздат», 1989, 317 с.
3. Румянцев И.С. и др. Гидротехнические сооружения. М., 1988, 432 с.

## ПРОЯВЛЕНИЕ ПОЗИТИВНОГО ВЛИЯНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НАВОДНЕНИЙ НА РЕКЕ КУРА

Алиев В.А.<sup>1)</sup>, Рамазанлы З.З.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Институт физики НАН Азербайджана  
пр.Джавида 131, AZ-1073, Баку, Азербайджан

<sup>2)</sup> Азербайджанский Государственный Педагогический университет  
У.Гаджибейли 68, AZ-1000, Баку, Азербайджан

*E-mail: [prof.vugar.aliyev@gmail.com](mailto:prof.vugar.aliyev@gmail.com)*

### Введение

Река Кура является главной водной артерией Азербайджана. Устойчивое развитие республики во многом зависит от процессов, происходящих в русле реки Кура. Русловые процессы на нижнем течении реки создают риск затопления [1-3]. В основе негативных русловых процессов в Нижней Куре лежит изоляция русел рек от поймы для расширения пахотных земель в советское время [4]. В связи с этим разработка инновационных подходов к снижению риска затопления в реке Кура является актуальной.

Изучение последствий наводнения в Нижней Куре в 2010 году показало, что ошибочно считать наводнения лишь разрушительным природным явлением. В этой статье впервые были изучены проявления позитивного влияния наводнений на окружающую среду в Нижней Куре.

Кура-Араксская низменность является аридной территорией Азербайджана. Развитие орошаемого земледелия привело к изменению режима озерных и речных систем в регионе и ухудшению экологического состояния озер.

В результате таких мер, как строительство водохранилищ и средств регулирования стока на Кура-Араксе и их притоках, развитие коллекторно-дренажной и канальной сети и т.д., около 100 озер были изолированы от речной воды, не имеющих водосборного бассейна в бассейне Куры. Это привело к уменьшению площади и глубины озер, температурным нарушениям, увеличению минерализации и загрязнению воды. Нарушения в распределении водных и химических потоков, образовавшихся в течение сотен лет во времени и пространстве, привели к трансформации гидробиохимического комплекса в озерах.

Озерно-речные системы в Кура-Араксской низменности после наводнения 2010 года, в низовьях Куры вновь начали возрождаться. Стало ясно, что нельзя рассматривать наводнения только как разрушительное природное явление. Итак, во время этих наводнений начался процесс экологического восстановления некоторых озерных систем в бассейне реки Кура, заново начали развиваться производственные отрасли, такие как рыболовные, меховые и т. д.

Нарушение естественного режима в озерах создало экологические, экономические и социальные проблемы, а нерешимость этих проблем обострили в регионе напряженность в отношениях между человеком и природой.

### Объекты исследования

Самое большое озеро в Азербайджане по площади и объему воды Сарысу расположено на правом берегу реки Куры, недалеко от слияния с рекой Аракс. Площадь озера варьируется в широких пределах от 60 до 100 км<sup>2</sup> в зависимости от количества сезонных осадков и естественного режима. Озеро Сарысу расположено на высоте (-12м) под уровнем моря. Сладкая и менее соленая вода, обладает свойством периодического потока.

Озеро Гаджикабул расположено на левом берегу реки Куры (после слияния реки Аракс). Вода менее соленая и не имеет текучих свойств. До осушения Шилянской речно-озерной системы большая часть паводковых вод рек Ширвана сливались в озеро Гаджикабул, площадь которого составляла 17 км<sup>2</sup>. После того, когда была высушена южная часть озера Гаджикабул площадь озера почти вдвое сократилась до его нынешнего состояния.

Территория, где расположены озера, относится к умеренно-теплой зоне, полупустынный и сухостепному типу климата, характеризующемуся сухим летом. Годовое количество осадков в этом районе колеблется в пределах 200-360 мм, а количество испарений колеблется в пределах 900-1200 мм. Из-за мелководности этих озер теплоемкость собираемой там воды низкая, т.е. она быстро нагревается и быстро остывает. Следовательно, процесс теплообмена более активен в частях воды, близких к поверхности, в контакте с атмосферой. Зимой поверхности озер не замерзают.

Большая часть приходов в водном балансе - поверхностный сток. Поскольку большая часть снабжения озер - это воды реки Кура, тем самым, изменение уровня реки отражается и на уровне озер. Во время сильных наводнений воды реки Аракс также влияют на уровень озера Сарысу. Самый высокий уровень в озерах наблюдается весной во время паводков на реке Кура, а самый низкий - в конце зимы и в начале весны. Когда в реке нет паводка, уровень воды резко падает.

### **Ситуация до наводнения 2010 года**

Пресные и малосоленые озера до наводнений 2010 года высохли, поскольку были изолированы от рек, которые были основным источником питания.

С целью расширения посевных площадей, осушение озер Гаджикабул и Мехман и определенной части озера Сарысу, а также работы по добыче нефти в озерах Гаджикабул и Мехман привели к сокращению некоторых биотопов. Из-за антропогенных факторов естественный водный режим озер был нарушен, их окрестности стали засоленными, а центральные водоносные слои стали вонючими болотами. Если бы не весенние паводки 2010 года, крупные озера в регионе, такие как Мехман и Гаджикабул, вероятно, были бы среди высохших озер. При естественном режиме площадь этих озер составляла 35,0 и 17,0 км<sup>2</sup> соответственно [5, с.274].

Нарушение водного цикла озер - засоление водной массы, уменьшение глубины и повышение температуры воды привело к неполным процессам окисления-разложения и восстановления. В результате сокращение растворенного кислорода в водной массе привело к замене аэробных процессов анаэробными процессами вблизи дна, а образование сероводорода, которое ранее не наблюдалось, создало условия для обострения, сжатия или разрушения экологической среды пресноводных гидробионтов.

### **Методология исследований**

Химические свойства образца воды, полученного сжатием донных отложений в трех типичных и относительно крупных озерах региона бассейна Куры, в том числе в озерах Гаджикабул, Мехман и Сарысу, были сравнительно изучены нами. Морфометрические элементы этих озер от наводнений 2010 года до предыдущего периода, а в качестве химических параметров образцов воды, получаемые сжатием донных отложений, соответствующие результаты В.А. Мамедова были взяты в качестве достоверной основы [5] и использованы для сравнения.

Химические свойства образцов воды, получаемые при сжатии донных (иловых) отложений озер Гаджикабул, Мехман и Сарысу до весенних паводков 2010 года, приведены в таблице 1.

**Таблица 1. Химические свойства образцов воды, полученных из донных отложений, г/дм<sup>3</sup>  
(до 2010 г.) [5]**

Озеро	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Cl$	$SO_4^{2-}$	$HCO_3^-$	$Na^+ + K^+$	Сумма ионов
Гаджикабул	0.90	0.46	1.78	2.34	0.04	0.37	5.89
Мехман	0.36	0.28	3.88	2.90	0.01	2.45	9.88
Сарысу	0.60	0.06	2.66	0.40	0.02	1.63	5.37

### Результаты

Исследования проводились в октябре 2015 года в озерах Гаджикабул, Мехман и Сарысу, которые являются типичными примерами системы река-озеро в бассейне р. Кура. Стационарное и портативное автоматическое оборудование для отбора проб воды немецкой компанией Umwelt- und Ingenieurtechnik GmbH (UIT GmbH, Германия) использовалось для определения химических параметров образцов воды, получаемых при сжати донных отложений озер. Данное оборудование позволило определить параметры образца с точностью  $\pm 0.001$  г/дм<sup>3</sup>.

Процесс образования химических компонентов растворов между донными отложениями и их порами в озерах Гаджикабул, Мехман и Сарысу тесно связан с уровнем питания из вод реки Кура и степенью минерализации. Затопление этих озер в результате наводнения и обрушения береговых сооружений в мае 2010 года значительно улучшило их химические параметры и экологическое состояние.

В таблице 2 приведены химические свойства образцов воды, полученных при сжати донных (иловых) отложений в озерах Гаджикабул, Мехман и Сарысу по состоянию на октябрь 2015 года. Параметры существенно отличаются от значений, приведенных в [5]. Измерения морфометрических параметров в озерно-речных системах после наводнения 2010 года привели к различным результатам.

Таким образом, во время разрушения береговых сооружений при наводнениях 2010 года, эти озера были связаны с рекой. Наличие связи в озерно-речной системе создало условия для экохимического восстановления воды в этих озерах. Резкое увеличение ионов  $HCO_3^-$  является четким показателем стабильности связи с рекой.

**Таблица 2. Химические свойства образца воды, полученной из донных отложений (г/дм<sup>3</sup>) в период после наводнения 2010 года некоторых озер в бассейне р. Кура**

Озеро	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Cl$	$SO_4^{2-}$	$HCO_3^-$	$Na^+ + K^+$	Сумма ионов
Гаджикабул	0.98	0.51	1.62	1.98	0.049	0.28	5.42
Мехман	0.40	0.34	3.03	2.03	0.014	1.96	7.77
Сарысу	0.65	0.07	1.99	0.32	0.032	1.30	4.36

Сравнивая предыдущие параметры анализа с текущими результатами, в результате естественного режима наблюдается увеличение количества ионов гидрокарбонатов на 30-60% и уменьшение количества ионов хлора и сульфата на 8-12%. Это сравнение показывает значительное восстановление качества воды в озерах.

Из-за сезонного испарения воды наблюдаются резкие изменения площади озер. Несмотря на то, что после наводнения 2010 года, прошло несколько лет, площади всех трех озер в ходе наших исследований значительно увеличились.

В ходе наших исследований, полученные результаты с площади водной поверхности озер Сарысу, Гаджикабул и Мехман определенные по программе *GoogleEarth* сведены в Таблицу 3, в сравнении с результатами работы [5].

**Таблица 3. Основные морфометрические элементы некоторых озер бассейна реки Кура**

Озеро	Высота над уровнем моря, м	Площадь водной поверхности, км <sup>2</sup>		Разница в%
		До наводнения 2010 года [5]	В естественном режиме после наводнения (наши результаты)	
Гаджикабул	-20	4.8	7.28	51.6
Мехман	-8	5.0	7.73	54.6
Сарысу	-14	53.0	99.38	87.5

Площадь поверхности озер увеличивается на 51-87%. Это свидетельствует о положительном воздействии наводнений на реке Кура на озерную экосистему.

Таким образом, положительные тенденции в период затопления реки Кура будут и в дальнейшем способствовать восстановлению озерных экосистем в Кура-Аразской низменности и поддержанию оптимального гидрологического режима. Научное подтверждение этих фактов позволит минимизировать экологические риски в регионе.

### Литература

1. Makhmudov R.N., Aliyev V.A., Akhmedov A.A., Ramazanly Z.Z. Morphometric and Anthropogenic Factors of Flood Risk in the Lower Kura. // *Water Resources*, 2017, v.44, N 2, pp.192-195. DOI:10.1134/S0097807817020075
2. Махмудов Р.Н., Алиев В.А., Рамазанлы З.З. Анализ морфометрических факторов с целью изучения риска наводнений в Нижней Кура. / Материалы V Международной научно-технической конференции “Современные проблемы водного хозяйства, охраны окружающей среды, архитектуры и строительства», 16-19 июля, 2015, Тбилиси, Грузия, с.185-187.
3. Aliyev V.A., Ganbarov E.S., Garayeva B.A., Ramazanly Z.Z., Gafarov E.E. Reduction of Hazards due to Floods in Lower Kura. // *Water Management Institute, Tbilisi, Collected Papers*, 2016, N 71, pp. 9-11.
4. Mahmudov R.N., Aliyev V.A., Abduragimov S.G. The Isolation of the Riverbed from Floodplain in the Lower Kura and its Consequences. // *Russian Meteorology and Hydrology*, 2015, v.40, № 2, pp. 123-126. DOI: 10.3103/S1068373915020089
5. Мамедов В.А. Экогидрологические проблемы озер Куринской впадины и основные принципы их регулирования. Баку, Nafta-Press, 2011, 339с.

## კალაპოტური დეფორმაციების ექსპერიმენტული კვლევა

დ. გუბელაძე <sup>1),2)</sup>, ო. ხარაიშვილი <sup>1)</sup>, მ. კიკაბიძე <sup>1),2)</sup>, ნ. მეზონია <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

დ. გურამიშვილის გამზ. N 71, ქ. თბილისი, საქართველო

<sup>2)</sup> საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის

წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი

ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60<sup>ბ</sup>, 0179, თბილისი, საქართველო

*E-mail: davidgubeladze14@yahoo.com*

### შესავალი

წყლისმიერი ეროზიული პროცესების კვლევის ერთ-ერთი მთავარი ამოცანაა ნაკადის სტრუქტურის შესწავლა ფსკერულ და მის მიმდებარე შრეში, რადგან ძირითადად ის განაპირობებს მდინარეში კალაპოტის დეფორმაციას, სიჩქარის ველის ტრანსფორმაციასა და ტურბულენტური აღრევის ინტენსივობას.

ნაკადის ტურბულენტობა მნიშვნელოვან როლს ასრულებს კალაპოტური პროცესების ფორმირებასა და განვითარებაში, ამიტომ კალაპოტური დეფორმაციების პროგნოზირება და გაანგარიშება დამოკიდებულია ნაკადის სტრუქტურის შესწავლასა და კალაპოტის ფორმის განმსაზღვრელ ფაქტორზე.

### ძირითადი ნაწილი

კალაპოტური დეფორმაციების ექსპერიმენტული კვლევისათვის გამოყენებული იყო დანადგარი, რომელშიც ღარის სადაწნეო მილსადენს წყალი მიეწოდებოდა ორი ცენტრიდანული ტუმბოს დახმარებით.

ფსკერის ზედაპირის შესასწავლად გამოიყენებოდა ექოლოტი, რომელიც მოთავსებული იყო ღარის ზემოთ განთავსებულ მოძრავ ურიკაზე (ნახ.1).

ნაკადის ჰიდროდინამიკური სტრუქტურა კვეთში შეისწავლებოდა ვერტიკალის ხუთ წერტილში პიტოს მილისა და ტრიალა X-6-ის გამოყენებით. ღარში ექსპერიმენტების ხანგრძლივობა განისაზღვრებოდა დინამიკური წონასწორობის დამყარების პირობიდან გამომდინარე, ე.ი. მყარი ნატანის ხარჯი არ იცვლებოდა დროში. E ექსპერიმენტის დროს მყარდებოდა რეჟიმი, როდესაც ჰიდრაულიკური პარამეტრები შეესაბამებოდა იმ კალაპოტის ფორმებს, რომლებიც წარმოიქმნებოდა ღარის ფსკერზე. ექსპერიმენტის ბოლოს წყლის მიწოდება წყდებოდა და მუშა უბანზე (ნახ. 2) ექოლოტის დახმარებით ხელმეორედ აღირიცხებოდა კალაპოტის ფსკერის ზედაპირის ფორმა.

ექსპერიმენტები ტარებოდა შემდეგი თანამიმდევრობით: პირველ რიგში, მუშა უბნის თავში ექოლოტის, პიტოს მილისა და ტრიალას X-6 გამოყენებით ხდებოდა კალაპოტის ფსკერის ნიშნულის აღება და ძირითადი ნაკადის საშუალო სიჩქარის გაზომვა. ფსკერის ექოლოტირება ხორციელდებოდა ურიკაზე დადგმული ექოლოტის დახმარებით, რომელიც ექსპერიმენტის

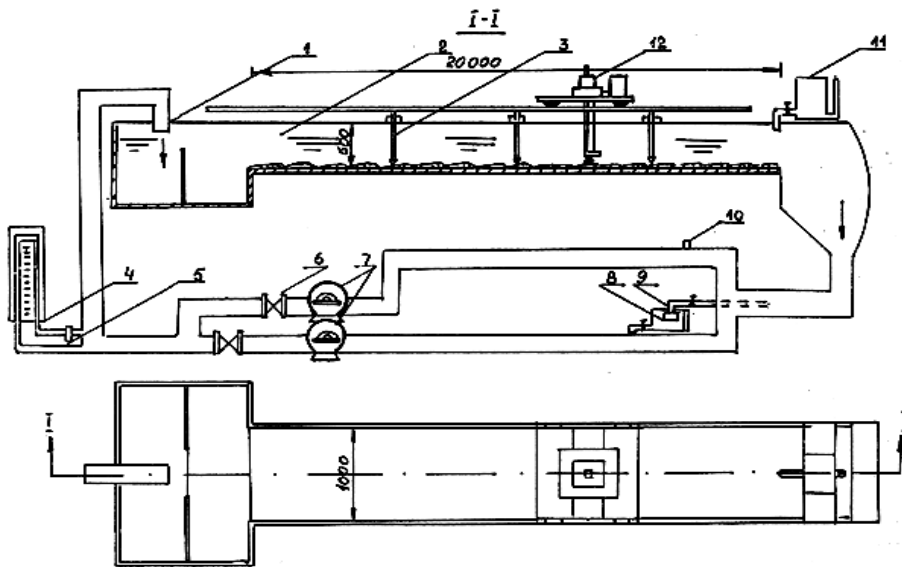
დროს გადაადგილდებოდა ღარის მუშა უბნის მთელ სიგრძეზე და აღრიცხავდა ფსკერის ზედაპირის ტრანსფორმაციას ნაკადის მთელ სიგრძეზე.

ექსპერიმენტების დროს გამზომი (აღმრიცხავი) ხელსაწყოების მონაცემების საფუძველზე ექოლოტით დგინდებოდა ფსკერული დეფორმაციების ზომები და მათი გადაადგილების სიჩქარეები.

საანგარიშოდ შეირჩეოდა ყველაზე დიდი და ერთნაირი ზომის ფსკერული წარმონაქმნები, რადგან პრაქტიკული ამოცანის ამოხსნის დროს, ფსკერული დეფორმაციების შეფასებისას, შეირჩევა შედარებით დიდი კალაპოტური ფორმების მოძრაობის კანონზომიერებანი.

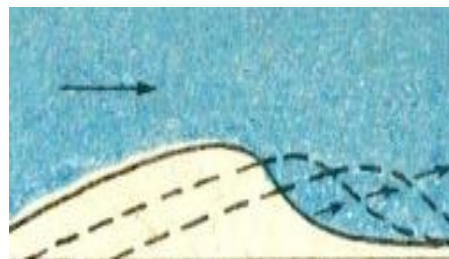
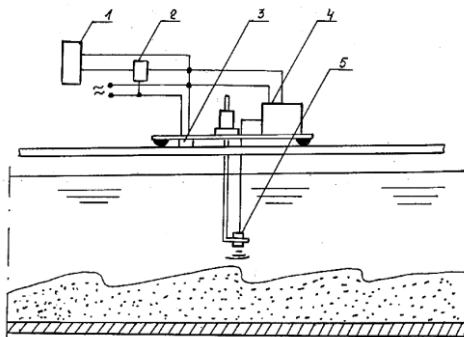
ექსპერიმენტების დამთავრების შემდგომ ხდებოდა კალაპოტის ზედაპირის ფორმის ფიქსაცია.

ექსპერიმენტში დინების მახასიათებლების გაზომვათა ცდომილებანი განისაზღვრებოდა გამოყენებულ ხელსაწყოთა სიზუსტის დადგენით, რადგან ექსპერიმენტის დროს აღრიცხვის ყველა პროცესი სრულდებოდა.



ნახ. 1. კალაპოტური ფორმების შემსწავლელი ჰიდრავლიკური ღარი

- 1- წყალმომცვანი მილი; 2 - ღარი; 3 - მზომი ნემსები; 4 - მანომეტრი; 5 - ნატანშემგროვებელი; 6 - ონკანი; 7 - ცენტრიდანული ტუმბო; 8 - ნატანდამჭერი; 9 - სინჯამლები; 10 - ჰაერის გამომშვები; 11 - წყლის ავზი; 12 - ურიკა ექოლოტითა და აპარატურით

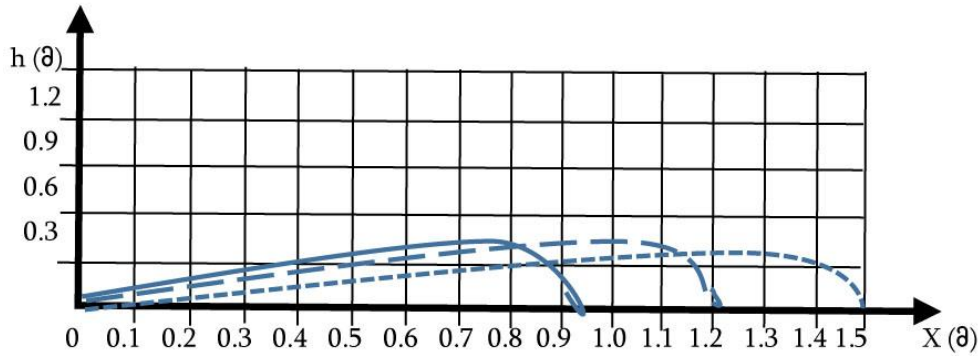


ნახ. 2. ა) მუშა უბანი საზომი აპარატურით; ბ) კვალის გადაადგილების სქემა.

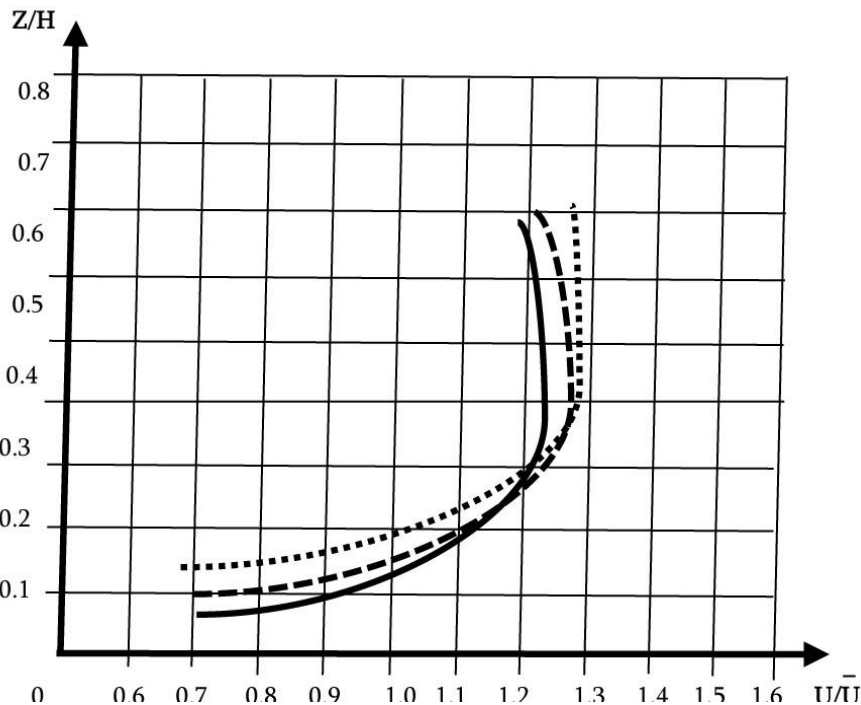
- 1 - ოსცილოგრაფი; 2 - დაბალი სიხშირის ფილტრი; 3 - მანძილზომი; 4 - ექოლოტი; 5 - სხივური ტალღა



ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები გამოსახულია ქვემოთ მოყვანილ გრაფიკებზე წყალგამტარი კალაპოტის შემადგენელი სხვადასხვა დიამეტრის ნაწილაკების დროს.



ნახ.3. წყალგამტარი კალაპოტის ფსკერული ზედაპირის ფორმირების სქემა



ნახ.4. სიჩქარეთა განაწილების ეპიურები წყალგამტარ კალაპოტში ინდუცირებული დინების დროს

წყალგამტარი კალაპოტის მქონე ღარში ძირითადი ნაკადის კვლევა ტარდებოდა ბუნებრივი პროცესების შესაბამისად, მათემატიკური მოდელირების პრინციპების დაცვით, ჰიდრავლიკური რეჟიმის დამყარებული მოძრაობის პირობებში. ექსპერიმენტის შედეგად მიღებული მონაცემები შედარდა მდინარეებზე ნატურული კვლევის შედეგად გაზომილ მონაცემებს, რის საფუძველზეც აიგო ძირითადი ნაკადის ჰიდროდინამიკური პარამეტრების ამსახველი დამოკიდებულებები.

ექსპერიმენტების დროს მიკროტრიალას გამოყენებით გაზომილი იყო ნაკადის შემდეგი პარამეტრები:

$$l_{01} = SV \cos M \left( \frac{\alpha_0}{2} - \beta_0 \right), \quad (1)$$

$$l_{02} = SV \cos M \left( \frac{\alpha_0}{2} + \beta_0 \right), \quad (2)$$

სადაც  $l_{01}$  და  $l_{02}$  არის მიკროტრიალას ორიენტაციის მაჩვენებელი  $OB_1$  და  $OB_2$  ღერძებს გასწვრივ;

$S$  - მიკროტრიალას გარდამქმნელის დახრილობა;

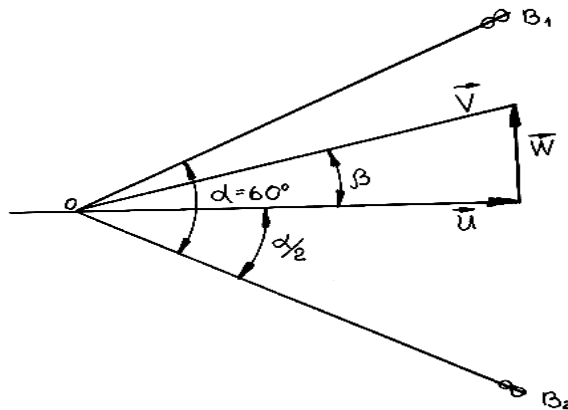
$M$  - მიკროტრიალას მიმართველის კოეფიციენტი.

(1) და (2) დამოკიდებულებების გამოყენებით, როდესაც  $U = V$  და  $W = \beta_0 V$ , გაანგარიშების შედეგად გვექნება:

$$U = \frac{l_{01} + l_{02}}{2S \cos M \alpha_0 / 2}, \quad (3)$$

$$W = \frac{l_{01} - l_{02}}{2S \sin M \alpha_0 / 2}, \quad (4)$$

მიკროტრიალებს შორის კუთხე მოსახერხებელია შეირჩეს ისე, რომ  $M\alpha_0/2$  სიდიდე ტოლი იყოს  $\pi/2$ -ის, აქედან გამომდინარე,  $\alpha_0 = 60^\circ$



ნახ. 5. მიკროტრიალებით სიჩქარის მდგენელის გაზომვის სქემა

### დასკვნა

კალაპოტური ფორმების შესწავლის მიზნით ჰიდრავლიკურ ღარში ჩატარებულია ექსპერიმენტული კვლევები ნაწილაკის მდგრადობის ჰიდროდინამიკური პარამეტრების განსაზღვრისათვის. დადგენილია ნაკადის ტურბულენტური მოძრაობის პარამეტრიზაცია, შესწავლილია ტურბულენტური დინების სტატისტიკური მოდელი, რომელიც აღწერს ნაწილაკის ზღვრულ წონასწორობას. განსაზღვრულია ძირითადი ნაკადის კრიტიკული სიჩქარის საანგარიშო დამოკიდებულება კალაპოტური პროცესების მახასიათებლების გათვალისწინებით. გამოვლენილია ინდუცირებული დინების ზემოქმედება კალაპოტურ შრეში ძირითადი ნაკადის სასაზღვრო შრის სიჩქარეზე.

### ლიტერატურა

1. გუბელაძე დ.ო. (2015) - კალაპოტური პროცესების თავისებურებანი - ჟურნალი ჰიდროინჟინერია, 19-20, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;
2. გუბელაძე დ.ო. (2015) - მდინარეებში ტრანზიტული ნაკადის მოძრაობის კანონზომიერებანი - ჟურნალი ჰიდროინჟინერია, 21-24, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;
3. გუბელაძე დ.ო. (2015) - წყლისმიერი ეროზიული პროცესების რაოდენობრივი პროგნოზირება და საიმედოობა - ჟურნალი „მეცნიერება და ცხოვრება „ – 2(12 ) ტომი , თსაუ, თბილისი, გვ. 84-87;
4. გუბელაძე დ.ო. - მდინარის დინების მახასიათებლები და კალაპოტის ფორმირების თავისებურებანი (2016) - ჟურნალი „მეცნიერება და ცხოვრება„ – 2(14 ) ტომი, თსაუ, თბილისი, გვ. 76-82.

კოლხეთის დაბლობზე სამიარუსიანი კომბინირებული  
დრენაჟის საველე კვლევა და მისი შეფასება\*

მ. გუგუჩია<sup>1)</sup>, ჯ. მიგინეიშვილი<sup>1)</sup>, გ. ვახტანგიშვილი<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> ააიპ გარემოს დაცვის ეკოცენტრი

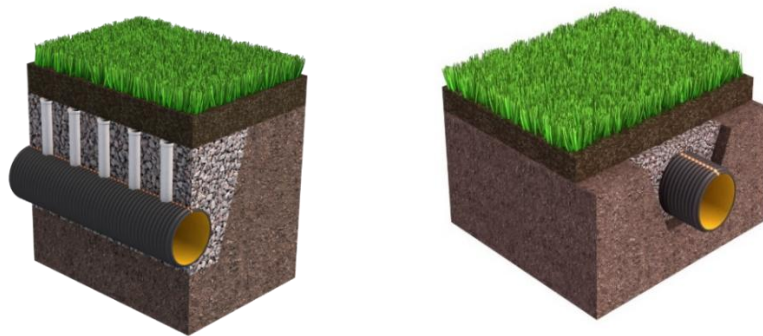
<sup>2)</sup> საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის

ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო

*E-mail:* maka05guguchia@gmail.com, migineishvilijemali@gmail.com

კლიმატის ცვლილების ფონზე საქართველოში კოლხეთის დაბლობზე არსებული ჭარბტენიანი სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების (ფართობი 225 000 ჰა) ეფექტური ათვისების მიზნით, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ნ. ნიკოლაძის სახელობის სამტრედიის რ-ნის სოფელ დიდი ჯიხაიშის პროფესიული კოლეჯის საცდელ ბაზაზე, მოეწყო სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის (საქართველოს პატენტი მოწმობით № GE P 2005, 3573 B) საკვლევი პოლიგონი [2]. აღნიშნული სამუშაო განხორციელდა სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის დოქტორანტურის საგანმანათლებლო პროგრამის საგრანტო პროექტის №40/35 - „ახალი ალტერნატიული სადრენაჟო ღონისძიებების კვლევა კოლხეთის დაბლობისათვის სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის მაგალითზე“ დაფინანსებით (დოქტორანტი მაკა გუგუჩია, სამეცნიერო ხელმძღვანელი, პროფ. გივი გავარდაშვილი, 2013-2014 წწ).

სამიარუსიან კომბინირებულ დრენაჟზე საველე ექსპერიმენტების განხორციელების მიზნით ადგილზე გაყვანილ იქნა ტრანშეა ორ რიგად, ზომით - სიგრძე 18 მ, სიღრმე - 1,2 მ, ხოლო სიგანე - 0,6 მ.



სურ. 1. სამიარუსიანი კომბინირებული სადრენაჟო სისტემის მოდელი

საველე სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის მოდელი შედგება:

- პირველი იარუსი - ნაპრალოვანი დრენი (სიღრმით - 0,30 მ), - ზედაპირული ჩამონადენი წყლის დასარეგულირებლად;

\* სამეცნიერო სტატია მომზადებულია პროფესორ გივი გავარდაშვილის ხელმძღვანელობით

- მეორე იარუსი - ვერტიკალური წრიული პოლიეთილენის პერფორირებული კონსტრუქცია (დიამეტრი - 0,10 მ) გრუნტის წყლების გასაყვანად (სიგრძე - 0,40 მ);
- მესამე იარუსი - წყალმიმღები მილი/მაგისტრალური კოლექტორი - ზედაპირული და გრუნტის წყლების ფართობიდან გასაყვანად (დიამეტრი - 0,30 მ).

ჩატარდა ნიადაგ-გრუნტის გრანულომეტრიული ლაბორატორიული გამოკვლევა, სამტრედიის რაიონის სოფ. დიდი ჯიხაიშის საკვლევი ობიექტის ნიადაგის სხვადასხვა ფენის სიღრმეზე, რომლის რაოდენობრივი მაჩვენებლებიც მოყვანილია ცხრილში 1, სადაც ჩანს, რომ ფიზიკური თიხის შემცველობა ზედა 1 მ სისქის ფენაში 37-63%-ს შეადგენს, ლამისა კი - 21-32 %-ს, რაც მიუთითებს საკვლევ ობიექტზე გავრცელებულ თიხა და მძიმე თიხნარ-გალებებულ ნიადაგებზე.

ცხრილი 1

ნიადაგის გრანულომეტრიული შედგენილობა

ადგილმდებარეობა	სიღრმე	ფრაქციების ზომა, მმ						
		1 - 0.25	0.25 - 0.05	0.05 - 0.01	0.01- 0.005	0.005 - 0.001	< 0.001	< 0.01
სამტრედიის რ-ნი სოფ. დიდი ჯიხაიში თიხა, მძიმე თიხნარი	0-15	0.4	11.1	25.7	12.8	20.8	29.2	62.8
	20-35	0.3	8.2	31.8	18.2	24.2	17.3	59.7
	40-50	0.7	9.5	28.9	9.8	15.9	35.2	60.9
	50-75	0.9	9.2	38.6	8.4	14.5	28.4	51.3
	75-100	0.6	11.7	50.5	5.5	10.5	21.2	37.2
	0-100	0.6	9.9	35.1	10.9	17.2	26.3	54.2

ამასთან ერთად დადგინდა ნიადაგის წყალფიზიკური თვისებები, რომლის რაოდენობრივი მაჩვენებლებიც მოყვანილია ცხრილში 2.

ცხრილი 2

ნიადაგის წყალფიზიკური თვისებები

ადგილმდებარეობა	სიღრმე (სმ)	კუთრი წონა (გ/სმ <sup>3</sup> )	მოცულობითი წონა (გ/სმ <sup>3</sup> )	მოცულ. ტენტევად., %		ფორიანობა, %			%, საერთო ფორიანობიდან		ბაჟდენთვის ხარისხი	თავისუფალი ფორიანობა (აერაცია)
				კაპილარული	სრული	საერთო	კაპილარული	არაკაპილარული	კაპილარული	არაკაპილარული		
დიდი ჯიხაიში	0-25	2.60	0.843	62.6	55.0	67.6	55.0	12.6	81.3	18.7	87.9	12.1
	25-50	2.70	0.889	66.6	62.6	67.1	62.2	4.9	92.8	7.2	88.7	11.3
	50-75	2.77	0.880	67.5	65.2	68.2	65.2	3.0	95.5	4.5	91.2	8.8
	0-75	2.69	0.870	65.6	60.9	67.6	60.8	6.8	89.9	10.1	89.3	10.7

მე-2 ცხრილის მიხედვით მრავალწლიანი მცენარეების ფესვთა სისტემის გავრცელების არეალში 0-75 სმ, კუთრი და მოცულობითი წონა 2.69 გ/სმ<sup>3</sup> და 0.87 გ/სმ<sup>3</sup> - ის ფარგლებში მერყეობს, ამას თან ერთვის ნიადაგის შედარებით მაღალი ტენტევადობა და ფორიანობა. მაგალითად, კაპილარული ტევადობა 0.75 მ ფენაში საშუალოდ 61%-ს შეადგენს, სრული ტენტევადობა და საერთო ფორიანობა შესაბამისად 66% და 68%-ს აღწევს. საერთო ფორიანობიდან არაკაპილარულ ფორიანობაზე მხოლოდ 10% მოდის, რაც, ცხადია, ვერ უზრუნველყოფს მცენარის ზრდა-განვითარების ნორმალურ პირობებს. საცდელ უბანზე, საველე პირობებში გაზომილი 1 მ სისქის ფენაში ფილტრაციის კოეფიციენტი შეადგენს - 0,02 - 0.09 მ/დღე-ღამეში [1-6].

ამრიგად, მდელის ალუვიური სხვადასხვა ხარისხით დატენიანებული ნიადაგები ხასიათდება შედარებით მძიმე გრანულომეტრიული შედგენილობით და არადაამაკმაყოფილებელი წყალფიზიკური თვისებებით.

შემოდგომა-ზამთრის პერიოდში და ხანგრძლივი წვიმების დროს ხდება ნიადაგ-გრუნტის წყლების კრიტიკულ დონეზე მაღლა აწევა და მისი დროებითი შეტბორვა. ამის გამო იქმნება ჭარბტენიანობისა და მცენარეთა ზრდა-განვითარების არასასურველი წყალჰაეროვანი პირობები.

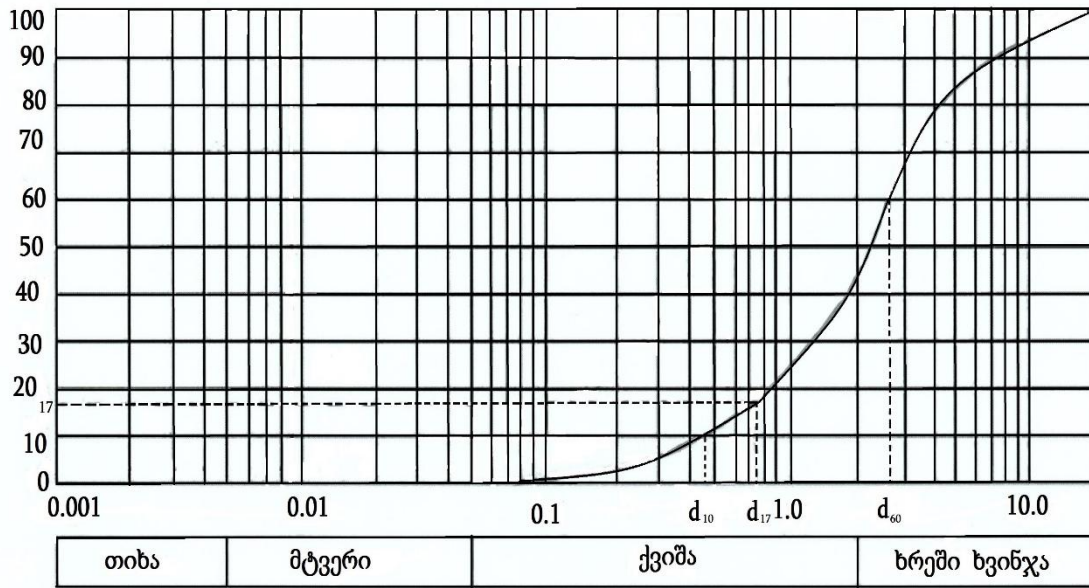
როგორც დამშრობი სისტემების მშენებლობამ და შემდგომმა მათმა ექსპლუატაციამ, ასევე საკვლევ უბნებზე ჩატარებულმა ცდებმა ცხადყო, რომ კოლხეთის დაბლობზე დაშრობის მიღებულ ხერხებს (მილოვანი დრენაჟი კვალთან შეთანწყობაში, დრენირებული ტრანშეები და კომბინირებული დრენაჟი), დრენზე მფილტრავი ნაყარის - ინერტული ჟონვადი ბალასტის მოწყობის გარეშე არ შეუძლია შექმნას სათანადო ჰიდროლოგიური რეჟიმი კულტურული მცენარეების ზრდა-განვითარებისათვის; ვითარდება მილების დალამვა და შემდგომში მათი დაცობა [1,7].

ამის გათვალისწინებით, სამიარუსიანი დრენაჟის შემავსებლად გამოვიყენეთ სოფ. ქვიტირის მდ. გუბისწყალის კარიერიდან ინერტული ჟონვადი ბალასტი, რომლის მექანიკური შემადგენლობა მოცემულია ცხრილში 3.

ცხრილი 3

სადრენაჟო ტრანშეის შემავსებელი გრუნტის მექანიკური შედგენილობა

ბალასტის ნიმუში	>10.0	7.0-10.0	5.0-7.0	3.0-5.0	2.0-3.0	1.0-2.0	0.5-1.0	0.25-0.5	0.1-0.25	0.06-0.01
	2	5	6	19	26	18	13	6	4	1



სურ. 2. გრანულომეტრიული შემადგენლობის ნახევრად ლოგარითმული მრუდი  
(მდ. გუბისწყალი, კარიერი ქვიტირი)

როგორც ცხრილიდან (3) ჩანს, რადგან 2 მმ-ზე მსხვილი ყველა ნაწილაკის ჯამი შეადგენს 50%-ზე მეტს, ჩვენი შემავსებელი წარმოადგენს ხრეშოვან გრუნტს [8,10].

შემავსებლის ფილტრაციის კოეფიციენტი იანგარიშება მ. პავჩიჩის ცნობილი ფორმულით [1,10]:

$$K_{ფ} = \frac{3,99}{v} \cdot \frac{n^3}{(1-n)^2} \sqrt[3]{\eta} \cdot d_{17}^2 \quad (1)$$

სადაც,  $K_{ფ}$  ფილტრაციის კოეფიციენტია, სმ/წმ ან მ/დღ;  $v$  - წყლის კინემატიკური სიბლანტე, სმ<sup>2</sup>/წმ;  $n$  - ნიადაგის ფორიანობა;  $\eta$  - გრუნტის მარცვლოვნების განსხვავებულობის კოეფიციენტი;  $d_{17}$  - ნაწილაკების დიამეტრი (მმ), რომელიც გამოყენებულ გრუნტში 17%-ზე (წონით) ნაკლებია:

$$\eta = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \frac{2.6}{0.47} = 5.5 > 5 \quad (2)$$

ე.ი. გრუნტი არათანაბრად მარცვლოვანია, სადაც,  $d_{60}$  ნაწილაკების დიამეტრია (მმ), რომელიც გამოყენებულ გრუნტში 60%-ზე (წონით) ნაკლებია;  $d_{10}$  - ნაწილაკების დიამეტრი (მმ), რომელიც გამოყენებულ გრუნტში 10 %-ზე (წონით) ნაკლებია.

ქვიშა-ხრეშოვანი გრუნტის ფორიანობა შეიძლება ვიანგარიშოთ შემდეგი ემპირიული ფორმულით [1]:

$$n = 0,40 - 0,11 \lg \eta = 0,40 - 0,11 \lg 5.5 = 0.32 \quad (3)$$

ამრიგად,



$$K_{ფ} = \frac{3,99}{0,0131} \cdot \frac{0,32^3}{(1-0,32)^2} \sqrt[3]{5,5} \cdot 0,074^2 = 0,21 \text{ სმ/წმ ან } 181 \text{ მ/დღ.} \quad (4)$$

ინტენსიური ნალექის პირობებში სავსე კვლევების საფუძველზე მიმდინარეობდა დაკვირვება სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის კონსტრუქციის წყალმიღების უნარზე. ჩვენ მიერ მოწყობილი სავსე სადრენაჟო კონსტრუქციის ეფექტურობის დასადგენად ადგილზე ხდებოდა სეზონური წვიმების განმავლობაში წყალმიღები მილიდან წყლის ხარჯის დაკვირვება და გაზომვა (სურ. 3).



სურ. 3. წყლის ხარჯის დადგენა. სოფ. დიდი ჯიხაიში

სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის ჰიდროლოგიური მუშაობის ეფექტურობის დადგენისათვის, საკვლევ ტერიტორიაზე მოსული ნალექების გათვალისწინებით განხორციელებულ იქნა მათემატიკური გამოთვლები, რომლის რაოდენობრივი მაჩვენებლებიც მოცემულია ცხრილში 4 [9].

ცხრილი 4

სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის ჰიდროლოგიური მუშაობის ეფექტურობის მაჩვენებლები

თარიღი	მოსული ატმოსფერული ნალექები (მმ/დღ)	დრენაჟის ჩამონადენი საკვლევ უბანზე (0,0144 ჰა)				დრენაჟის ჩამონადენის მოდული (ლ/წმ.ჰა)	დატვირთვა სადრენაჟო სისტემაზე, მმ/დღ	წილი მოსული ნალექებიდან, (%)
		ლ/წთ			ლ/წმ			
		I მილი	II მილი	საშუალო				
03.04.15	24,0	2,0	1,2	1,60	0,027	1,88	16,2	67,5
04.04.15	15,6	0,9	0,5	0,70	0,012	0,83	7,2	46,2
24.12.15	8,2	0,4	0,2	0,30	0,005	0,35	3,0	36,6
20.01.16	16,2	1,0	0,6	0,80	0,013	0,90	7,8	48,1
24.01.16	12,4	0,6	0,5	0,55	0,009	0,62	5,4	43,5



### დასკვნა

ამრიგად, თუ ჩავატარებთ კოლხეთის დაბლობზე განთავსებულ თიხა-თიხნარი მძიმე ჭარბტენიანი ნიადაგების ანალიზს და გავიანგარიშებთ სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის ჰიდროლოგიურ ეფექტურობას, დავინახავთ, რომ მისი საშუალო მნიშვნელობა 36,6 - 67,5%-ის ფარგლებში (მოსული ნალექის რაოდენობიდან) იცვლება, რაც მიუთითებს სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის მუშაობის მაღალეფექტურობაზე.

### ლიტერატურა

1. ანჯაფარიძე ი. მელიორაციული ნიადაგმცოდნეობა. თბილისი, 1977.
2. გავარდაშვილი გ.ვ. კომბინირებული დრენაჟი - საქართველოს პატენტი #H3573 B, ბიულ. # 5(167), თბილისი, 2005 , გვ. 12 .
3. Гавардашвили Г.В., Модебадзе Н.Л., Гавардашвили Н.Г. Новая конструкция комбинированного трехъярусного дренажа и расчет водопрпускной способности. //Инженерная экология, Москва, № 3 , 2007 ,с. 55-61.
4. Gavardashvili G., Guguchia M. The Research of the Combine Three Tier Drainage. International scientific-practical conference use of reclaimed land - Current State and Prospects of Development reclamative farming. Tver, RUSSIA, August 27-28 2015 г., с 196-201.
5. Gavardashvili G.V., Hertman L. A New Drainage system to Divert the Ground Water for the Safety of the Foundation of High-rise Buildings. Construction of Optimized Energy Potential. Collected Papers of University, Czestochowa, # 2(20), Czestochowa, Poland 2017, pp. 101-108.
6. Гавардашвили Г.В., Собота Дж. Обеспечение экологической безопасности сельскохозяйственных угодий на Колхидской низменности для улучшения социально-экологических условий местного населения. Сборник трудов I Международной конференции "Водные экосистемы Колхидской низменности – охрана и рациональное использование". 22-24 июля, Тбилиси-Поти, 2013 г., стр. 108÷111.
7. Костяков А.Н. Основы мелиорации. М., 1951, 750 стр.
8. კუპრეიშვილი შ., სიჭინავა პ., სუპატაშვილი თ. კოლხეთის დაბლობის ტერიტორიების თანამედროვე მდგომარეობის შესწავლა. პარიზი, 2014, 884-885
9. Мирцхулава Ц. Е. Надежность систем осушения. Москва, 1985, 239 с.
10. მოწერელია ა. კულტურტექნიკა და აგრომელიორაცია კოლხეთის დაბლობის დაშრობილ მიწებზე. თბილისი, 1986, 184 გვ.

## СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, КАНАЛИЗАЦИИ И ОТОПЛЕНИЯ, СУЩЕСТВУЮЩИЕ В ДРЕВНИХ ЦИВИЛИЗАЦИЯХ И НА ТЕРРИТОРИИ ГРУЗИИ

Денисова И.А.<sup>1)</sup>, Мепаришвили Н.М.<sup>1)</sup>, Бзиава К.Г.<sup>1), 2)</sup>, Лежава И.В.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Грузинский технический университет  
ул. М. Костава 68, 0175, Тбилиси, Грузия

<sup>2)</sup> Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава

Грузинского технического университета  
пр. И. Чавчавадзе 60<sup>б</sup>, 0179, Тбилиси, Грузия

*E-mail: [i.denisova@gtu.ge](mailto:i.denisova@gtu.ge)*

### Введение

Качество жизни человека, его комфортное проживание, здоровье и работоспособность обусловлены рядом факторов, важнейшими из которых являются вода и тепло, а также хорошие санитарно-гигиенические условия. Одним из основных средств создания комфортных условий в жилых зданиях является водоснабжение, канализация и отопление. Современное жилье оборудовано централизованными или автономными системами водоснабжения, канализации и отопления и представляют собой благоустроенную и комфортную среду обитания.

### Краткий обзор систем водоснабжения, канализации и отопления, существующих в древности

Первобытный человек брал воду из ближайшей реки, озера, а согревался у костра. С переходом человека на новую ступень развития потребность в воде возросла, она стала необходима в сельском хозяйстве, для транспортировки и т.д. Первые данные об искусственных водоподъемных приспособлениях датируются III тысячелетием до н.э.

Процветание многих цивилизаций связано с развитием водоснабжения для обеспечения водой городов и сельскохозяйственных полей технологиями распределения и отвода воды. Археологические раскопки подтверждают высокий уровень водопользования в ассирийской, вавилонской и египетской цивилизациях.

В античном Риме (VIII век до н.э. - V век н.э.) была создана мощная система водопотребления. Проводились исследования по поиску источников воды, проектированию водных систем и сооружений. Для обеспечения водой общественных и частных бань (терм), садов, фонтанов и аквариумов строили водопроводы, очистные и водораспределительные сооружения. Деньги на эти цели выделялись из казны, которая пополнялась после захватнических войн. Для покрытия расходов на эксплуатацию вводилась оплата за пользование банями и водными каналами.

Среди инженерных достижений античности выделяются акведуки (лат. *aqua* - вода и *disco-vedu*), представляющие собой водоводы, по которым вода самотеком доставлялась к населенным пунктам и сельскохозяйственным полям. При строительстве акведука вокруг источника воды, находящегося на возвышенности, обустроивали пруд, где накапливалось большое количество воды. Оттуда вода по трубам, закрытым или открытым каналам самотеком доставлялась потребителям. Для подземного трубопровода использовали древесину, глину или свинец [1]. Позднее выяснилось, что свинец является токсичным металлом, который при попадании в организм человека вызывает повреждение мышечных и костных тканей, нервной системы и клеток головного мозга.

Появление систем водоотведения также датируется III тысячелетием до н.э. Археологические раскопки доказывают существование систем канализации в древнем Вавилоне, Месопотамии и древнем Египте.

В древнем Риме интенсивное водопользование обуславливало возникновение большого объема сточных вод. Для их удаления устраивали открытые каналы, по которым использованная вода стекала в реку Тибр. Позже, каналы начали покрывать сначала деревянными досками, а затем несколькими слоями кирпича. Таким способом создана «Клоака Максима» (*Cloaca Maxima* - от лат. *Clio* - *чистить*) – древнеримский большой канализационный канал (VII век до н.э. - VI век н.э.). Его ширина местами составляла 3 метра, а глубина превышала 4 метра (рис.1). Часть «Клоаки Максима» сохранилась по сей день и используется как дождевая канализация.



**Рис. 1. Клоака Максима**

В городах древнего Рима существовало много общественных туалетов. Туалеты императора и состоятельных граждан облицовывались мрамором. Они постоянно смывались чистой водой.

Развитие систем отопления началось после обнаружения свойства камней накапливать тепло. Камни начали использовать для отопления. В Китае были обнаружены дома эпохи неолита, датируемые XI веком до н.э., где каменные кровати сверху нагревали с помощью открытого огня. Перед сном камень очищали от пепла и ночью согревались теплом выделяемым камнем. Нагрев теплоемкого материала и использование его тепла уже представляла собой примитивную инженерную систему, состоящую из нескольких элементов.

В результате археологических раскопок в Лапландии (около Швеции, близ Вауллера) была обнаружена еще более ранняя система напольного отопления, датированная IV тысячелетием до н.э., которая содержала яму для костра, подземные каналы для подачи теплого воздуха и дымоход. Система отопления была примитивной, но она хорошо выполняла свои функции.

Широкое распространение системы отопления связано с III веком до н.э. В Северном Китае использовали систему «теплый пол» для подогрева спального места, расположенного на полу - "хуоканг". Очаг устраивался вне помещения, а дымоходы располагались под полом-кроватью. Позже начали использовать более усовершенствованную систему для обогрева всей поверхности пола в помещении.

В ту же эпоху в Корее была распространена похожая система отопления – «ондоль». Источником тепла традиционной системы «ондоль» являлась печь, расположенная на кухне или у внешней стены обогреваемого помещения. Печь была одна или несколько, в зависимости от количества обогреваемых помещений. Она устраивалась ниже пола, предназначенного для обогрева,

что обеспечивало свободную циркуляцию дыма и теплого воздуха в горизонтальных каналах, расположенных под полом. Каналы соединялись с дымоходом, находящимся в некотором отдалении от жилища (рис. 2).

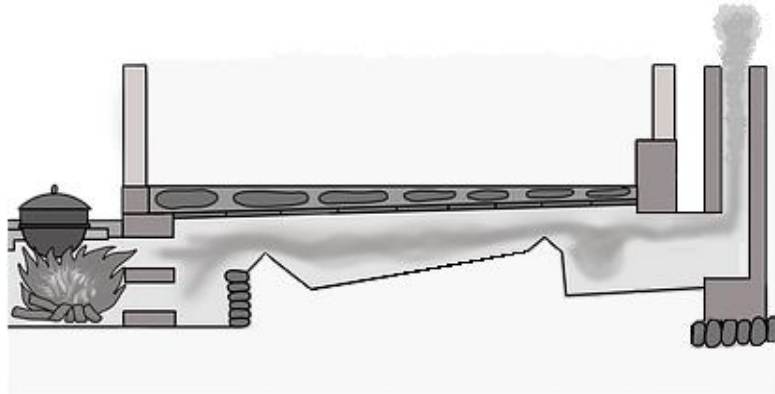


Рис. 2. Традиционная система «ондоль»

Горячий воздух, проходя под полом, согревал каменный пол помещения. Система имела довольно высокий коэффициент полезного действия – тепла, накопленного в течение двухчасового горения очага, хватало на всю ночь [2]. Данная система отопления до сих пор используется в традиционных корейских жилищах.

В этот же период в Римской империи независимо развивается система центрального отопления – «гипокауст» (от греч. ὑπό и αἰστος: ὑπό – под, внизу, снизу, и и αἰστός – нагретый, раскалённый). Основными компонентами системы гипокауста были дровяная печь и система каналов под полом и в стенах (см. рис. 3). Напольные плиты, которые изготавливались из обожженной глины, опирались на каменные или глиняные столбы. В стенах устраивались круглые или прямоугольные каналы. Нагретый воздух распространялся в подпольном пространстве, затем поднимался по каналам вверх, обогревая стены помещений [3].

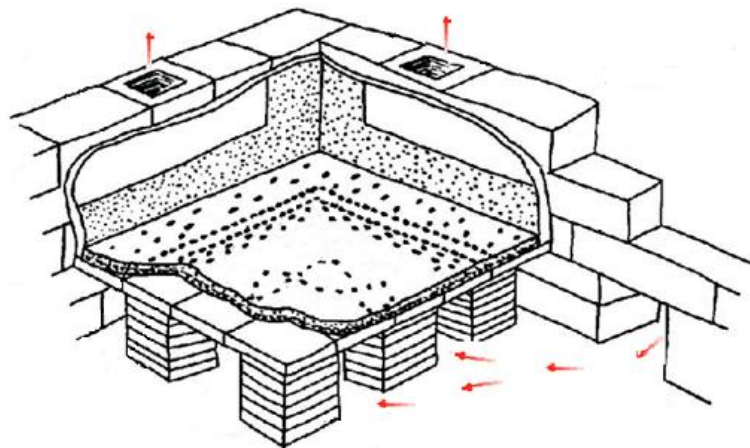


Рис. 3. Схема «гипокауста»

Помимо археологических свидетельств, до нас дошли письменные свидетельства, описывающие функциональную схему работы системы гипокауст. Древнеримский инженер Марк Витрувий Поллион (лат. *Marcus Vitruvius Pollio*. I век до н. э.), современник императора Юлия Цезаря и Октавиана Августа, создал трактат - "Десять книг по архитектуре" (лат. *De architectura libri decem*). Это единственная работа по архитектуре, которая сохранилась с античных времен. В пятой книге Витрувий детально описывает систему гипокауста для бань, их пропорции, строительные материалы и планировку [4].

Строительство системы гипокауст требовало значительных финансовых вложений, поэтому они строились для общественных бань (терм) на деньги казны. Система гипокауста для частного пользования была доступна только богатым гражданам империи.

После распада Римской империи систему гипокауст предали забвению. В Европе ее использовали только в Каталонии, где она претерпела небольшие изменения. Эта система и по сей день функционирует в ряде зданий в Испании.

Римляне распространили систему гипокауст по всей империи. Наиболее широко эту систему использовали в холодных провинциях и горных регионах, таких как Балканы, Альпы, Кавказская Иберия и т.д.

### **Основная часть**

На территории Грузии недалеко от Тбилиси, в муниципалитете Мцхета, сохранились уникальные памятники, построенные в соответствии с принципами древнеримского планирования: Армазцихе-Багинети, Армазисхеви и Дзалиси. Строительство и развитие этих исторических памятников, также, как и отношения Иберии и Римской империи, прошли несколько этапов. После вторжения Помпея на Южный Кавказ в 66 - 65 гг. до н. э. территория Кавказской Иберии оказалась вовлеченной в сферу влияния Рима.

#### **Армазцихе-Багинети**

Армазцихе-Багинети (по греко-римским источникам Гармозик или Армактика IV век. до н. э. – VII век. н. э.) находится близ города Мцхета, на правом берегу реки Мтквари (Куры). Крепость Армазцихе являлась царской резиденцией. Комплекс состоял из фортификационных сооружений, дворца с колоннами и придворовыми зданиями, гробниц, культовых сооружений, марани (*авт.* помещение для выдержки и хранения вина), бань с системой водоснабжения и канализации. Возводились они в разные периоды: в IV-III веках до н.э. - фортификационные сооружения; в III веке до н.э.-I веке н.э. - дворец с колоннами и здания различного назначения; в I-VII веках н.э. – шестиапсидный храм и бани с системой водоснабжения и канализации.

Армазцихе снабжался питьевой водой из села Карсани, расположенного на противоположном склоне горы, за несколько километров от резиденции. Для водоснабжения использовали два типа водопроводов: открытые - для хозяйственных нужд и закрытые – для питьевой воды.

В результате археологических раскопок были обнаружены две бани. Одна баня находилась к северо-востоку от шестиапсидного храма, вода поступала с запада с помощью специально устроенного водопровода. В бане было пять отделений: комната для раздевания (аподитриум), холодное (фригидариум), теплое (тепидариум) и горячее (калидариум) помещения и топочная камера (см. рис. 4.). В бане находилось пять ванн, из которых грязная вода сначала стекала в сборный колодец, а затем направлялась в коллектор, находящийся к востоку от бани. В северной части комплекса предположительно был устроен резервуар для чистой воды.

Баня отапливалась снизу системой отопления типа гипокауст. В подпольном помещении располагались круглые и квадратные кирпичные столбы, на которые опирались крупные керамические напольные плиты. Топочная камера находилась на первом этаже рядом с горячим отделением бани. Теплый воздух, проходя через каналы, устроенные в стенах, согревал помещения. На востоке от бани был бассейн, имевший собственный водопровод. На дне бассейна с одной стороны устроен подиум, по которому спускались в бассейн [5, 6].

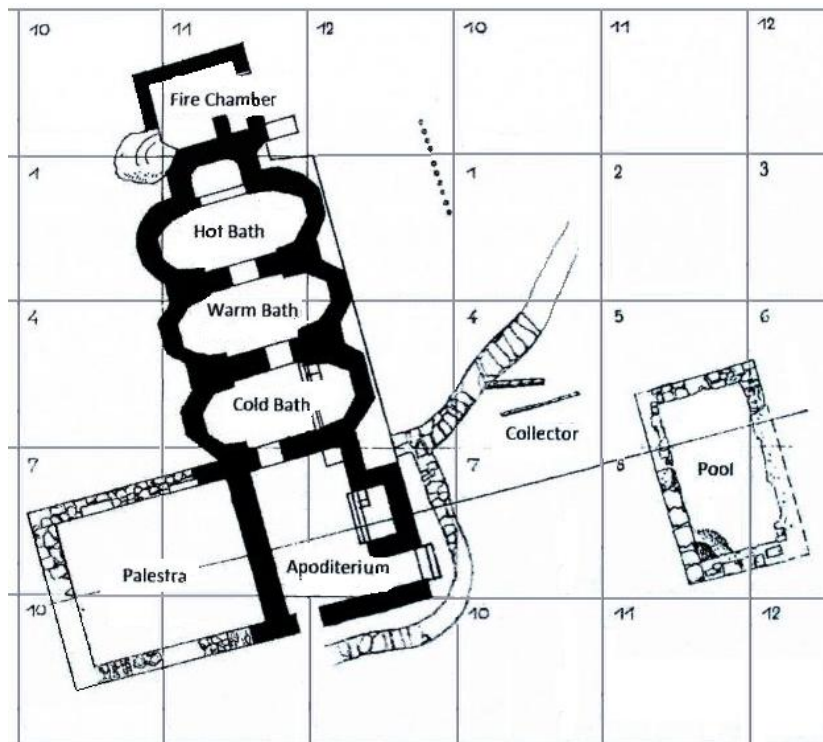


Рис. 4. План бани в Армазисхеви

Вторая баня состояла из трех отделений: холодного, теплого и горячего. В холодном отделении находился плавательный бассейн. В горячем отделении было две ванны – одна полукруглая, вторая квадратная. Ванны были покрыты гидроизоляционным раствором. К западу от бани находился колодец, к нему подсоединялся водопровод. Поблизости был резервуар для чистой воды. Баня обеспечивалась водой из резервуара по специальным каналам. Система отопления бани была обустроена как в первой бане.

#### Дзалиси

В 20 километрах от города Мцхета в долине Мухрани на обоих берегах реки Нареквави было обнаружено античное поселение - Дзалиси. Во II веке н.э. греческий географ Птолемей Клавдий в своей книге «Руководство по географии» (*Geographike Hyphegesis*), при описании Иберии наряду с другими городами упоминает город Дзалиси. Самые ранние археологические материалы, добытые в городе, относятся к II-I векам до н.э., а основные постройки датируются I-IV веками н.э.

В Дзалиси сохранились развалины дворца и общественных зданий, бани римского типа, датированные II веком н. э., остатки водопроводных и канализационных сетей. В общественной бане находился плавательный бассейн и фонтан. Баня обогревалась системой отопления гипокауст. Подпольные столбы гипокауста были четырехугольной и круглой формы (см. рис. 6.). Предположительно круглые кирпичные столбы использовались для быстрого распространения горячего воздуха под горячим помещением, так как обтекание круглых предметов происходит с меньшим сопротивлением. Квадратные кирпичные столбы, в основном, расположены под теплым помещением для обеспечения задержки нагретого воздуха в этой зоне. Над керамическими напольными плитами был устроен гидроизоляционный слой толщиной 120-150 мм [7, 8].

Самым крупным сооружением в Дзалиси являлся дворец, площадь которого превышала 2500 м<sup>2</sup>. Он включал в себя до 30 помещений различных размеров и форм. Во дворце был устроен туалет с двумя отделениями, который имел собственный водопровод и канализацию. Туалеты постоянно смывались чистой водой. Канализационная система находилась под землей, она имела сборные колодцы. Сточные воды сливались в реку Мтквари (Куру), которая находилась за несколько километров от Дзалиси.





Рис. 6. Система гипocaustа в Дзалиси

На территории города сохранился плавательный бассейн, который для Грузии является уникальным сооружением. Предположительно его построили в конце II или в начале III века н. э. Бассейн имеет прямоугольную форму с четырьмя полукруглыми апсидами (см. рис. 8).



Рис.7. Плавательный бассейн в Дзалиси

Площадь бассейна составляет более 400 м<sup>2</sup>, а глубина до 2,2 м. Стенки бассейна шириной 0,7 – 1,0 м возведены из булыжника с использованием известковой смеси. Они частично находились в земле, были облицованы каменными плитами, под облицовкой имелась гидроизоляция толщиной 0,1 м. В северной части бассейна, ближе к бане, была лестница с девятью ступенями для спуска в воду. Бассейн имел сливной трап, который с помощью каменного водопровода соединялся с коллектором. Дно имело наклон в сторону трапа. Вода в бассейн поступала с запада по двум водопроводным трубам [9].

## Армазисхеви

К западу от древней столицы Грузии Мцхета в Армазисхеви в I веке н.э. находился дворцовый комплекс монархов. Существующие в комплексе остатки зданий свидетельствуют о близости традициям античной архитектуры. Недалеко от дворца обнаружены остатки бани с центральным отоплением типа гипокауст.

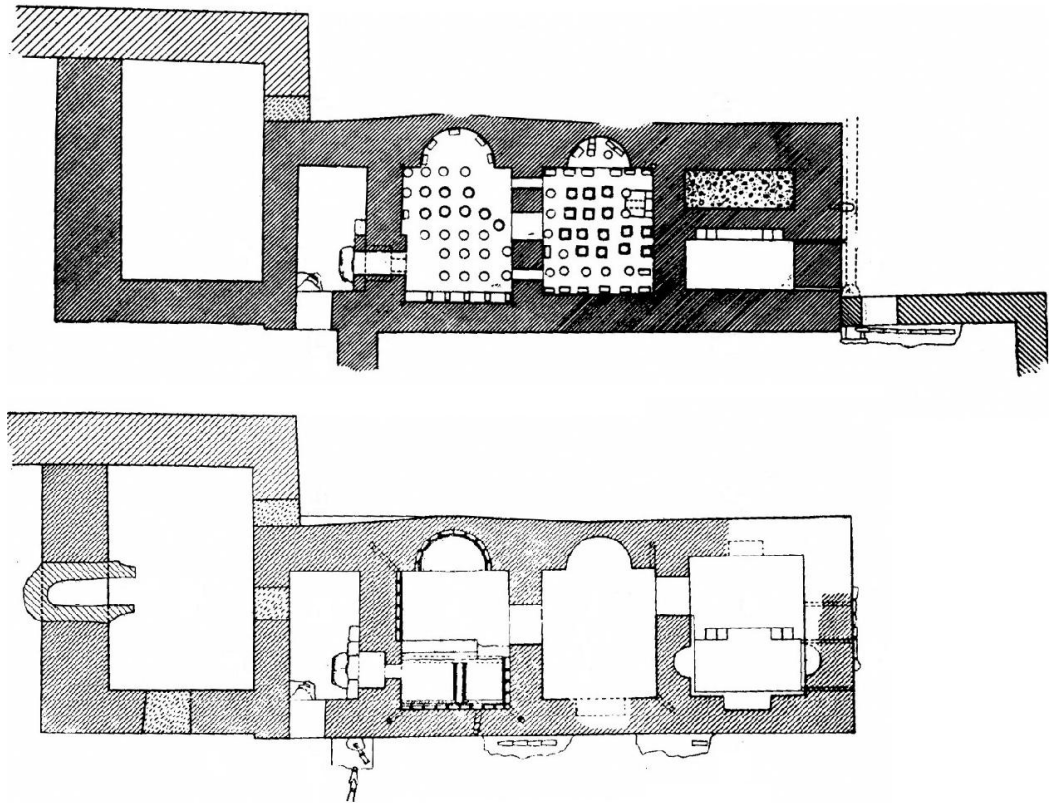


Рис. 8. Поэтажный план бани в Армазисхеви

Это было двухъярусное здание. Стены нижнего яруса были возведены из булыжного камня, а верхнего - из ломанного камня на известковом растворе. Баня состояла из пяти отделений: комнаты для раздевания, холодного, теплого и горячего помещений и топочной камеры. Водой баня обеспечивалась с помощью керамических труб из реки Армазисхеви, использованная вода по трубопроводу сливалась в Мтквари (Куру) [10]. Под горячим и холодным помещениями бани была система отопления гипокауст. Под каждым помещением было около 45-ти плотно расположенных круглых и квадратных столбов. Топочную камеру герметично перекрывали плиты. Стены бани покрывали гидравлической, огнестойкой смесью из извести и молотого кирпича.

## Выводы

На территории Грузии обнаружено немало античных поселений и крепостей, которые отличались развитой инфраструктурой, среди них: Нокалакеви в 16-ти километрах от Сенаки, Петра-Цихисдзири недалеко от Кобулет, Гонио-Апсарос в 15-ти километрах от Батуми и много других. Существование систем водоснабжения, водоотведения и центрального отопления свидетельствует о высокой санитарно-гигиенической культуре страны.



### Литература

1. Ширкова В. А., Фролова Н. Л. Из истории водоснабжения: водоводы и водоподъемники. Энергосбережение и водоподготовка. Издательство: ЭНИВ, Москва, № 2 (34), 2005, сс. 56-60.
2. Лялькина Г. Б. Из истории безопасного отопления. Вестник ПНИПУ. Безопасность и управление рисками. Издательство: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, 2016, сс. 138-146.
3. Robert Bean, Bjarne W. Olesen, Kwang Woo Kim, Arch.D. History of Radiant Heating & Cooling Systems - Part 1 – Asia. ASHRAE Journal, 2012, pp.40-47.
4. Витрувий, Десять книг об архитектуре. / Пер. Ф. А. Петровского. Т. 5. М., Изд-во Всес. Академии архитектуры. Серия «Классики теории архитектуры», 1936, Глава X.
5. გ. აბრამიშვილი, პ. ზაქარაია, ი. ციციშვილი. ქართული ხუროთმოძღვრების ისტორია, თბილისი: სახელმწიფო უნივერსიტეტი, 2000, გვ. 32-45.
6. ი. ციციშვილი. ქართული ხელოვნების ისტორია, თბილისი, ისტ. და კულტ. ძეგლთა დაცვის საზ.-ბა, 1995, გვ. 33-34; 41-43.
7. ო. ფურცელაძე, ნ. მეფარიშვილი, ი. დენისოვა. იატაკის გათბობის სისტემები ძველ ცივილიზაციებში. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი "ჰიდროინჟინერია", N1-2 (21 - 22), 2016. გვ. 46-52.
8. ა. აფაქიძე, ვ. ნიკოლაიშვილი. რომაული სამშენებლო ხელოვნების ტრადიცია გვიანანტიკური ხანის საქართველოში: (ახლად აღმოჩენილი რომაული ტიპის აბანო არმაზციხე-ბაგინეთზე). მსოფლიო კულტურულ-ისტორიული პროცესი და საქართველო (არქეოლოგიური მონაცემების მიხედვით). სამეცნ. სესია: მოხსენებათა თეზისები – თბ., 1994. გვ. 23 - 24.
9. ა. აფაქიძე. არმაზისხევი (006), არმაზციხე (007), არმაზციხე, არმაზისციხე. საქართველოს ისტორიისა და კულტურის ძეგლთა აღწერილობა. წგ. 5. – თბ., 1990 – გვ. 235-241.
10. ა. აფაქიძე, გ. გობეჯიშვილი, ა. კალანდაძე, გ. ლომთათიძე. მცხეთა, არქეოლოგიური კვლევამდებების შედეგები. ტ. I, თბილისი, 1955. გვ. 147-160.

ფოთისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიების  
ეკოლოგიური უსაფრთხოების დაცვის ღონისძიებები

რ. დიაკონიძე, ჯ. ფანჩულიძე, თ. ბუტულაშვილი, მ. შავლაყაძე, ზ. ჭარბაძე,  
ქ. დადიანი, ნ. ნიბლაძე, ბ. დიაკონიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60<sup>ბ</sup>, 0179, ქ. თბილისი, საქართველო  
*E-mail: robertdia@mail.ru*

შესავალი

ფოთის მუნიციპალიტეტის ტერიტორია მდებარეობს კოლხეთის დაბლობზე, რომელიც ჩრდილოეთიდან და სამხრეთიდან შემოსაზღვრულია დიდი და პატარა კავკასიონის მთისწინეთებით, ხოლო აღმოსავლეთიდან ამ მთისწინეთების შემაერთებელი ლიხის ქედით და წარმოქმნიან გიგანტურ მთის ამფითეატრს, რომელიც ღია დასავლეთით - შავი ზღვისაკენ.

მუნიციპალიტეტი და მისი მიმდებარე ტერიტორიები გეომორფოლოგიური და გეომორფომეტრიული თვალსაზრისით წარმოადგენს ისეთ რთულ რეგიონს, სადაც აბსოლუტური სიმაღლეების სიდიდეები ზღვის დონიდან მინიმალურია და ზოგან უარყოფითიც. საკვლევ ტერიტორიაზე განვითარებულია საკმაოდ მჭიდრო ჰიდროგრაფიული ქსელი. გრუნტის წყლების დონეების ზედაპირთან ახლოს მდებარეობა და დაბლობის ქვეშ განვითარებული წყალგამტარი ან ძნელად წყალგამტარი თიხოვანი ქანების არსებობა მნიშვნელოვნად ამცირებს ჩამონადენი წყლების გამტარობას. ყოველივე აღნიშნულის გამო მაღალი ინტენსივობის ნალექების მოსვლის შედეგად მეტად ჭარბი რაოდენობის ზედაპირული ჩამონადენი ფორმირდება. ამას თან ერთვის მდინარეების მნიშვნელოვნად ადიდება. ტერიტორიის დაბალი ნიშნულების და, შესაბამისად, მცირე ქანობის გამო, ზღვას უჭირს ჭარბი ჩამდინარე წყლების მიღება და ასეთ დროს ყოველთვის არსებობს ფოთისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიების დატბორის დიდი ალბათობა.

ყოველივე ზემოაღნიშნულის გამო, კოლხეთის დაბლობზე, ქ. ფოთთან, ზღვაში ჩამდინარე ერთ-ერთ წყალუხვ მდინარე რიონზე აუცილებელი გახდა წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების რისკების მართვა, რათა თავიდან აგვეცილებინა ქ. ფოთისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიების დატბორვა.

სწორედ ამ მიზნით მდ. რიონზე, ქ. ფოთიდან მე-7 კმ-ზე, აშენდა და 1959 წელს ექსპლუატაციაში შევიდა ჰიდროტექნიკური ნაგებობა „წყალგამყოფი კვანძი“, რომელსაც იმ დროისთვის პოსტსაბჭოთა სივრცეში ანალოგი არ მოეპოვებოდა. აუცილებელია აღინიშნოს, რომ წყალგამყოფი კვანძის საშუალებით შესაძლებელი გახდა მდინარე რიონის ჰიდროლოგიური რეჟიმის დარეგულირება ისეთი სახით, რომ თავიდან აგვეცილებინა ქ. ფოთის დატბორვა. ამის ნათელი მაგალითია მდინარე რიონზე 1987 წელში მომხდარი კატასტროფული წყალმოვარდნა, რომლის დროსაც ნაგებობამ შეძლო თავისი ფუნქციის შესრულება და გადაარჩინა ფოთი წალეკვას და დატბორვას.

## ძირითადი ნაწილი

ფოთის და მისი მიმდებარე ტერიტორიების ძირითადი დასარეგულირებელი ეკოლოგიური პრობლემებია:

- ტერიტორიების დაცვა დატბორვისაგან;
- ზღვის სანაპირო ზოლის დაცვა ზღვის ტალღური ზემოქმედებისაგან და ზედაპირული წყლების ზღვაში ჩადინება;
- პალეოსტომის ტბის ჰიდროლოგიური რეჟიმის დარეგულირება ისეთი სახით, რომ აღსდგეს მისი ადრინდელი რეჟიმი და არ მოხდეს მიმდებარე ტერიტორიების დატბორვა.

ფოთისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიების დატბორვისაგან დაცვის მიზნით, როგორც შესავალში აღვნიშნეთ, ჯერ კიდევ გასულ საუკუნეში, 1959 წელს მდინარე რიონზე ქალაქიდან მე-7 კმ-ზე, აშენდა იმ დროისათვის უნიკალური ჰიდროტექნიკური ნაგებობა „წყალგამყოფი კვანძი“ (სურ. 1). მისი ძირითადი დანიშნულება იყო და დღესაც არის ფოთისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიების დატბორვისაგან დაცვა. აღნიშნული ნაგებობის სწორი ფუნქციონირების შემთხვევაში, თუ დაცული იქნება ინსტიტუტში დამუშავებული ექსპლუატაციის რეკომენდაციები [2] შესაძლებელია ისეთი სახით დარეგულირდეს მდ. რიონის ჰიდროლოგიური რეჟიმი ჩრდილოეთის შტოს (ძირითადი კალაპოტი) ე.წ. ნაბადას და სამხრეთის შტოს (ქალაქის არხი) საშუალებით, რომ თავიდან იქნეს აცილებული ქალაქ ფოთისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიების დატბორვა.



სურ. 1. წყალგამყოფი კვანძის საერთო ხედი

ზემოაღნიშნული ჰიდროტექნიკური ნაგებობის არსებული ექსპლუატაციის წესების სრული დაცვის შემთხვევაში შესაძლებელია აგრეთვე მყარი ნატანის (შეტივნარებული) ტრანსპორტირების ისეთი სახით დარეგულირება, რომ, ერთი მხრივ, გარკვეულწილად დაცული იქნეს ფოთის პორტი მოსილვისაგან, ხოლო მეორე მხრივ, სამხრეთის შტოს ზღვასთან შეერთების ადგილზე შეტანილ იქნეს მეტი რაოდენობის პლაჟწარმომქმნელი ნატანი, რაც დადებითად აისახება ზღვის სანაპირო ზოლის ფორმირებაზე. ერთმნიშვნელოვნად შეიძლება ითქვას, რომ თუ დამყარებული იქნება წონასწორობა (ბალანსი) ზღვაში ტრანსპორტირებულ და სანაპირო ზოლში აკუმულირებულ მყარ ნატანსა და ტალღური ზემოქმედების შედეგად სანაპიროს გარეცხვებს შორის, შენარჩუნდება ზღვის სანაპირო ზოლის მდგრადობა.

რაც შეეხება სანაპირო ზოლის დაცვას ნაპირსამაგრებით, რა თქმა უნდა, მისი გამოყენება აუცილებელია. აქედან გამომდინარე, მივდივართ დასკვნამდე, რომ ზღვის სანაპირო ზოლის დასაცავად საჭიროა კომპლექსური მიდგომა, თუმცა ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ ყველა სახის ჰიდროტექნიკური ნაგებობა დროთა განმავლობაში ბერდება და, ზოგ შემთხვევაში, მწყობრიდანაც გამოდის. ამიტომ საჭიროა დროულად განხორციელდეს მათი რეაბილიტაცია. სამწუხაროა, რომ შესაბამისი სამსახურები ვერ იყენებენ წყალგამყოფი კვანძის შესაძლებლობებს და ნაგებობის ფუნქციონირებას ვერ ახორციელებენ ტექნიკური რეკომენდაციების მიხედვით.

სამწუხაროა, რომ შესაბამისი სამსახურები ვერ იყენებენ წყალგამყოფი კვანძის შესაძლებლობებს და ნაგებობის ფუნქციონირებას არ ახორციელებენ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში დამუშავებული ექსპლუატაციის წესების მიხედვით. შესაძლებელია ამის მიზეზი იყოს წყალგამყოფი კვანძის ტექნიკური ხარვეზები, რაც ჩვენი აზრით აღმოსაფხვრელია.

უნდა აღინიშნოს, რომ ფოთისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიების ყველა ზემოაღნიშნული ეკოლოგიური პრობლემა და ამ პრობლემების მოგვარების შესაძლებლობები აუცილებელია განიხილებოდეს ერთ კომპლექსში და ერთმანეთთან კავშირში. გამომდინარე აღნიშნულიდან, პალიასტომის ტბის ჰიდროლოგიური რეჟიმის დარეგულირებაში უნდა იგულისხმებოდეს ის, რომ ტბაში ჩამდინარე წყლებმა არ გამოიწვიოს მასში წყლის დონეების ისეთი მომატება, რაც გამოიწვევდა ტბის მიმდებარე ტერიტორიების დატბორვას.

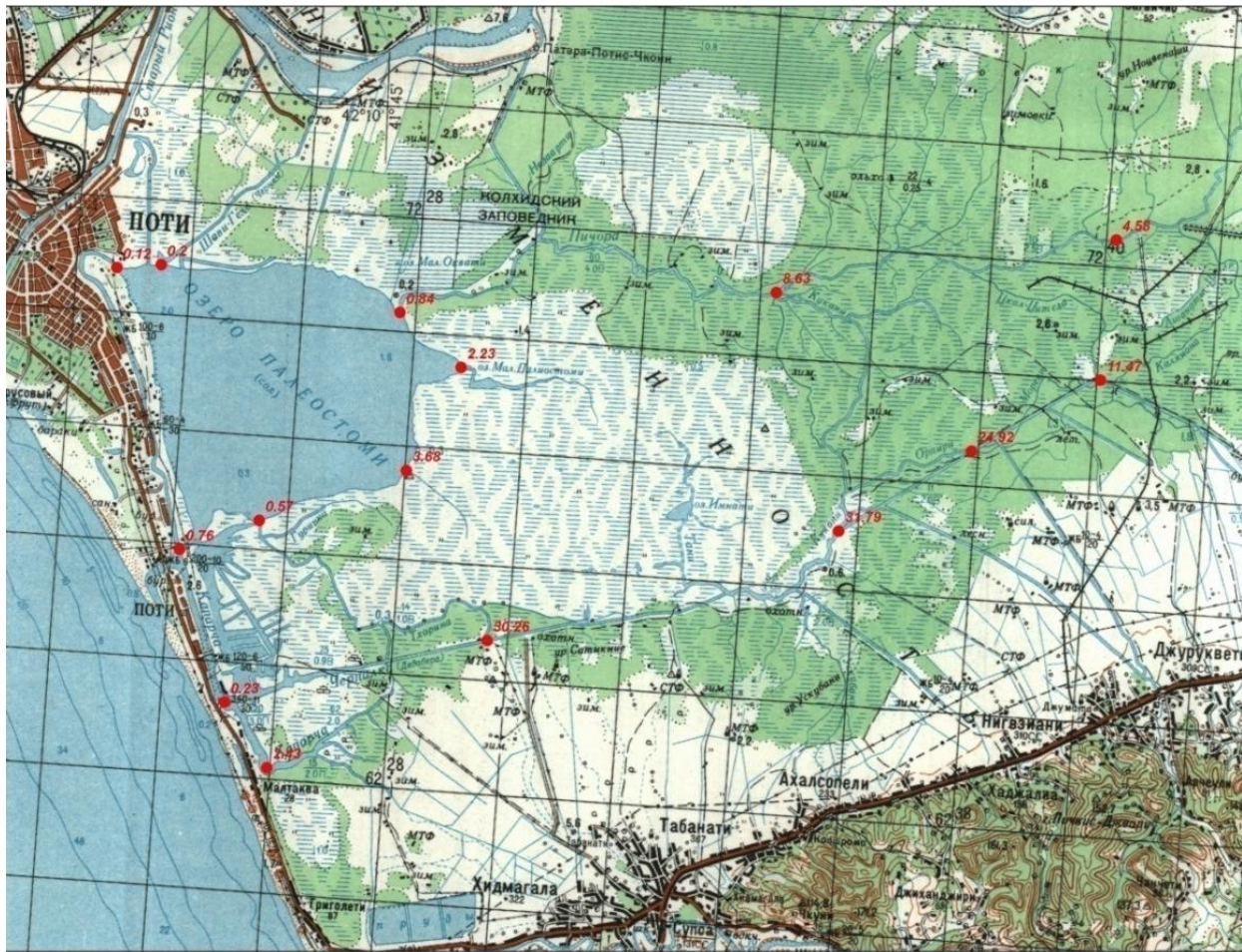
პალიასტომის ტბა მდებარეობს მდინარე რიონის დელტის სამხრეთით. მასში ჩაედინება მდინარე პიჩორა და 25 პატარა მდინარე. პალიასტომის ტბა 1924 წლამდე იყო მტკნარი. პალიასტომის ტბიდან ჭარბი წყალი ზღვისკენ გაედინებოდა მდინარე კაპარჭინათი, რომელიც ტბის დასავლეთი ნაწილის პარალელურად გაუყვებოდა და მე-11 კილომეტრზე უერთდებოდა შავ ზღვას. წყალდიდობებისა და ინტენსიური წვიმების დროს მდინარე კაპარჭინას კალაპოტი ვერ ატარებდა ჭარბ წყალს და ხდებოდა მიმდებარე ტერიტორიების დატბორვა. იმის მაგივრად, რომ მოეხდინათ მდინარე კაპარჭინას კალაპოტის გაწმენდა-გაფართოება, გამოიყენეს მარტივი საშუალება და პალიასტომი შემაერთებელი არხით დაუკავშირეს ზღვას. რამდენიმე წლის შემდეგ კი მოხდა შემაერთებელი არხის გარეცხვა და მის ადგილზე შეიქმნა 1,5 კმ სიგრძის, 140 მ სიგანისა და 3-4 მ სიღრმის უბე. ამ არხის საშუალებით ძლიერი შტორმების შედეგად ზღვა იჭრებოდა და დღესაც იჭრება პალიასტომის ტბაში, საბოლოოდ ტბა გაჯერდა ზღვის წყლით და გახდა მარილიანი, რომელიც 12-13 პრომილეს აღწევს. ყოველივე ამის შედეგად განადგურდა ტბის ძვირფასი ჯიშის თევზები და 2500 ცენტნერი პროდუქციის მაგივრად გასული საუკუნეების 70-იან წლებში ის შემცირდა 40-50 ცენტნერამდე.

დღევანდელი მდგომარეობით პალიასტომში წყლის სარკის ზედაპირის დონეების ნიშნულების მატების გამო (რუკა 1) მდ. კაპარჭინას, რომლის კალაპოტი საჭიროებს გაწმენდასა და ჩაღრმავებას, აღარ შეუძლია ზედმეტი წყლის გატარება ზღვაში და კვლავ არსებობს ტბის მიმდებარე ტერიტორიების დატბორვის საშიშროება.

იმისათვის, რომ აღდგეს პალიასტომის ტბის ადრინდელი ჰიდრო-ეკოლოგიური რეჟიმი და ტბიდან ჭარბი წყლის ზღვაში გადინება, პირველ რიგში საჭიროა მდინარე კაპარჭინა დაუბრუნდეს ძველ კალაპოტს, განხორციელდეს მისი კალაპოტის გაწმენდა, გაგანიერება და ისეთი სახით ჩაღრმავება (უნდა შეიქმნას დამაკმაყოფილებელი ჰიდრავლიკური ქანობი), რომ პალიასტომიდან ჭარბი წყალი გაედინოს ზღვაში ძველი კალაპოტით. პარალელურ რეჟიმში



საჭიროა ზღვისა და პალიასტომის ტბის შემაერთებელი არხის ჩაკეტვა როგორც ზღვის, ისე ტბის მხრიდან.



რუკა 1. წყლის დონეების ნიშნულები პალიასტომის ტბაში და მის მიმდებარედ

ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე მიგვაჩნია, რომ აღნიშნული ეკოლოგიური პრობლემები მოითხოვენ სასწრაფოდ გადაჭრას. პრობლემების გადაჭრის თანმიმდევრული რეკომენდაციები ნაშრომში წარმოდგენილია დასკვნის სახით.

### დასკვნა

- ქ. ფოთისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიების ეკოლოგიური უსაფრთხოების დასაცავად და, პირველ რიგში, მისი დატბორვისაგან დასაცავად, აუცილებელია მდინარე რიონზე, ქალაქიდან მე-7 კმ-ზე არსებული წყალგამყოფი კვანძის მაქსიმალურად გამოყენება, ამისათვის კი აუცილებელია ბოლომდე იქნეს მიყვანილი წყალგამყოფი კვანძის სარეაბილიტაციო სამუშაოები - ნაგებობის მდგომარეობის რეაბილიტაცია და სამხრეთის შტოს კალაპოტის გაწმენდა - 400-450 მ<sup>3</sup>/წმ წყლის ხარჯის გატარებით;

- წყალგამყოფი კვანძის ფუნქციონირება უნდა განხორციელდეს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში დამუშავებული ექსპლუატაციის წესების (2010 წ.) მკაცრი დაცვით;
- ზღვის სანაპირო ზოლის დაცვა ტალღური ზემოქმედებისაგან უნდა განხორციელდეს კომპლექსურად, რაც გულისხმობს ნაპირდამცავი ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მოწყობას პლიუს წყალგამყოფი კვანძის ისეთი სახით ექსპლუატაცია, რომ პორტის (ნაპირის) მიმართულებით შემცირდეს მყარი ნატანის შეტანა, ხოლო სამხრეთი შტოს (არხი) საშუალებით ზღვაში შეტანილი იქნას მეტი მყარი ნატანი, რაც მხოლოდ წყალგამყოფი კვანძის ექსპლუატაციის წესების დაცვითაა შესაძლებელი;
- პალიასტომის ტბის ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტა და მასში ძველი ჰიდროლოგიური რეჟიმის აღდგენისათვის საჭიროა, რომ ტბიდან წყლის გადინება ზღვაში განხორციელდეს მაქსიმალურად დაუბრკოლებლად, რათა არ მოხდეს პალიასტომის მიმდებარე ტერიტორიების დატბორვა. ამისათვის საჭიროა განხორციელდეს მდინარე კაპარჭინას გაწმენდა-გაფართოება და მისი დაბრუნება ძველ კალაპოტში. აუცილებელია პალიასტომის ტბის შავ ზღვასთან შემაერთებელი არხი გადაიკეტოს ორივე მხრიდან. ყოველივე ზემოაღნიშნული საშუალებას მოგვცემს პალიასტომის ტბას დავუბრუნოთ ძველი ჰიდროლოგიური რეჟიმი, თავიდან ავიცილოთ მიმდებარე ტერიტორიების დატბორვა და დროთა განმავლობაში ის ისევ გადავაქციოთ მტკნარ ტბად.

ცხრილი

ქ. ფოთიდან მე-7 კმ-ზე მდინარე რიონზე არსებული წყალგამყოფი კვანძის დროებითი ექსპლუატაციის სქემა

№	მდინარეში წყლის ხარჯი, მ³/წმ		წყლის ხარჯი, მ³/წმ	წყლის დონის შესაბამისი ნიშნულები		კაშხალი			რეგულატორი	
	წყლის ხარჯი	რეგულატორში		კაშხლის ზედა ბიუფში, ლარტყა #1	რეგულატორი ქვედა ბიუფში, ლარტყა #2	წყლის გაშვების სახე	გაბნეილი მალეობის რაოდენობა	მთლიანად რაკეტული მალეობის რაოდენობა	მთლიანად მალეობის რაოდენობა	მთლიანად გაბნეილი მალეობის რაოდენობა
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	<300	30	100-200	1.34	1.29	მალები	1 (4)	2 (1,20)	18	
2	300	70	250	1.34	1.29	რაკეტულია	1 (5)	2 (1,20)	18	
3	400	100	300	1.34	1.29	"-----"	2 (5,6)	2 (1,20)	18	
4	500	200	300	1.34	1.29	ფარეკელ გამოშვება	4 (4,5,6,7)	2 (1,20)	18	
5	600	300	300	1.34	1.29	"-----"	6(3,4,5,6,7,8)	2 (1,20)	18	
6	800	500	300	1.34	1.29	"-----"	9(1,2,3,4,5,6,7,8,9)	2 (1,20)	18	
7	1000	700	300	1.34	1.29	"-----"	10(1,2,3,4,5,6,7,8,9,10)	2 (1,20)	18	
8	1100	800	300	1.34	1.29	მალები	10	2 (1,20)	18	
9	1500	1200	300	1.74	1.29	გაბნეილია მთლიანად				
10	2000	1700	300	2.04	1.29	"-----"	10	8(1,2,5,9,13,17,19,20)	12 (3,4,6,7,8,10,11,12,14,15,16,18)	
11	2500	2200	300	2.24	1.29	"-----"	10	11(1,2,4,6,8,10,12,14,16,18,20)	9(3,5,7,9,11,13,14,17,19)	
12	3000	2700	300	2.74	1.29	"-----"	10	12(1,2,5,7,9,10,11,13,15,17,19,20)	8(3,4,6,8,12,14,16,18)	

შენიშვნები: 1. ნიშნულები ადებელია ბალტიის ზღვის სისტემაში (1947 წ.). 2. მდინარეში 3000 მ³/წმ-ში მეტი ხარჯის შემთხვევაში უნდა შენარუნდეს მე-12 პოზიცია, ხოლო ქალაქის არხში შესაძლებელია გატარდეს ფორსირებული 400-450 მ³/წმ-ში წყლის ხარჯი შეზღუდული დროის (4-5 სთ) განმავლობაში - ზღვის მტორმული მთვლენის აუცილებელი გათვალისწინებით

## ლიტერატურა

1. რ. დიაკონიძე, პ. სიჭინავა, გ. ჩახაია, ლ. წულუკიძე - ქ. ფოთთან მდ. რიონზე არსებული წყალგამყოფი კვანძის თანამედროვე ტექნიკური მდგომარეობის შეფასება. ჟურნ. მეცნიერება და ტექნოლოგიები. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის სამეცნიერო-რეფერირებული ჟურნალი #7-9, 2010. გვ. 49-55.
2. რ. დიაკონიძე, პ. სიჭინავა, გ. ჩახაია, ლ. წულუკიძე - ქ. ფოთიდან მე - 7 კილომეტრზე მდ. რიონზე არსებული წყალგამყოფი კვანძის ექსპლუატაციის დროებითი რეკომენდაციები. მეცნიერება და ტექნოლოგიები. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის სამეცნიერო-რეფერირებული ჟურნალი #10-12, 2010. გვ. 71 - 76.
3. <https://ka.wikipedia.org/wiki/პალიასტომი>.



## **ASSESSMENT OF CONTEMPORARY HYDROLOGICAL CONDITION OF MINGACHEVIR RESERVOIR**

**Imanov F., Ismayilov R.**

"Azersu" Open Joint Stock Company "Sukanal"

Scientific-Research and Design Institute

Moscow av. 73, AZ1012, Baku, Azerbaijan

*E-mail: farda\_imanov@mail.ru; rashail.ismayilov@gmail.com*

### **INTRODUCTION**

In modern conditions, the problem of water resources is one of the main factors affecting the stable development of countries. In spite of the sufficient amount of water resources on Earth, these resources are distributed unequally on territories. The shortage of water sources has become a serious problem in immense areas.

Reservoirs are important water sources in many countries around the world as well as in Azerbaijan. The water is stored in the reservoir is used for irrigation, hydr-power or as a water source for domestic or industry use in Azerbaijan. A reservoir is fed by precipitation, rainwater runoff or from a constant flow of a rivers. An important aspect of water resources development projects is planning and operation of reservoirs which are the most important component of a water resources.

The Mingachevir reservoir is a large reservoir in northwestern Azerbaijan. It is the largest reservoir in the Caucasus. The overall water volume at normal filling level of water reservoir (at the absolute altitude of 85 m) is 15.73 km<sup>3</sup>, while its useful volume is 8.21 km<sup>3</sup>. The length of the water reservoir along the river is 70 km, and its width ranges between 3 km (at the dam) to 18 km. Maximum depth of the reservoir is 75 meter, average depth is 26 meter, the length of the coast line is 247 km, and the volume of water area is 605 km<sup>2</sup>. The length of Mingachevir water reservoir dam from the upside is 1550 m, width - 16 m, the altitude is 80 m. The largest hydroelectric power station of Azerbaijan is located on the reservoir.

### **MAIN PART**

Mingachevir water reservoir was put into operation over the middle flow of Kura River in 1953 (Fig.1).



**Figure 1. Map of Mingachevir reservoir**

## ASSESSMENT OF CONTEMPORARY HYDROLOGICAL CONDITION OF MINGACHEVIR RESERVOIR

Average annual air temperature in the area where Mingachevir water reservoir is located, ranges between 11.8-13.4° C. The coldest month of the year is January. In this month, the average monthly air temperature is 0.3-0.08° C. During the hottest months (July-August), the average monthly temperature is 23-24° C and even more. The absolute maximum air temperature reaches 41-44° C, and the minimum temperature is up to -20-30° C (Khalilov, 2003).

The amount of atmospheric precipitation varies between 240 and 400 mm. Rainfall is distributed unevenly throughout the year, with the majority (67%) falling in the warm, while some (33%) fall during the cold season. The precipitation predominantly falls in the form of rain. No stable snow cover is observed in the region during the winter months. The duration of snow cover is 10-15 days (during January-February months) in separate years (Mammadov, 2012; Khalilov, 2003).

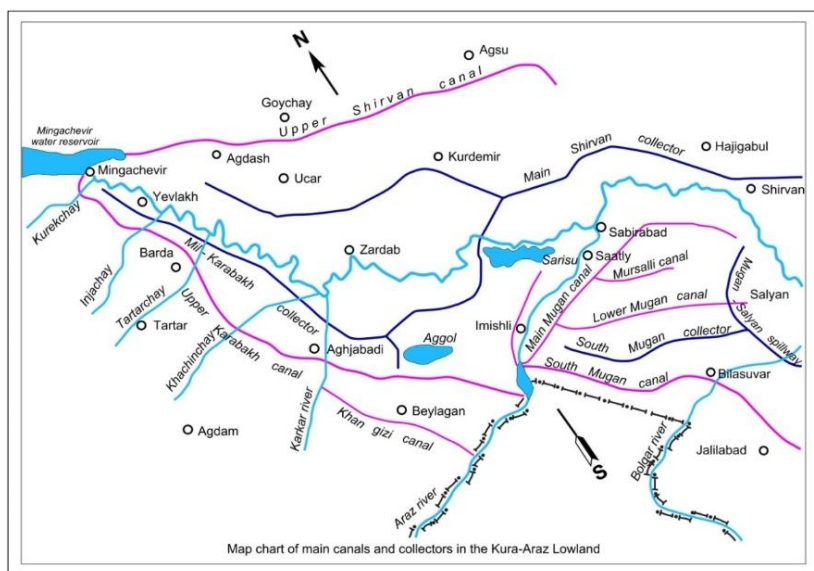
The climatic conditions and geological-lithological structure of Mingachevir reservoir area are not favorable for groundwater formation. Groundwater was not found in the wells drilled to monitor the hydrodynamic parameters of groundwater in the area and with the depth of 30 to 50 m. Groundwater were only found in the depth of 35 to 40 meter along the coastline of water reservoir.

Two main channels were constructed from Mingachevir reservoir:

1. Upper Karabakh channel (172 km, with capacity of  $113 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ );
2. Upper Shirvan channel (123 km, with capacity of  $78 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ).

Through those 2 channels, 212 thousand ha land area that is located downside Mingachevir water reservoir is irrigated. Furthermore, additional land areas are irrigated in Mughan and Mil plains in summer months by providing  $25 \text{ m}^3/\text{s}$  to Aras River (Bahramtapa hydro-function) through Upper Karabakh canal (Ahmadzade and Hashimov, 2006).

Canals and collectors in the downstream part of Kura-Aras plain from Mingachevir water reservoir are presented in Figure 2.



**Figure 2. Map chart of main canals and collectors in the Kura-Araz Lowland**

The range of changing at water level in water reservoir is 0,003-6,43 m. This range is characterized by the greatest values during spring floods (April-June months). The range constitutes 0,003-2,00 m within the remaining months of the year (Mammadov, 2012; Khalilov, 2003).

Increase of water level in the reservoir is usually observed for 5 months (March-July). The highest level occurs in July. Increase in water level in spring and summer is associated with increased flow of the Kura, Gabirry and Ganikh rivers and precipitation on the surface of the reservoir. Starting from August, the water level drops. During the period of January-March, the level is slightly different. Decrease of water level

in autumn and winter seasons is connected with withdrawal of irrigation from the reservoir for the irrigation purposes on the one hand and for electricity production on the other.

According to the data from monitoring conducted over the Mingachevir reservoir level (1977-2018), the water level in the reservoir for average perennial period has been decreasing over the years (Figure 3).

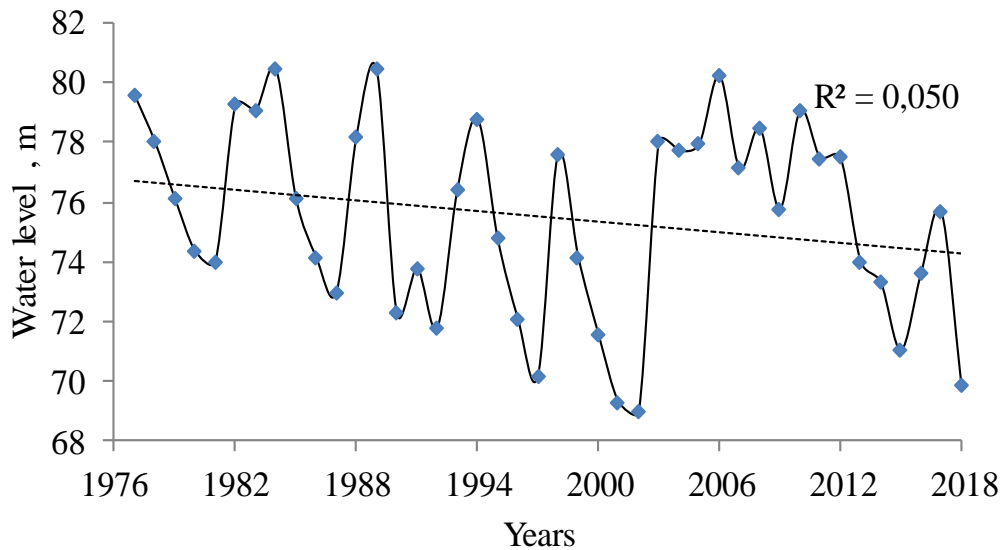


Figure 3. Long-term changes of water level in Mingachevir reservoir

The average perennial water level in 1977-2018 was 75,75 m. During those years, the highest maximum level was 80,45 m in 1984; and the minimum level was observed as 68,95 m in 2002. The chart of relations between the water level and its volume in Mingachevir water reservoir is provided in Figure 4.

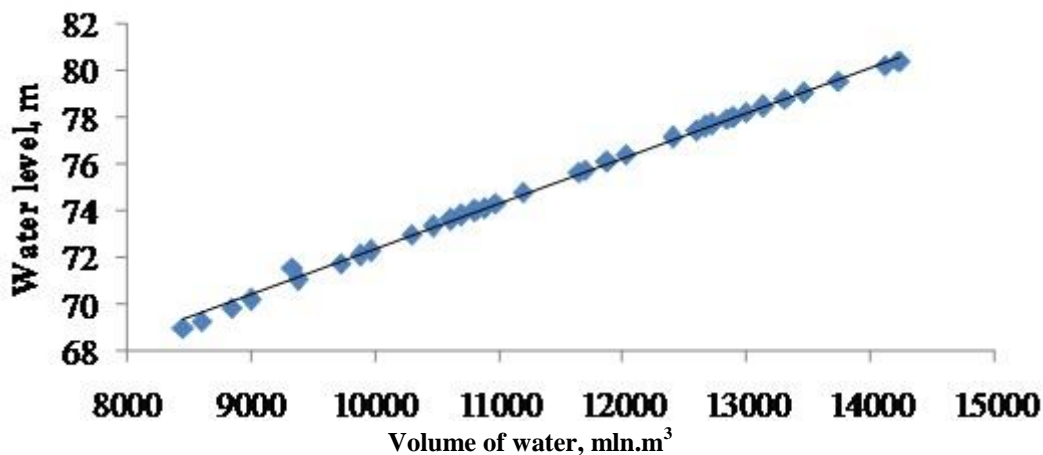


Figure 4. Relationship between water level and volume in Mingachevir reservoir (1977-2018)

Mingachevir water reservoir is also used for fishery, water supply and recreation purposes. A hydro power plant consisting of 6 hydro facilities with total capacity of 371 thousand Kw was constructed over the dam of reservoir. Once the reservoir was commissioned, it was only filled up to full volume in 1959, 1963, 1968, 1973, 1975, 1976, 1978, 1988 and 2010.

Kura River flow in Mingachevir water reservoir is regulated during perennial period.

In order to develop the water balance of Mingachevir water reservoir, data from hydrological and meteorological observation points of National Hydro-meteorology Department under the Ministry of Ecology and Natural Resources has been used.

**ASSESSMENT OF CONTEMPORARY HYDROLOGICAL CONDITION  
OF MINGACHEVIR RESERVOIR**

For certain period of time, the formula of water balance of water reservoir may be expressed as follows:

$$P+RI-RO - EP = \pm \Delta W \quad (1)$$

Where, *P*– atmospheric precipitation falling on the surface of water reservoir; *RI* –river flow into water reservoir; *RO*–river flow out of the reservoir; *EP*–evaporation out of the surface of reservoir;  $\pm \Delta W$ - change in water volume.

More than 90% of incoming part of water balance of Mingachevir reservoir consists of river water, while up to 90% of outgoing part belongs to water discharged to below Mingachevir dam.

The balances of the reservoir for periods (1953-1966 and 1977-2018) are given in Table 1 and Table 2.

**Table 1**

**Water balance of Mingachevir reservoir for different periods  
1953-1966, km<sup>3</sup> (Tarverdiev, 1974)**

Observation period	Inflow		Outflow		$\pm \Delta W$
	flow	Precipitation	Flow	Evaporation	
1953-1966	12,08	0,10	11,23	0,36	+0,59

**Table 2**

**Water balance of Mingachevir reservoir for different periods  
1977-2018, km<sup>3</sup>**

Observation period	Inflow		Outflow		$\pm \Delta W$
	Flow	Precipitation	Flow	Evaporation	
1977-2018	11,55	0,22	11,08	0,58	+0, 11

Based on the data for the years 1977-2018, the years of observation for minimum, maximum and average water level in the reservoir were determined and the water balance was calculated for these years (Table 3). The evaporation and precipitation data were taken from existing stock and archive materials.

**Table 3**

**Water balance of Mingachevir reservoir for different years, km<sup>3</sup>**

Characteristic of years	Year of observation	Water level, m	Volume	Inflow		Outflow		$\pm \Delta W$
				Flow	Precipitation	Flow	Evaporation	
Maximum	1984	80,45	14,24	8,19	0,20	15,55	0,58	-7,74
Minimum	2002	68,95	8,463	12,9	0,18	8,17	0,58	+4,33
Medium	2009	75,75	11,70	12,57	0,26	10,42	0,58	+1,83

Usually, due to the floods in the rivers flowing to water reservoir in spring and summer seasons, water transparency is decreased in the reservoir. However, during winter time, transparency increases and reaches the maximum level.

Coasts and the bottom relief of Mingachevir reservoir are exposed to more intensive changes. Those processes start upon filling of pit of the reservoir with water. As a result of fluctuations, the coasts start to collapse, erosion of the reservoir ravines intensifies and abrasive materials are sorted and accumulated along the coastal area. The water level disturbance determines the soaking of abrasive coast, the width of flooded coastline and the area of vertical impact from the waves in coastal zone (Tarverdiev, 1974).

As there were no studies carried out over the sediments balance of Mingachevir reservoir for recent years, the assessment has been conducted based on materials of previous years. Before the construction of Mingachevir reservoir, the amount of suspended particles (deposits) in Mingachevir hydrological Point of Kura River was 889 kg/s or 28 mln. on/year (Table 4).

**Table 4**

**Average monthly and average annual water discharge ( $Q$ ,  $m^3 / s$ ), discharges of suspended sediments ( $R$ ,  $kg / s$ ) and turbidity ( $\rho$ ,  $q / m^3$ ) for Kura Mingachevir monitoring station, (1936-1952)**

Hydrological elements	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Average annual
Q	217	323	318	748	1048	771	376	224	241	314	313	239	420
$\rho$	415	410	849	2727	3531	2853	1862	1473	1494	1720	767	418	2117
R	90	95	270	2040	3700	2200	700	330	360	540	240	100	889
%	0,8	0,9	2,5	19,1	34,7	20,6	6,6	3,1	3,4	5,1	2,3	0,9	100

The amount of bottom deposits has been accepted as the ratio of 10% of suspended deposits flow and thus, prior to the construction of Mingachevir reservoir, abstraction of total deposits in Kura, Ganikh and Gabirry rivers was 978 kg/s (30,8 mln. ton) (Tarverdiev, 1974).

In first years after the reservoirs were filled up, the volume of total deposits in Kura, Ganikh (Alazani) and Gabirry (Iori) rivers was 7,6 mln.ton.

In 1982, Shamkir water reservoir with total capacity of 2,68km<sup>3</sup> was constructed 18 km upside from Mingachevir reservoir. The average annual abstraction of suspended deposits in the part of Kura River falling to Shamkir water reservoir area (the point of Khuluf) were 462 kg/s (14,6 mln.ton) for years 1950-1981 (Khalilov, 2003).

General information regarding the balance of deposits entered into Mingachevir reservoir after the commissioning of Shamkir reservoir (after 1982) and siltation of reservoir is provided in Table 5.

**Table 5**

**Sedimentation balance of the Mingachevir reservoir  
(After 1982)**

Total volume of sediments, mln.ton	River sediments			Coastal erosion	Washing slopes	Sedimentation period, year	
	Suspended sediments, mln.ton	Sediments rolled to the bottom, mln.ton	Total, mln.ton	Volume, mln.ton	Volume, mln.ton	50%-i	Whole
10,66	7,9	0,8	8,7	1,62	0,343	350	600

After the construction of Shamkir reservoir (1982), the deposits flow of Kura River is settled and transparent water is entered to Mingachevir reservoir. The amount of Kura River deposits flow between those two reservoirs (a distance of 18 km) depends on the erosion on the river-bed. However, one more reservoirs – Yenikand reservoir was constructed in 2000. Currently, the process of flushing of the river-bed in the area from the Yenikand reservoir to the Mingachevir reservoir happens only in 4 km distance.

Commissioning of the Mingachevir reservoir (1953) has led to considerable water transparency in the river mouth. Thus, during the first decade of commissioning of the Mingachevir reservoir (1953-1963), the average annual abstraction of suspended particles in the Salyan Point of Kura River was reduced by 50% and consisted of 670 kg/s.

### CONCLUSION

A large number of reservoirs have been built in the Kura River basin, the operation of which inevitably impacts on natural runoff. It is important to quantify the impacts of a cascade reservoir group operation on the hydrological regime in the downstream Kura River. Dams have important impact on hydrological regime of Kura river, primarily through changes in magnitude, timing and frequency of flow. According to the data from monitoring conducted over the Mingachevir reservoir level, the water level in the reservoir has been decreasing. Main part of income of water and sedimentation balance of Mingachevir reservoir consists of rivers water and sediments.

### REFERENCES

1. Ahmadzadeh A.J., Hashimov A.J. Cadaster of amelioration and water economy systems. Baku, 2006, 272 p.
2. KhalilovSh.B. Azerbaijan reservoirs and their environmental problems. Baku, 2003, 310 p.
3. Mammadov M.A. Hydrography of Azerbaijan. Baku, 2012, 253 p.
4. Tarverdiev R.B. Sedimentation of the Mingachevir reservoir. Baku, 1974, 155 p.

## მთის წყალსაცავებისა და მათი კასკადების ენერგორესურსების გამოყენების ეფექტურობა

ი. იორდანიშვილი, კ. იორდანიშვილი, ე. ხოსროშვილი,  
გ. ნატროშვილი, დ. ფოცხვერია, ლ. ბილანიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი

ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60<sup>ბ</sup>, 0179, ქ. თბილისი, საქართველო

*E-mail:* irinajord48@mail.ru

### შესავალი

ქვეყნების ეკონომიკის განვითარებამ განაპირობა წყლის მოხმარების ზრდა. ამავე დროს, წყალსაცავები - წყლის რესურსების მართვის ყველაზე ეფექტური მეთოდია. წყლის რესურსების გამოყენების გადაწყვეტილების მიღებისას აუცილებელია მხედველობაში მივიღოთ იმ ტერიტორიის რეგიონალური მახასიათებლების სპეციფიკა. ამ პრობლემის აქტუალობა მთისწინეთისა და მთის ზონების პირობებში განისაზღვრება შემდეგი მიზეზებით:

- ვაკის ტერიტორიებზე წყლის საშუალო წლიური ჩამონადენი აუზის 1,0 კმ<sup>2</sup>-დან არ აღემატება 200-300 ათ მ<sup>3</sup>-ს, მაღალმთიან რეგიონებში - 350-500 ათ მ<sup>3</sup>-ს; ვაკის წყალსაცავების ამ მაჩვენებლების უზრუნველსაყოფად - 1,0 მ დაწნევაზე საჭიროა მიწის რესურსების დანაკარგები 142,0 კმ<sup>2</sup>-მდე, ხოლო წყლის აკუმულაციის 1,0 მ<sup>3</sup> - მიწის რესურსების 138,0 კმ<sup>2</sup>-მდე.
- მაღალმთიანი წყალსაცავების გამოყენებისას 1,0 მ-ის დაწნევის უზრუნველსაყოფად საჭიროა მიწის რესურსების დანაკარგები 0.16 კმ<sup>2</sup> -მდე, ხოლო წყლის აკუმულაციის 1,0 კმ<sup>3</sup>-ის უზრუნველსაყოფად - 35,0 კმ<sup>2</sup>-მდე.

### ძირითადი ნაწილი

საქართველოს მთისა და მთისწინეთის რეგიონების წყლის რესურსების ეფექტური გამოყენება დამოკიდებულია ორ მთავარ ფაქტორზე - მდინარის ქსელის ხშირ განშტოებასა და რელიეფის ჰიპსომეტრული სიმაღლეების განსხვავებაზე. ეს ფაქტორები განსაზღვრავენ: ელექტროენერჯის წარმოების ზრდას, ტერიტორიების გაწყლოვანებას სარწყავი არხებით, ტურიზმისა და რეკრეაციის განვითარებას. საქართველოში მთის წყალსაცავების აგება განპირობებულია მდინარის კალაპოტის მნიშვნელოვანი დახრილობით, წყალსაცავების დიდი სიღრმით, ფერდობების შემადგენელი ქანების მაღალი სიმტკიცითა და წყალგაუმტარობით, დატბორვის მცირე მაჩვენებლებით და, როგორც წესი, გარემოზე მცირე უარყოფითი გავლენით.

საქართველოს მდინარეების ფონდი წყლის მოხმარების მთავარი წყაროა. საქართველოში 26 060 მდინარეა, რომელთა ძირითადი მაჩვენებლები მოცემულია ცხრილში 1, 2 [Иорданишвили И. К. და სხვ., 2018].



ცხრილი 1

საქართველოს მდინარეთა ძირითადი მაჩვენებლები

ტერიტ. ფართობი, ათ კმ <sup>2</sup>	მდინარეთა რაოდენობა (მრიცხველი), სიგრძე (მნიშვნელი), კმ					მდინარეთა ქსელის სიხშირე, კმ/კმ <sup>2</sup>
	ძალიან პატარა, $L \leq 25$ კმ	პატარა, $L \geq 26 \div 100$ კმ	საშუალო, $L = 100 \div 500$ კმ	მსხვილი, $L > 500$ კმ	სულ	
<b>აღმოსავლეთ საქართველო</b>						
37 214	$\frac{8869}{19544}$	$\frac{77}{3020}$	$\frac{4}{971}$	$\frac{1}{513}$	$\frac{7951}{23925}$	1,14
<b>დასავლეთ საქართველო</b>						
32 434	$\frac{18036}{30946}$	$\frac{64}{2723}$	$\frac{9}{1373}$	—	$\frac{18109}{35042}$	1,07
<b>სულ</b>					<b><math>\frac{26060}{58967}</math></b>	

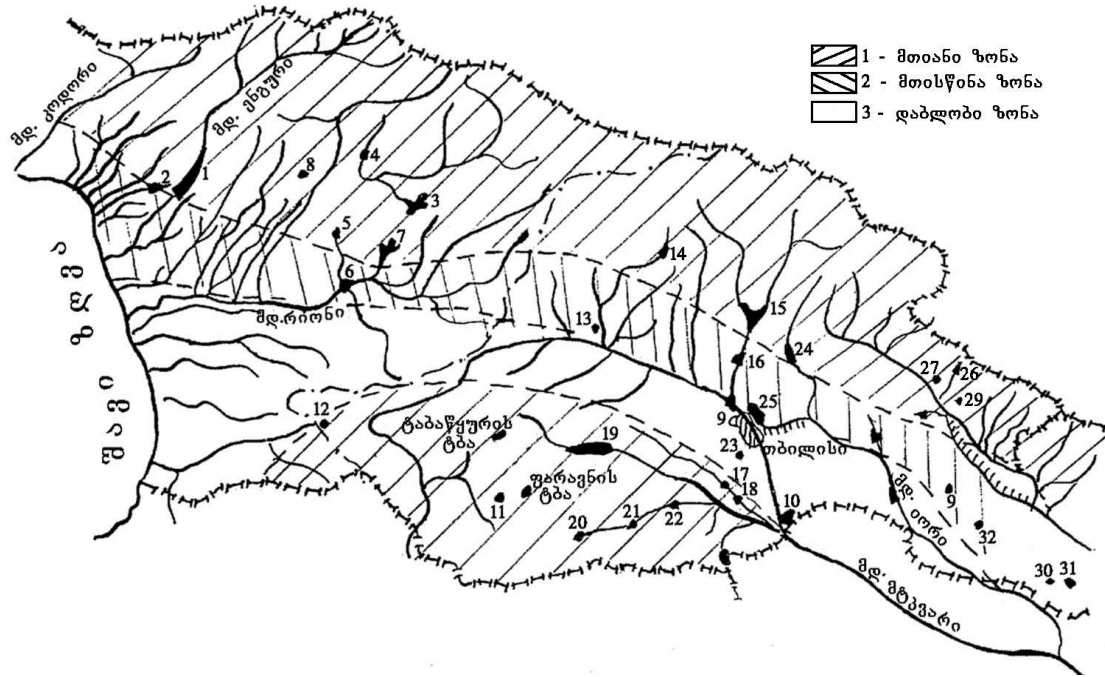
ცხრილი 2

წყლის მარაგი საქართველოს მდინარეებში

რეგიონი	რეგიონის ფართობი, ათ. კმ <sup>2</sup>	წყალშემკრების ფართობი, კმ <sup>2</sup>	ყოველწლიური საშუალო ადგილობრივი ჩამონადენი, კმ <sup>3</sup>	ყოველწლიური საშუალო ჩამონადენი მეზობელი ტერიტორიებიდან, კმ <sup>3</sup>	ყოველწლიური საშუალო საერთო ჩამონადენი, კმ <sup>3</sup>	%
აღმოსავლეთ საქართველო	37,28	46,66	12,64	2,07	14,70	22,3
დასავლეთ საქართველო	32,42	52,60	43,60	7,44	51,13	77,7
<b>სულ</b>					<b>65,84</b>	<b>100</b>

საქართველოს ტერიტორიაზე სულ 51 წყალსაცავია, რომელთაგან ფუნქციონირებს 36. ძირითადი წყალსაცავების განლაგება მოყვანილია ნახ. 1-ზე.





ნახ. 1. საქართველოს წყალსაცავების ადგილმდებარეობის სქემა (სრული მოცულობით > 1 მლნ მ<sup>3</sup>)

სხვადასხვა ტიპის წყალსაცავების რაოდენობრივი საშუალო მაჩვენებლები მოცემულია ცხრილში 3 [Варазашвили Н.Г., Гобечия Г. Н., 1996].

ცხრილი 3

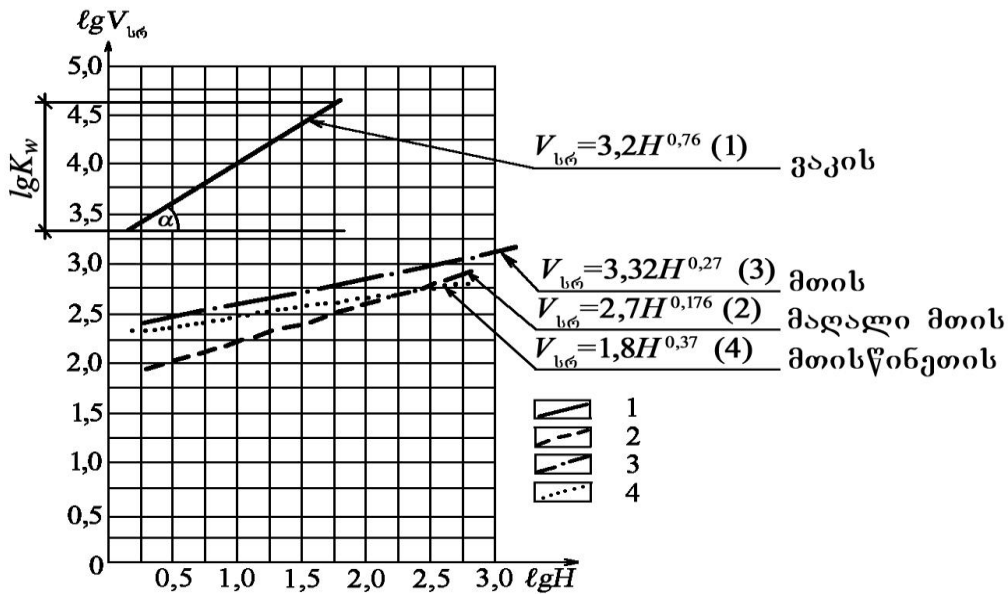
წყალსაცავების ძირითადი მაჩვენებლები

№	ძირითადი მაჩვენებლები	აღნიშვნა	განზ.ერთ.	რაოდენობრივი მაჩვენებლები		
				ვაკის წყალსაცავები	მთისწინეთის წყალსაცავები	მთის წყალსაცავები
1	რელიეფის მაჩვენებელი	“a”		1.0 ÷ 0.6	0.6 ÷ 0.29	0.29 ÷ 0.1
2	მორფომეტრიული მაჩვენებელი	H/F		$9 \cdot 10^{-9} \div 2 \cdot 10^{-7}$	$9 \cdot 10^{-7} \div 2 \cdot 10^{-5}$	$9 \cdot 10^{-4} \div 2 \cdot 10^{-3}$
3	წყლის დონის მერყეობის ამპლიტუდა	A	მ	> 6	6 ÷ 20	> 20
4	მოცულობის გამოყენება	V <sub>სრ</sub> /V		0.4 ÷ 0.6	0.5 ÷ 07	0 ÷ 0.95
5	მოცულობის ნამატი დაწნევაზე	V <sub>სრ</sub> /H	მლნ მ <sup>3</sup> /მ	500 ÷ 2000	50 ÷ 500	1.0 50.0
6	მოცულობისა და სარკის ფართობის თანაფარდობა	V <sub>სრ</sub> /F	მლნ მ <sup>3</sup> /კმ <sup>2</sup>	5 ÷ 15	20 ÷ 50	50 ÷ 120
7	დატბორვის ფართობის და სასარგებლო მოცულობის თანაფარდობა	S <sub>დატ</sub> /V <sub>სრ</sub>	კმ <sup>2</sup> /მლნ მ <sup>3</sup>	120 ÷ 150	50 ÷ 110	25 ÷ 46
8	დატბორვის ფართობი 1.0 მ დაწნევაზე	S <sub>დატ</sub> /H	კმ <sup>2</sup> /მ	65 ÷ 250	3 ÷ 50	0.08 ÷ 0.25
9	დატბორილი ფართობის და სარწყავი ფართობების ნამატის თანაფარდობა	S <sub>დატ</sub> /S <sub>სარწყ</sub>		0.024	0.025 ÷ 0.1	0.46 ÷ 0.90

ი. იორდანიშვილი, კ. იორდანიშვილი, ე. ხოსროშვილი,  
გ. ნატროშვილი, დ. ფოცხვერია, ლ. ბილანიშვილი

10	ელექტროენერჯის გამო- მუშავება წყლის მოცულო- ბის ერთეულზე	$W/V_{სრ}$	კვტსთ/მ <sup>3</sup>	0.115 ÷ 0.65	0.60 ÷ 0.80	0.80 ÷ 2.90
11	ელექტროენერჯის გამო- მუშავება დატბორილი ფართობის ერთეულზე	$W/S_{დატ.}$	მლრდ კვტსთ/კმ <sup>2</sup>	0.50 ÷ 0.65	0.65 ÷ 0.80	0.80 ÷ 1.80
12	წყალმარჩხი ფართობის პროცენტი წყლის სარკის საერთო ფართობიდან ნმდ-ზე	$F_{წყალმ}$	%%	15 ÷ 20	6 ÷ 10	4 ÷ 6

სხვადასხვა ტიპის წყალსაცავისათვის მთიანობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა (a) მე-3 ცხრილში გამოითვლება ფორმულით  $V_{სრ} = Kw \cdot H^a$ , სადაც  $V_{სრ}$  არის წყალსაცავის სრული მოცულობის მნიშვნელობა,  $Kw$  - წყალსაცავის მოცულობის კოეფიციენტი (მთის წყალსაცავებისთვის  $Kw=1,8 \div 2,7$ ),  $H$  - წყალსაცავის სიღრმე (ნახ. 2).



ნახ. 2. წყალსაცავების სრული მოცულობის ( $V_{სრ}$ ), სიღრმის ( $H$ ), მთიანობის კოეფიციენტის ( $a$ ) და მოცულობის კოეფიციენტის ( $Kw$ ) დამოკიდებულება.

1 - ვაკის წყალსაცავების მოცულობის მრუდი ( $a=0,76$ ;  $Kw=3,2$ ); 2 - იგივე მთისწინეთის წყალსაცავების ( $a=1,8$ ;  $Kw=0,37$ ); 3 - იგივე მთის წყალსაცავების ( $a=0,27$ ;  $Kw=2,32$ ); 4 - იგივე მაღალმთიანი წყალსაცავების ( $a=0,176$ ;  $Kw=2,7$ ); ხაზების -  $a = \log V_{სრ} / \log H = \text{tg} \alpha$  - დახრილობის კუთხის ტანგენსია,  $\log Kw$  - ღერძზე ( $\log V_{სრ}$ ) მონაკვეთი

საქართველოში მელიორაციის განვითარების დასაწყისი თარიღდება ჩვენს წელთაღრიცხვამდე III საუკუნით. იმის გამო, რომ მდინარეების ჩამონადენი პრაქტიკულად აკმაყოფილებდა მცირე მეურნეობების საჭიროებებს, წყალსაცავები საქართველოში არ შენდებოდა. სოფლის მეურნეობის შემდგომმა განვითარებამ (XIX საუკუნიდან) მოითხოვა მორწყვისთვის მაღალი ნიშნულების უზრუნველყოფა და, შესაბამისად, ბუნებრივი ჩამონადენის ხელოვნური რეგულირება. პირველი წყალსაცავი საქართველოში (ჯანდარის) აგებულია 1862 წელს. წყალსაცავების მშენებლობის თანამედროვე ეტაპი დაიწყო მეორე მსოფლიო ომის დასრულების შემდეგ. გასული საუკუნის 90-იანი წლებისთვის, საქართველოს წყალსაცავებში წყლის საერთო

მოცულობაა 3,482 კმ<sup>3</sup> და მეოთხე ადგილს იკავებს საქართველოს წყლის მარაგის ყველა კომპონენტს შორის (ცხრ. 4).

ცხრილი 4

საქართველოს წყლის მარაგის კომპონენტები

№	წყლის მარაგის მარკენებლები	წყლის მოცულობა, კმ <sup>3</sup>			
		აღმოსავლეთ საქართველო	დასავლეთ საქართველო	სულ	სულ %
1	მდინარეები	14.7	51.13	65.84	61.83
2	მყინვარები	5.08	18.74	23.82	22.37
3	მიწისქვეშა წყლები	6.4	4.2	10.6	9.96
4	წყალსაცავები	1.9929	1.4891	3.482	3.23
5	ჭაობები	-	1.86	1.86	1.75
6	ტბები	0.422	0.30	0.72	0.69
7	მინერალური წყლები	0.001	0.01	0.101	0.09
8	თერმული წყლები	0.04	0.02	0.06	0.06
	სულ	28.64	77.84	106.48	100

მთის მდინარეებზე მცირე და საშუალო ჰიდროელექტროსადგურების აგება ყველაზე ეფექტური მეთოდია, რომელიც ხელს უწყობს ქვეყნების ეკონომიკურ განვითარებას. საქართველოში 320-მდე მდინარეა, რომელთაც აქვთ მნიშვნელოვანი სხვაობა სათავის და შესართავის ნიშნულებს შორის და მათი გამოყენება შესაძლებელია ჰიდროენერგეტიკის მიზნით.

საქართველოს მდინარეების ჰიდროპოტენციური (შესაძლო) სიმძლავრე 25.0 მლნ კვტ-ს შეადგენს, რაც შეესაბამება პოტენციურ ჰიდროელექტრო-გამომუშავებას 220,0 მლრდ კვტსთ წელიწადში. 2020 წლისათვის საქართველო წელიწადში მხოლოდ 9.691 მლრდ კვტსთ ჰიდროელექტროენერჯიას აწარმოებს და იგი ჰიდროენერგეტიკის პოტენციური ჰიდროელექტროენერჯის გამომუშავების მხოლოდ 4,5%-ს შეადგენს, ცხრ. 5.

ცხრილი 5

საქართველოში ელექტროენერჯის ფაქტიური გამომუშავების მონაცემები (2020 წლის)

ელექტროენერჯის ჯამური გამოყენება, მლრდ კვტსთ წელიწადში	ადგილობრივი გამომუშავებული ჰიდროელექტრო ენერჯია, მლრდ კვტსთ წელიწადში	ელექტროენერჯის იმპორტი, მლრდ კვტსთ წელიწადში	ადგილობრივი ალტერნატიული ელექტროენერჯია, მლრდ კვტსთ წელიწადში
13,191	9.691	2,0	1.5

საქართველოში ქარისმიერი პოტენციური (შესაძლო) ენერჯის მნიშვნელობა შეფასებულია 130,0 მლრდ კვტ სთ/წელიწადში [Сванидзе Г.Г., Гагуа В. П., Сухишвили Э. В. 1987]. საქართველოს ტერიტორიაზე ამჟამად 6 ქარის ელექტროსადგურია, რომელთა საერთო სიმძლავრე 18,0 მლნ კვტ-ია. მათი მუშაობისათვის საჭიროა სულ მცირე 4-6 მ/წმ სიჩქარის ქარები (10,0 მ სიმაღლეზე) და თავისუფალი ტერიტორიები. ამასთან, აუცილებელია გათვალისწინებულ იქნეს გარემოზე არასასურველი ზემოქმედება, ესენია: ხმაურის ეფექტები

(20 ჰვ-მდე); ჰაერის ეკრანიზებული ეფექტები, რომლებიც ცვლის ტერიტორიის ქარის სიტუაციას; სატელევიზიო მაუწყებლობის გაუარესება; ფრინველების გადაფრენის ტრასებზე ზემოქმედება; ტურბინების ფრთების მოწყვეტა; ქარის ელექტროსადგურის ცვალებადი რეჟიმით მუშაობა ქარის სიძლიერისა და მიმართულების დიდი ცვალებადობის გამო; მნიშვნელოვანი ტერიტორიების გამოყოფა ქარის ელექტროსადგურებისათვის; ქარისმიერი ეროზიის გააქტიურება. ამჟამად საქართველოში ქარის ელექტროსადგურების აგება არ არის აუცილებელი.

საქართველოში თბოელექტროსადგურები უარყოფით გავლენას ახდენენ ბუნებრივი გარემოს მთელ რიგ ელემენტებზე: სახნავ-სათესებზე (ტერიტორიის დაბინძურება); წყლის აუზებზე (წყლის ტემპერატურის ცვლილება); ბინძურდება ატმოსფერო და ბიოსფერო (მაგნი აირები და მტვერი, საწვავის ნარჩენები და წიდა). თბოელექტროსადგურების ექსპლუატაციისას ატმოსფეროს დაბინძურების გამო მაგნი ნივთიერებების კონცენტრაცია ატმოსფეროში ქ. რუსთავსა და გარდაბანში მაქსიმალურ დასაშვებ კონცენტრაციაზე 4-12-ჯერ მეტია. საწვავის წვისა და ატმოსფეროს გასუფთავების ახალი ტექნოლოგიების დანერგვის მიუხედავად თბოელექტროსადგურების მშენებლობა და გარემოს მდგომარეობის გაუმჯობესება უახლოეს მომავალში - არ არის შესაძლებელი (ცხრ.6).

საქართველოში მზის ენერჯის გამოყენება არახელსაყრელია მზის დანადგარებით: მნიშვნელოვანი ტერიტორიების დაჩრდილვით, ჰაერისა და წყლის დათბობით, ქარის მიმართულებების ცვლილებებით, სამშენებლო მასალების დიდი მოცულობის მოთხოვნით და ა. შ. საქართველოში მზის ელექტროენერჯის გამოყენება ჯერ ადგილობრივი ხასიათისაა და საექვოა რომ განვითარდეს. თუმცა, ამჟამად დგას საკითხი 50 მლნ ვტ სიმძლავრის მზის ელექტროსადგურის მშენებლობის, ცხრ. 6.

ელექტროენერჯის მიღება შესაძლებელია დერივაციისა და მცირე სარწყავი არხების გამოყენებითაც. საქართველოს მაგისტრალური არხების პოტენციური წლიური ენერგეტიკული შესაძლებლობა აღწევს 142,783 მლნ კვტსთ წელიწადში. ასეთი მცირე ჰიდროელექტროსადგურების ზეგავლენა გარემოზე უმნიშვნელოა (ცხრ 6).

### ცხრილი 6

#### ელექტროენერჯის სხვადასხვა წყაროს გამოყენების რისკ-ფაქტორები

ენერჯის წყაროს სახეობები	შესაძლო რისკ-ფაქტორები
თბური ელექტროსადგურები	ატმოსფეროს და წყალთა მეურნეობის ობიექტების დაბინძურება
მზის ელექტროსადგურები	ელექტრომოწყობილობების ავარიები მათი შესაძლო გადახურებისა და ანთებადობის გამო
ქარის ელექტროსადგურები	ტურბინების ფრთების მოწყვეტის რისკი და მათი 800,0 მ-დე გადაადგება ძლიერი ქარის დროს
ელექტროსადგურები ირიგაციულ სისტემებზე	-
ჰიდროელექტროსადგურები	კაშხლების ნგრევა გარღვევის ტალღებით

წყალსაცავების კასკადებზე ჰიდროელექტროსადგურების შექმნისას ყალიბდება ენერგეტიკული კავშირები. ამ შემთხვევაში, ზედა წყალსაცავი ზრდის ელექტროენერჯის გარანტირებულ სიმძლავრეს და გამომუშავებას არა მხოლოდ ამ ჰიდროელექტროსადგურის, არამედ კასკადის ქვედა საფეხურებზეც კი. ყოველივე ზემოთქმულიდან დგინდება, რომ მდინარის ზედა ნაწილში მარეგულირებელი წყალსაცავებისა და მათი კასკადების შექმნა ენერგიულად მიზანშეწონილი და ეკოლოგიურად მორგებულია. წყალსაცავებზე კასკადების

მშენებლობა ითვლება წყალთა მეურნეობის განვითარების კანონზომიერ პროცესად. მაღალმთიან რეგიონებში შექმნილი კასკადის ტიპური მაგალითია მდ. რაზდანზე (სომხეთი) აგებული ჰიდროელექტროსადგურების სევან-რაზდანის კასკადი. იგი მოიცავს 9 ჰიდროელექტროსადგურს, რომელთა საერთო სიმძლავრეა 900 მგვტ, კასკადზე მოქმედებს 17 სარწყავი არხი, რომლებიც რწყავენ 100 000 ჰა მიწის ნაკვეთს. ამ კასკადის ეკოლოგიური პრობლემა მხოლოდ სევანის ტბაში წყლის დონის შემცირება და მდ. რაზდანის ჰიდროლოგიური რეჟიმის შეცვლაა. წყალსაცავების კასკადების აგების პრაქტიკა ფართოდ გამოიყენება მთელ მსოფლიოში (ცხრ. 7).

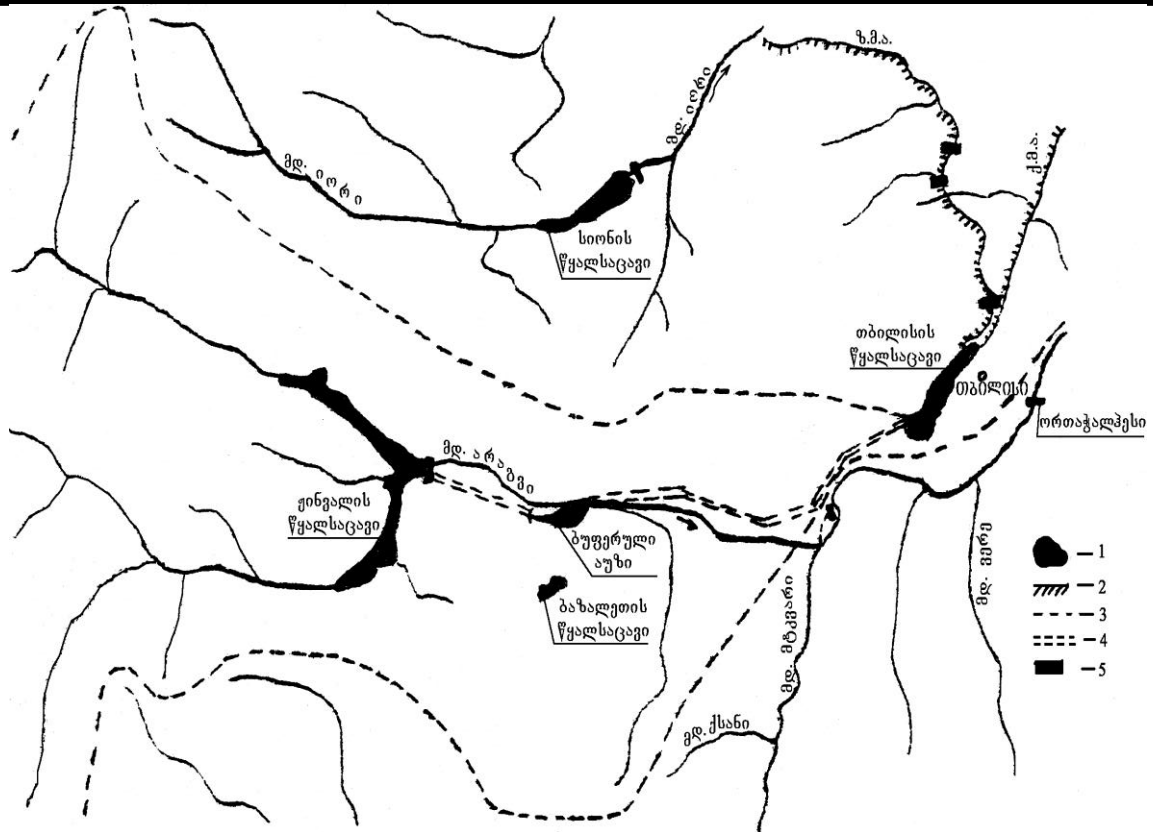
ცხრილი 7

100 მ-ზე მეტი სიღრმის მსხვილი წყალსაცავების კასკადების მაჩვენებლები

№	მდინარე	ქვეყანა	საფეხურების რაოდენობა	მოცულობა, კმ <sup>3</sup>		წყლის სარკის ფართობი, ათ. კმ <sup>2</sup>	კასკადის სიგრძე, კმ	გამოყენების სახეობა
				სრული	სასარგებლო			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>ევროპის კასკადები</b>								
1	ტახო	ესპანეთი	11	7,6	6,0	0,3	500	ი, ე
2	ვოლგა	რუსეთი	10	143,8	71,6	20,7	3000	ე, ნ, ი, ხ, ა
3	ვლტავა	ჩეხეთი	7	1,3	0,9	0,1	200	ე, ნ, წ, მ
4	დნეპრი	უკრაინა	6	43,8	18,4	7,0	900	ე, ნ, ი, ხ
5	არდა	ბულგარეთი	5	1,6	1,0	0,1	100	ე, ი
6	დუერო	ესპანეთი	5	2,3	1,1	0,2	300	ე, ი, წ, მ
7	სულაკი	დაღესტანი	4	3,6	1,7	0,1	60	ე, ი
<b>აზიის კასკადები</b>								
8	ევვრატი	თურქეთი სირია, ერაყი	7	138,6	55,0	5,5	—	ი, ე, წ
9	ნარინი-სირ-დარია	ყირგიზეთი	6	30,1	21,4	1,8	250	ი, ე, წ
10	ანგარა	რუსეთი	3	276,3	97,4	40,3	1500	ე, ნ, ხ
<b>ჩრდილოეთ ამერიკის კასკადები</b>								
11	კოლუმბია	აშშ	15	56,3	20,0	1,5	1500	ე, ა, ნ
12	ტენესი	აშშ	15	32,4	16,0	3,5	1290	წ, ე, ნ, მ
13	კოლორადო	აშშ	11	78,2	66,6	1,8	1400	ი, ე, წ
14	მისური	აშშ	9	97,6	83,4	4,9	500	წ, ი, ე, ნ
15	ლა-გრანდი	კანადა	5	168,6	68,6	9,6	650	ე
16	მანიკუაგანი	კანადა	5	156,7	—	2,5	400	ე
<b>სამხრეთ ამერიკის კასკადები</b>								
17	რიო-გრანდე	ბაზილია	10	51,8	—	3,3	—	ე
18	პარანა	ბაზილია	8	118,4	—	6,2	—	ე

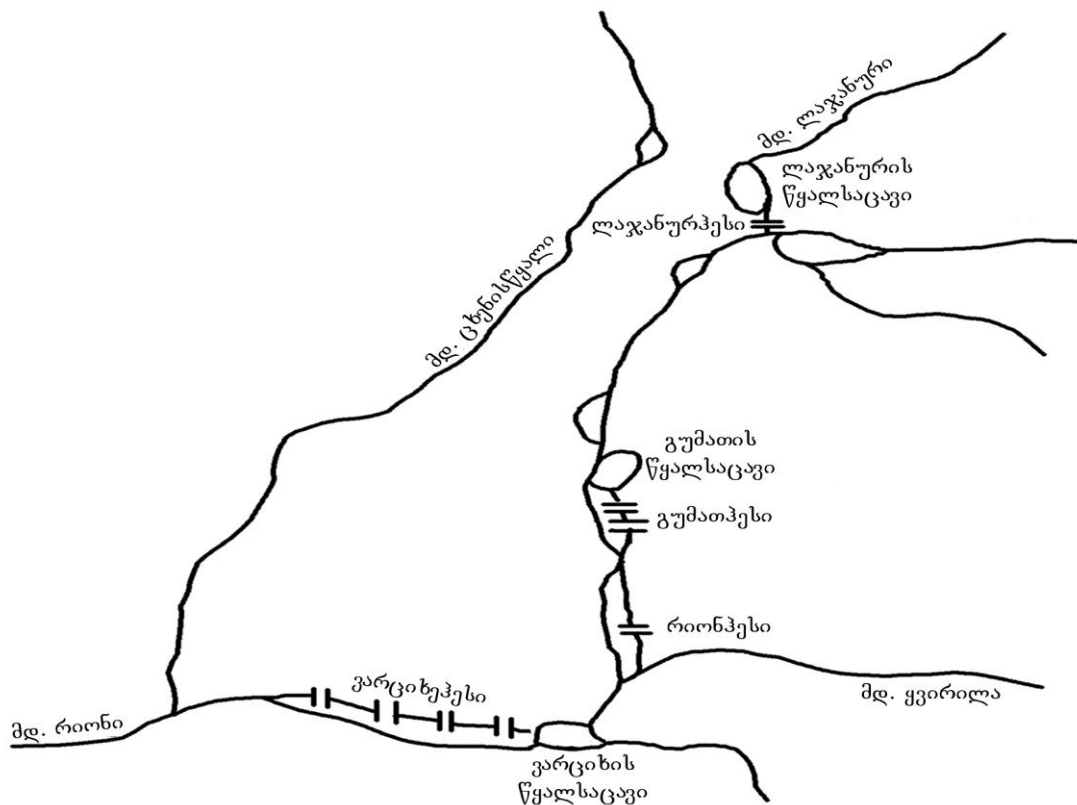
პირობითი აღნიშვნები: ე-ენერგეტიკა; ნ-ნაოსნობა; ხ-ხე-ტყის დაცურება; მ-წყალმომარაგება; ი-ირიგაცია; წ-წყალმომარაგებთან ბრძოლა; ა-წყლის აკუმულაცია კომპლექსური მიზნით

საქართველოში აგებულია ჰიდროელექტროსადგურების რიგი კასკადი, ესენია: მტკვრის, რიონის, ხრამის, შაორის, შაორი-ტყიბულის, ენგურის, ნახ. 3÷7.

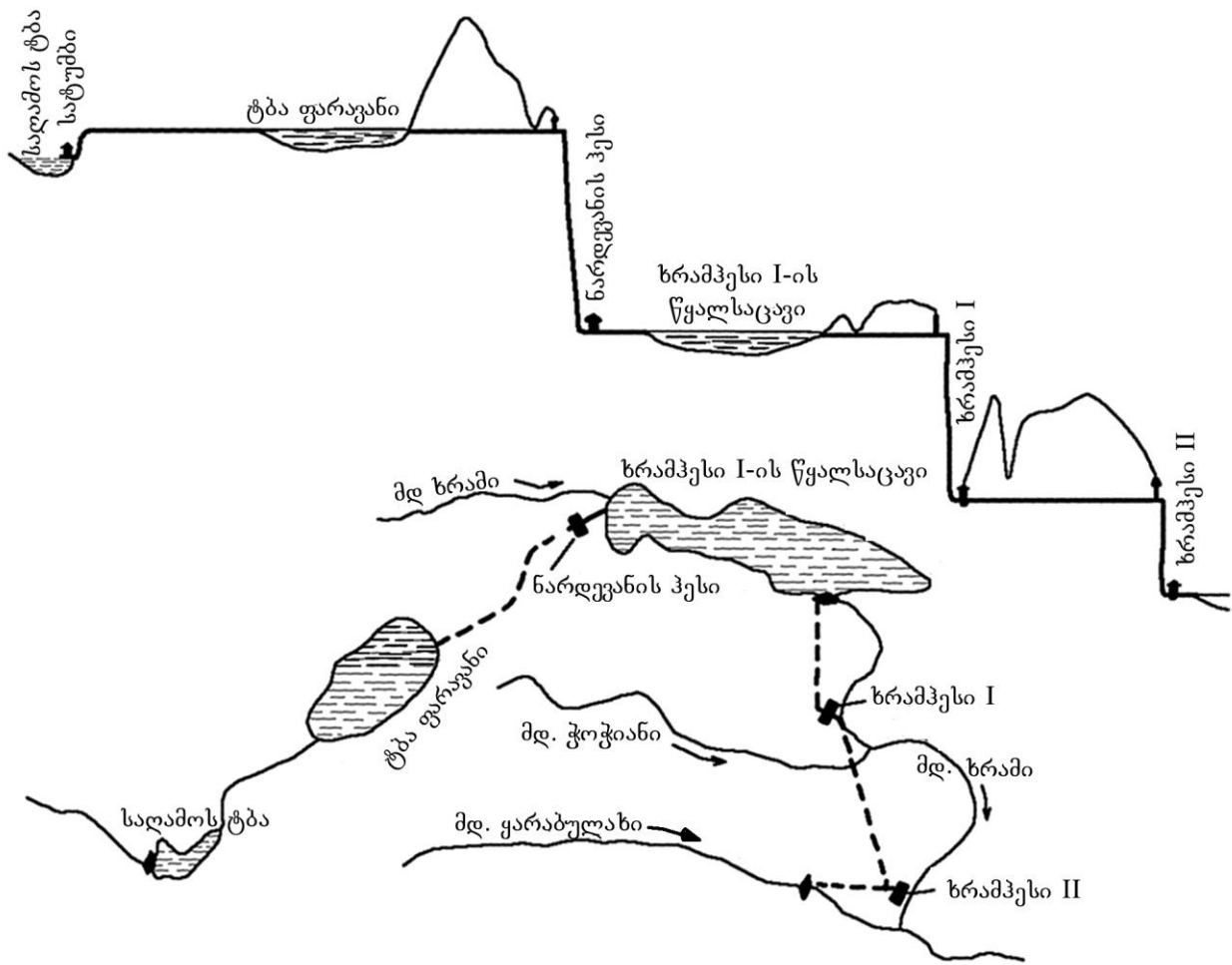


ნახ. 3. მდ. მტკვრის გამოყენების სქემა

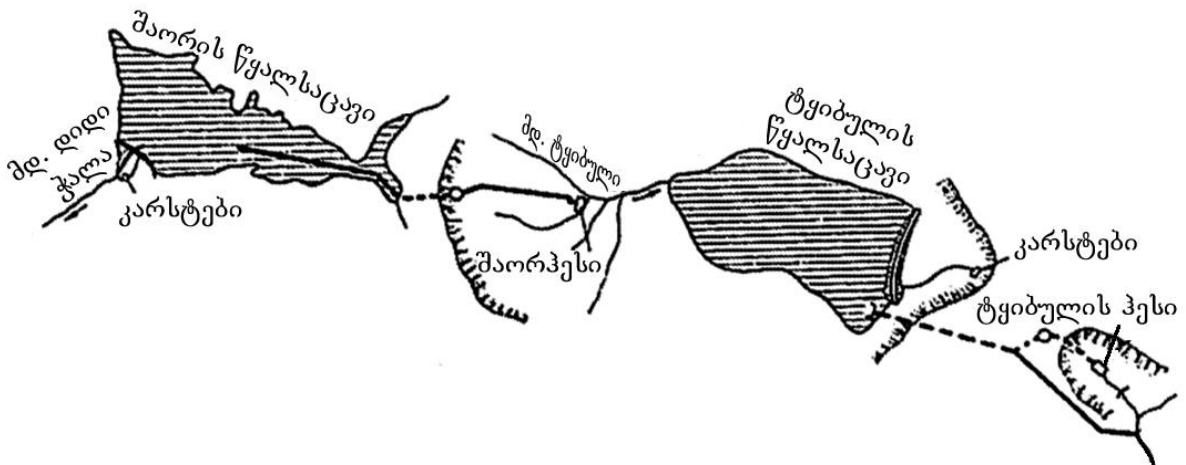
1 - წყალსაცავები; 2 - არხები; 3 - მდინარეთა აუზების წყალგამყოფი;  
 4 - წყალსატარები; 5 - ჰესები



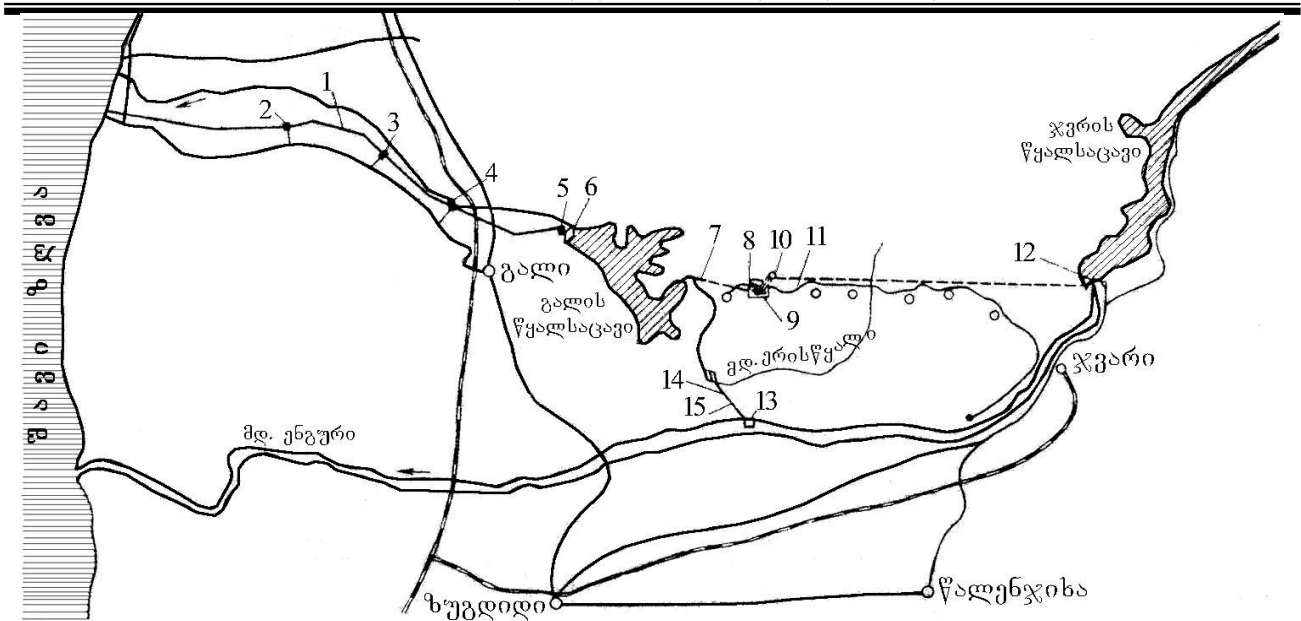
ნახ. 4. მდ. რიონის გამოყენების სქემა



ნახ. 5. მდ. ხრამის გამოყენების სქემა



ნახ. 6. მდ. შაორი-ტყიბულის გამოყენების სქემა



ნახ. 7. ენგურის ჰესზე განლაგებული ჰიდროტექნიკური ნაგებობების განლაგების საერთო სქემა:

- 1 – გამომყვანი არხი; 2 – ვარდნილჰესი IV; 3 – ვარდნილჰესი III; 4 – ვარდნილჰესი II;
- 5 – ვარდნილჰესი I; 6 – ვარდნილჰესი I-ის კაშხალი; 7 – გამყვანი არხი; 8 – ღია გამანაწილებელი მოწყობილობა – 500 კვტ; 9 – ენგურჰესის მიწისქვეშა შენობა; 10 – გასათანაბრებელი რეზერვუარი;
- 11 – დერივაციული გვირაბი; 12 – თაღვანი კაშხალი; 13 – მდ. ენგურის ჩამონადენის მდ. ერისწყალში გადამდები ნაგებობები (წყალსაშვი კაშხალი, წყალმიმღები გამრეცხი რაბი);
- 14 – იგივე, არხები №1 და №2; 15 – იგივე, უდაწნეო გვირაბით

საქართველოს მაღალმთიანი და მთისწინეთის მდინარეები ხასიათდება მნიშვნელოვანი ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალით, მდინარეების პოტენციური ჯამური სიმძლავრე 25,0 მლნ კვტ-მდეა, რაც შეესაბამება პოტენციურ ენერგიას 220,0 მლრდ კვტსტ წელიწადში. ამავე დროს 45% (95,863 მლრდ კვტსტ/წელ) კონცენტრირებულია ხუთ მთავარ მდინარეზე, ცხრ. 8.

ცხრილი 8

საქართველოს მდინარეების ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალი

№	მდინარის აუზი	წყალშემკრები ფართობი, კმ <sup>2</sup>	მდინარეების საშუალო წლიური პოტენციური ენერგიის გამომუშავება, მლრდ კვტსტ/წელიწადში
1	მტკვარი	18243	22, 605
2	რიონი	13418	30, 556
3	ენგური	4062	21, 039
4	კოდორი	2036	13, 509
5	ბზიფი	1502	8, 153
	სულ	39261	95, 863

ჰიდროელექტროენერგიის ასეთი კონცენტრაცია განსაზღვრავს ამ მდინარეებზე ჰიდროენერგეტიკული სისტემის შექმნის მიზანშეწონილობას. უნდა აღვნიშნოთ, რომ საქართველოს მდინარეების ენერგეტიკული პოტენციალი იცვლება მდინარის აუზის მთიანობის შესაბამისად - როგორც წესი, პოტენციური ენერგიის 80% კონცენტრირებულია მდინარეების ზედა და შუა ნაწილებში.



რაც შეეხება მშენებლობისთვის დაგეგმილ ჰიდროელექტროსადგურებს, მათი ელექტროენერჯის ჯამურმა სიმძლავრემ შეიძლება 3,566 მლნ კვტ-სთ მიაღწიოს. ამ ჰიდროელექტროსადგურების ექსპლუატაციაში შეყვანა გადაწყვეტს როგორც საქართველოს ენერგომოთხოვნილებებს, ასევე ელექტროენერჯის ექსპორტის შესაძლებლობას (ცხრ. 9).

**ცხრილი 9**

**საქართველოს პერსპექტიული ჰიდროელექტროსადგურების მონაცემები**

№	დასახელება	სიმძლავრე, მლნ კვტ
1	ხუდონის	0, 700
2	ტობარის	0, 600
3	ჩხალტის	0, 480
4	ორბელის	0, 460
5	ნამახვანის	0, 400
6	ნენსკრა	0, 280
7	ონის ჰესების კასკადი (ონი I და ონი II)	0, 206
8	ცაგერის	0, 180
9	პარის	0, 140
10	ახალციხის	0, 120
	<b>სულ</b>	<b>3, 566</b>

ბოლო წლებში საქართველოში გაჩნდა მოძრაობები ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობის წინააღმდეგ, რაც სრულიად არაგონივრული და დილეტანტური ხასიათისაა. არ არის საჭირო გამოცხადდეს „ჯვაროსნული ომები“ ჰიდროენერგეტიკის მშენებლობისა და მისი განვითარების წინააღმდეგ.

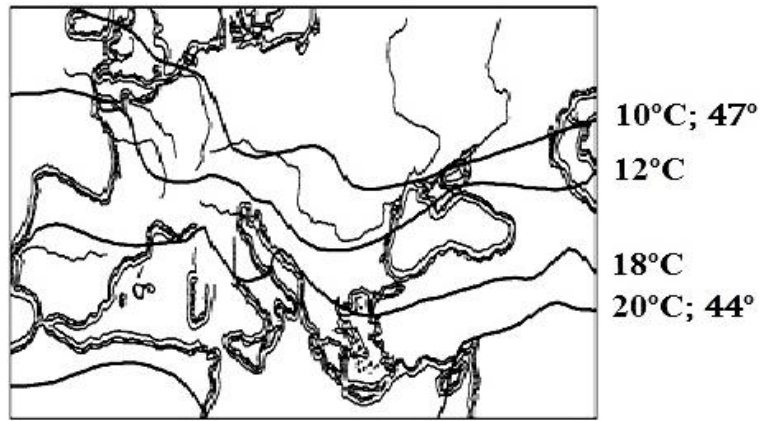
ჩვენ გავგაჩნია ალპებისა და, კერძოდ, შვეიცარიის ენერგორესურსების გამოყენების პრაქტიკა, სადაც მდინარეების ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის 95% უკვე გამოყენებულია, იქ ექსპლუატაციაშია 200-ზე მეტი მთის წყალსაცავი, სადაც აშენებულია 450-ზე მეტი ჰიდროელექტროსადგური, ხოლო ჰიდროენერჯის გამომუშავება აღწევს 35.0 მლრდ კვტსთ/წელიწადში [Kandelaki N., ... 2018]. ამან განსაზღვრა ქვეყნის სრული ელექტრიფიკაციით უზრუნველყოფა. მცირე წყალსაცავების მასიური აგება შვეიცარიასა და ავსტრიაში დაფიქსირდა XX საუკუნის დასაწყისიდან. შვეიცარიის არაერთი ექსპერტი აღნიშნავს, რომ მთის წყალსაცავების ექსპლუატაცია ძალზე მნიშვნელოვანია მთისწინეთისა და მთის რეგიონების ენერგომომარაგების, ბუნებრივი ლანდშაფტების გამდიდრების, რეკრეაციის გაფართოებისთვის და ა.შ. წყალსაცავების აგება შვეიცარიაში განსაზღვრავს ელექტროენერჯის ღირებულების შემცირებას, ტურისტების შემოდინებასა და საკურორტო ტერიტორიების განვითარებას. წყალსაცავები შვეიცარიაში (რომლის ტერიტორია თითქმის 2-ჯერ მცირეა, ვიდრე საქართველოსი) მდებარეობს 500 მეტრზე მეტი სიმაღლის ჰიფსომეტრულ ნიშნულზე (ცხრილი 10).

საქართველოსა და შვეიცარიის წყალსაცავების განაწილება ჰიპსომეტრიული ნიშნულების მიხედვით ( $V_{სრ} > 50.0$ , მლნ მ<sup>3</sup>)

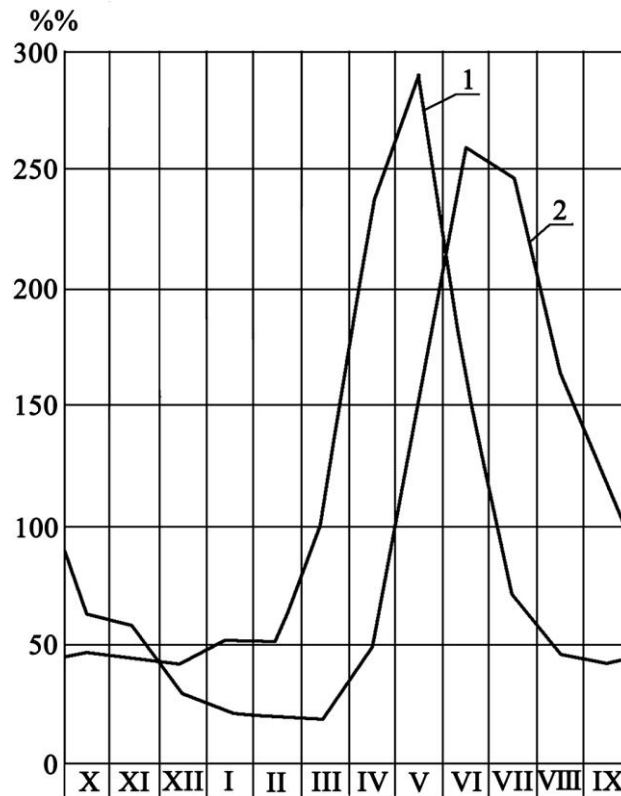
წყალსაცავების მაჩვენებლები	განზ. ერთ.	ნშდ-ს ჰიპსომეტრიული ნიშნული, მ				
		< 400 მ	400-1000 მ	1000-1500 მ	1500-2000 მ	>2000 მ
წყალსაცავების რაოდენობა						
შვეიცარია	ცალი	2	11	6	24	14
საქართველო		6	17	5	3	0
წყალსაცავების სრული მოცულობის ჯამი - $\Sigma V_{სრ}$						
შვეიცარია	მლნ მ <sup>3</sup>	91.0	516.0	204.0	1475.0	1090.00
საქართველო	მლნ მ <sup>3</sup>	254.25	2148.68	471.6	317.38	
წყალსაცავების ზედაპირის ფართობის ჯამი $\Sigma F$						
შვეიცარია	კმ <sup>2</sup>	4.8	47.3	14.3	38.3	18.6
საქართველო	კმ <sup>2</sup>	28.5	66.86	28.62	36.54	0
$\Sigma V_{სსს} / \Sigma V_{სრ}$						
შვეიცარია	%	80.0	68.0	63.0	92.0	98.0
საქართველო	%	27.0	64.0	91.0	93.0	0

შვეიცარიის მაღალმთიანი წყალსაცავების (გრანდ დიქსანი, ემოსონი, გეპაჩი, ზამერნზოლდენი და ა.შ.) სარკის ფართობის ჯამი აღწევს 4.5 კმ<sup>2</sup>-ს, წყალსაცავების მაქსიმალური სიგრძე - 25 კმ-ს, სიღრმე - 300 მ-ს. შვეიცარიელი მკვლევარების აზრით, მთის წყალსაცავების ზემოქმედება ბუნებრივ გარემოზე შემოიფარგლება სანაპიროზე ვიწრო ზოლით და მდინარის ხეობის მონაკვეთებით წყალსაცავის ქვედა ბიეფში. ზოლის დატბორვის პროცესები სუსტადაა განვითარებული. ამ მონაცემების თანახმად, აღნიშნეს, რომ მთლიანობაში მთისწინეთისა და მთის წყალსაცავები აუმჯობესებს ბუნებრივ გარემოს. მაგალითად, მდ. ენზე აგებული წყალსაცავების კასკადმა გააუმჯობესა წყლის ხარისხი, შეამცირა ნიადაგის ეროზია და გაამდიდრა სანაპირო მცენარეული საფარით.

მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში მთის წყალსაცავები ითვლება ყველაზე ეფექტურად როგორც მდინარის ჩამონადენის რეგულირების მახასიათებლების თვალსაზრისით, ასევე გარემოზე მცირე ზემოქმედებით და მიწის ნაკლები დანაკარგებით. მთის წყალსაცავების ეფექტურობის განსაზღვრისას განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენს ალპების ჰიდრო-რესურსების გამოყენების პრაქტიკა, რომლის ტერიტორიის ექსპოზიცია აღმოსავლეთ საქართველოს იდენტურია, კერძოდ: ორივე ჰიდროსისტემა მდებარეობს დედამიწის ერთსა და იმავე ნახევარსფეროზე - 44°-48° განედებს შორის, იდენტური იზოთერებით - 10°C-20°C. ალპებისა და აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეების (მტკვარი და პო) მიმართულება დასავლეთიდან აღმოსავლეთისკენაა; ამ მდინარეების ჰიდროლოგიური რეჟიმიც იდენტურია (ნახ. 8, 9).



ნახ. 8. ალპებისა და საქართველოს ტერიტორიების განედებისა და იზოთერმების მნიშვნელობები



ნახ. 9. მდ. მტკვრისა და მდ. პო-ს საშუალო თვიური ხარჯები (საშუალო წლიურ ხარჯებთან მიმართებაში - პროცენტში)  
1 - მდ. პო (ქ. ბელინსონთან); 2 - მდ. მტკვარი (ქ. თბილისთან)

ალპების მთის წყალსაცავები, ძირითადად, მდებარეობს მდ. პო-ს ზედა ნაწილში, რომლის ჩამონადენის რეგულირება ხორციელდება მთის წყალსაცავების გამოყენებით - ეს ძალზე ეფექტურია გაზაფხულზე წყალსაცავში წყლის დაგროვების და ზაფხულში - მისი ირიგაციისთვის გამოყენებისათვის, ხოლო ზამთარში - ენერგეტიკული მიზნებისათვის.

აღსანიშნავია აგრეთვე ნორვეგიის გამოცდილება, რომლის მოსახლეობა 5,3 მლნ-ია და რომლის ტერიტორიაზეც შექმნილია 1600-ზე მეტი რაოდენობის ჰიდროელექტროსადგური, აქედან 1000-ზე მეტი წყალსაცავიანი ჰესია. ნორვეგია ჰიდროგენერაციით ევროპაში პირველ, ხოლო მსოფლიოში - მეექვსე ადგილზეა.

## დასკვნა

საქართველოს მთის მდინარეებზე წყალსაცავის ჰიდროსისტემის შექმნა ეფექტური მეთოდია წყლის რესურსების მართვის მიზნით ირიგაციისა და ჰიდროენერგეტიკისთვის. საქართველოში ენერგორესურსებზე მოთხოვნა წლიდან წლამდე იზრდება, ამიტომ ჰიდროენერგეტიკის განვითარებისათვის მნიშვნელოვანია ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობა. საქართველო მიეკუთვნება ქვეყანას, რომელსაც თავად შეუძლია უზრუნველყოს ენერჯისა და ირიგაციის საჭიროებები.

მაღალმთიან რეგიონებში ელექტროენერჯის გამომუშავების ყველაზე რაციონალური სქემაა - მთავარი მდინარისა და მისი შენაკადების ზედა ნაწილებში მაღალი ელექტროენერგოდანადგარების აგება, ხოლო მდინარის ქვედა მონაკვეთებში - ირიგაციული ნაგებობების. საქართველოს მთის მდინარეების ზედა ნაწილი მდებარეობს ღრმა ხეობებში, ამიტომ აქ სასურველია მაღალი კაშხლების შექმნა, ხოლო ქვედა ნაწილი გამოიყენება ირიგაციისათვის.

შვეიცარიისა და საქართველოს ოროჰიდროგრაფიული პირობების შედარებამ გამოავლინა მათი იდენტურობა და საქართველოს მთისა და მთისწინეთის პირობებში წყალსაცავების მშენებლობის ეფექტურობა. ყოველწლიურად საქართველო 2,0 მლრდ კვტსთ ელექტროენერჯიას ყიდულობს, რაზეც იხარჯება 80,0 -100,0 მლნ აშშ დოლარი.

ამრიგად, საქართველოს მთის მდინარეებზე ჰიდროელექტროსადგურების აგება - ეკოლოგიურად და ეკონომიურად მეტად ეფექტურია, ისინი გამოირჩევა მოქნილი მენეჯმენტით, მათ შეუძლიათ სწრაფად შეცვალონ და დაფარონ ელექტროენერჯის პიკური დატვირთვები.

## ლიტერატურა

1. Варазашвили Н.Г., Гобечия Г.Н. Инженерно-экологические проблемы создания и эксплуатации водохозяйственных систем с водохранилищами вгорных регионах. «Мецниереба», Тбилиси, 2002, 512 стр.
2. Иорданишвили И.К., Гавардашвили Г.В., Иремашвили И.Р., Вартанов М.В., Иорданишвили К. Т. Кадастр водных запасов Грузии. «Универсал», Тбилиси, 2018, 260 стр.
3. Сванидзе Г.Г., Гагуа В.П., Сухишвили Э.В. Возобновляемые энергоресурсы Грузии. Гидрометеоиздат, Л., 1987, 174 стр.
4. Kandelaki N., Kupreishvili Sh. Efficiency of water reservoir construction in mountainous areas. 8<sup>th</sup> International scientific and technical conference “Modern problems of water management, environmental protection, architecture and construction”, 1-5 November, Tbilisi, 2018, pp. 142-155.

**კაშხლების კრიტიკული მდგომარეობის შეფასება**

**ი. იორდანიშვილი, ი. ირემაშვილი, გ. ნატროშვილი,  
კ. იორდანიშვილი, მ. გლუნჩაძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60<sup>ა</sup>, 0179, ქ. თბილისი, საქართველო  
**E-mail: irinaiord48@mail.ru**

**შესავალი**

მსოფლიოს კაშხლები, რომლებიც აგებულია გასული საუკუნის შუა წლებში, უკვე მორალური და ფიზიკური „დაბერების“ სტადიაშია. კაშხლების „დაბერების“ ტერმინი იყო შემოთავაზებული ჰიდროტექნიკური ნაგებობების რისკების მეცნიერების ფუძემდებლის, აკადემიკოს ცოტნე მირცხულავას მიერ [Ц.Е. Мирцхулава, 1989].

**ძირითადი ნაწილი**

პირველად წყალსაცავები შეიქმნა ძველ ეგვიპტეში 3 ათას წელზე მეტი ხნის წინ ჩვ.წ.აღ.-მდე. ჯერ კიდევ ფარაონ მენესის დროს დედაქალაქ მემფისიდან ნილოსის გადასაგდებად აიგო კომისის კაშხალი, სიგრძით 415 და სიმაღლით 17,5 მ (ცხრ. 1). 2800-2500 წლით ადრე ჩვ.წ.აღ.-მდე ქაიროს სამხრეთით, ვადი-გრავიზე ააგეს კაშხალი სად-ელ-კაფარი, სიმაღლით 13 მ და სიგრძით 121 მ. 2300 წლის წინ ჩვ.წ.აღ.-მდე ქაიროდან 80 კმ-ის დაშორებით შეიქმნა 1 კმ<sup>3</sup>-ზე მეტი ტევადობის მერისის წყალსაცავი, რომელსაც ჰეროდოტემ მსოფლიოს ერთ-ერთი საოცრება უწოდა. მოგვიანებით შეიქმნა წყალსაცავები ახლო აღმოსავლეთში [ი.იორდანიშვილი, კ.იორდანიშვილი, 2010; Иорданишвили И, Иорданишвили К., 2012], შემდეგ იაპონიაში, ჩინეთში, ინდოეთში. ჩვ.წ.აღ.-ის პირველ საუკუნეებში წყალსაცავების მშენებლობა სწრაფი ტემპით მიმდინარეობდა: პირველ საუკუნეებში ნაბათის სამეფოში (ისრაელის ტერიტორია) 14 მ სიმაღლის ორი კაშხლის მშენებლობით შეიქმნა წყალსაცავი მდ. სიგზე. კაშხლები დღემდე შემორჩენილია. ჩვ.წ.აღ.-ის IV საუკუნემდე ირანში აშენდა 9 ირიგაციული წყალსაცავი მდ. ჯარაბზე, მდ. კორზე (კამჟერდი), ბენდემიჟანი და გერგერი მდ. კარუნზე, რომლებიც დღესაც არსებობს.

**ცხრილი 1**

**მსოფლიოს უძველესი წყალსაცავების მახასიათებლები**

№	წყალსაცავის დასახელება	მდინარე	ადგილმდებარეობა	ქვეყანა	აგების დრო (საორიენტაციო)	წყალსაცავის პარამეტრები	ექსპლუატაციის პერიოდი	მწყობრიდან გამოსვლის მიზეზები
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	კსოსხაიში (კოშიში)	ნილოსი	მემფისის ზემოთ 20 კმ-ზე	ეგვიპტე	ჩვ.წ.აღ.-მდე 3000 წ.	მიწის კაშხალი L = 415 მ; H = 17,5 მ.	3000 წ.	მონაცემები არ არის

ი. იორდანიშვილი, ი. ირემაშვილი, გ. ნატროშვილი, კ. იორდანიშვილი, მ. გლუნჩაძე

2	სად-ელ-კაფარი	ნილოსი	ქაიროს სამხრეთით 29 კმ-ზე	ეგვიპტე	ჩვ.წ.ალ.-მდე 2900 წ.	ყორე წყობის კაშხალი ხსნარის გარეშე $L = 121$ მ; $H = 13$ მ; $V_{სრ} = 568$ ათასი მ <sup>3</sup>	ერთი სეზონი	კაშხლის გარღვევა წყალმოვარდნისგან
3	ნიმრუდი	ტიგროსი	ქ. სამარასთან	ახლო აღმოსავლეთი	ჩვ.წ.ალ.-მდე 2500 წ.	ქვეყრილის კაშხალი $H = 13$ მ.	ჩვ.წ.ალ.-ით VII ს-მდე	მონაცემები არ არის
4	მერისი	ნილოსის აუზი	ქაიროს სამხრეთ-დასავლეთით 8 კმ-ზე	ეგვიპტე	ჩვ.წ.ალ.-მდე 1800 წ.	$V_{სრ} = 1$ კმ <sup>3</sup> $L$ ნაპირის = 177 კმ	ჩვ.წ.ალ.-ით 102 წლამდე	მონაცემები არ არის
5	ხომსი (კატინახისი)	ნარ-ელ-ასი (ორონტი)	ს. ხომსი	სირია	ჩვ.წ.ალ.-მდე 1315 წ.	ქვეყრილის კაშხალი $L = 2,29$ კმ; $H = 7$ მ.	დღემდე	-
6	კასირი	ხოსრი	ქ. ნინევიას ზემოთ	ასურეთი	ჩვ.წ.ალ.-მდე 703 წ.	მონაცემები არ არის	-	-
7	მარიბი (სულ-ელ-არიბი)	ვადი-ჯანა	ქ. მარიბიდან 64 კმ-ზე	იემენი (საბა)	ჩვ.წ.ალ.-მდე 800 წ.	მიწის კაშხალი $L = 670$ მ; $H = 11,5$ მ.	ჩვ.წ.ალ.-ით 575 წლამდე	რღვეული კაშხლის ტანში. საბოლოოდ დაინგრა ჩვ.წ.-ის 670 წელს
8	ჯებელ-ბაშიკახი	ხოსრი	ქ. ნინევიასთან	ასურეთი	ჩვ.წ.ალ.-მდე 699 წ.	ორი კაშხალი ქვის კვადრატული ფილებისგან	მონაცემები არ არის	-
9	არტუშ-გომელი	არტუშ-გომელი	ბავიანის ხეობა	ასურეთი	ჩვ.წ.ალ.-მდე 690 წ.	გამყვანი არხი 56 კმ. მოპირკეთებული კირქვის ფილებით.	მონაცემები არ არის	-
10	მურღაბი	მურღაბი	-	აპარსეთი	ჩვ.წ.ალ.-მდე 600 წ.	სამი კაშხალი	ჩვ.წ.ალ.-ით 1258 წლამდე	დანგრეულია
11	კარნალ-ბო	ალბარე-გასი	-	ბერია (ესპანეთი)	ჩვ.წ.ალ.-მდე II ს.	წყალსაცავი $V_{სრ} = 10$ მლნ. მ <sup>3</sup>	დღემდე	-
12	სავეხი	ფავრესანი	-	აპარსეთი	880 წ. ჩვ.წ.ალ.-ით	ქვეყრილის კაშხალი $L = 120$ მ; $H = 40$ მ.	100 წელი	დანგრეულია წყალმოვარდნისგან
13	ბანდე-ემირი	-	ქ. შირაზის რაიონში	აპარსეთი	II ს. ჩვ.წ.ალ.-ით	-	დღემდე	-
14	ჟურჟურია	-	-	ლათინური ამერიკა	VII-VIII ს. ჩვ.წ.ალ.-ით	წყალსაცავი $V_{სრ} = 220$ მლნ. მ <sup>3</sup> $F = 96$ კმ <sup>2</sup>	დღემდე	-

წყალსაცავების შექმნის ინტენსიფიკაცია შეინიშნებოდა ჩვ.წ.ალ.-ით V საუკუნიდან. წყალსაცავების მნიშვნელოვანი ნაწილი ჯერ კიდევ შუა აღმოსავლეთში დაინგრა ომების პერიოდში და ჩვენამდე ვერ მოაღწია. ჩვ.წ.ალ.-ით I ათასწლეულში შეიქმნა წყალსაცავები: ბენდე-ემირის, ისპაჰანსა და შირაზს შორის, რომლებიც დღემდე ექსპლუატაციაშია, სავეხის, მდ. ფავრენაზე სიმაღლით 40 მ და სიგრძით 120 მ, ექსპლუატაციაში იყო 100 წლის განმავლობაში,

კარამის წყალსაცავი (ცენტრალური ირანი) დღემდე ექსპლუატაციაშია. დროთა განმავლობაში იზრდებოდა ჰიდროკვანძების მშენებლობის ინტენსიურობა.

იაპონიაში ჩვ.წ.ად.-ის 522-1600 წლებში შეიქმნა 30 წყალსაცავი 15 მ-ზე მეტი სიმაღლის კაშხლებით, ხოლო შემდგომი 200 წლის მანძილზე - 540 ჰიდროკვანძი წყალსაცავებით, რომლებიც დღესაც გამოიყენება. ჩინეთში პირველ ასწლეულებში მიმდინარეობდა მშენებლობა მდინარეების – ხუანხესა და იანძის შუამდინარეთის რაიონში. მდ. ხუანხეზე 100 კმ სიგრძის დამბით შეიქმნა ხუნიზეხუს წყალსაცავი და რიგი მცირე წყალსაცავები. ევროპაში წყალსაცავების მშენებლობის განვითარება მოგვიანებით, XIV-XVI საუკუნეებში დაიწყო. მაგალითად, წყალსაცავები ესპანეთში - ალმანასი და რელსი; ჩეხეთში და სლოვაკიაში - დვორჟიშტე, იორდანი, ხარუზიცკი, სტანკოვსკი, როჟიბერკი და სხვ. (რომელთა სარკის საერთო ფართობია 1800 კვ. კმ), ექსპლუატაციაშია დღემდე. პოლონეთში დღემდე ექსპლუატაციაშია 10 წყალსაცავი, რომლებიც XIV-XVI საუკუნეებში აშენდა.

გერმანიაში პირველი წყალსაცავების მშენებლობა XV საუკუნეს მიეკუთვნება. წყალსაცავების დიდი რაოდენობა იქნა აშენებული მექსიკაში აცტეკების, ინკების და მაიას ტომების მიერ. მაგალითად, ნეცაუალ-კოიოტლის დამბამ, სიგრძით 16 კმ, შუაზე გაყო ტესკოკოს ტბა და წარმოქმნა მეხიკოს წყალსაცავი. ეს ნაგებობები არ შემორჩა, რადგან ბევრი მათგანი განადგურდა ესპანელი კონკისტადორების მიერ XV საუკუნეში. წყალსაცავების მშენებლობის ინტენსიფიკაციის ახალი პიკი განეკუთვნება VII საუკუნეს. ლათინურ ამერიკაში აშენდა წყალსაცავი ჟურურია (მოცულობა - 220 მლნ მ<sup>3</sup>, წყლის სარკის ფართობი - 96 კმ<sup>2</sup>), რომელიც დღემდე ექსპლუატაციაშია, და ჩალვირი 3 მლნ მ<sup>3</sup> მოცულობით. XX საუკუნის მეორე ნახევარი ხასიათდება წყალსაცავების შექმნის დინამიური ტემპებით მთელ მსოფლიოში. მათი რიცხვი 1950 წლიდან გაორმაგდა, ხოლო ჯამური მოცულობა - 8-ჯერ გაიზარდა.

თანამედროვე ეტაპზე წყალსამეურნეო ობიექტების მშენებლობა მსოფლიოს ყველა ქვეყანაში სწრაფი ტემპით მიმდინარეობს. დარეგულირებული ჩამონადენის მოცულობის ზრდა შეინიშნება მსოფლიოს ყველა ქვეყანაში. 2020 წლისათვის დედამიწაზე 40 ათასამდე წყალსაცავი იქნება, რომლებიც არსებითად განსხვავდება პარამეტრებით, რეჟიმული მახასიათებლებით, სამეურნეო გამოყენების მიმართულებითა და გარემოზე ზემოქმედებით. ამჟამად დედამიწაზე არსებობს და შენდება 35 ათასზე მეტი წყალსაცავი - 1 მლნ მ<sup>3</sup>-ზე მეტი ტევადობით. 100 მლნ მ<sup>3</sup>-ზე მეტი მოცულობის წყალსაცავებზე მოდის ყველა წყალსაცავის ჯამური მოცულობის 95%, თუმცა მათი რიცხვი საერთო რაოდენობის მხოლოდ 14% - ია. საქართველოში „საკომანდო სიმაღლის“ შექმნა სარწყავი ქსელისათვის შეიქმნა ჩვ.წ.ად. III ათასწლეულში.

კაშხლების დაზიანებები, ავარიები და კატასტროფები ყოველთვის ხდებოდა და ახლაც მიმდინარეობს. დაზიანება - კაშხლის გარღვევაა, რომლის აღდგენა შესაძლებელია. ავარია - კაშხალზე სახიფათო მოვლენაა, რომელსაც შეუძლია გამოიწვიოს ადამიანის მსხვერპლი. კატასტროფა - კაშხლის ნგრევაა, რომელიც ასევე იწვევს ადამიანის მსხვერპლს. მსოფლიოს 400-ზე მეტი კაშხლის ავარიების და კატასტროფების გამომწვევი ფაქტორების ანალიზის საფუძველზე გამოვლინდა, რომ ყველაზე სენსიტიური კაშხლების ტიპია - მიწის კაშხლები (ცხრ. 2).

მსოფლიოში კაშხლებზე ყველაზე მსხვილი დაზიანებები, ავარიები და კატასტროფები

კაშხლების რაოდენობა	კაშხლის ტიპი	კაშხლების ავარიებისა და კატასტროფების გამომწვევი ფაქტორები								კატასტროფების რაოდენობა	მსხვერპლთა რაოდენობა	კაშხლის აგარია	კაშხლის დაზიანება
		მიწიფრა	წყალმოვარდნები, წყალდიდობები	ჩარეცხვა, ჩამოზავება, ჯდენა	გადმოდენა თხევზე	შეცდომები დაპროექტებისა და ექსპლუატაციისას	კაშხლის დნობა	ტალღური ზემოქმედება	სუფოზია, წყლის აგრესიულობა				
260	მიწის	12	42	48	42	8	3	87	36	40	273000	94	122
80	ქვაყრილის	4	8	12	25	12	5		14	18	2300	31	27
48	ბეტონის	3	1	14	1	11	3		13	11	3000	11	26
<b>სულ 388</b>		<b>19</b>	<b>51</b>	<b>74</b>	<b>68</b>	<b>31</b>	<b>11</b>	<b>87</b>	<b>63</b>	<b>69</b>	<b>278300</b>	<b>136</b>	<b>170</b>

კაშხლების კატასტროფების ყველაზე მასშტაბური მიმოხილვა და შესაბამისად ადამიანების მსხვერპლთა რაოდენობა მოყვანილია მე-3 ცხრილში.

ადამიანთა მსხვერპლის რაოდენობა მსოფლიოში კაშხლების კატასტროფების შედეგად

№	კაშხალი	ქვეყანა	კატასტროფის წელი	კაშხლის ტიპი	მსხვერპლთა რაოდენობა
1	2	3	4	5	6
1	ბუზეი	საფრანგეთი	1881	ქ	90
2	ზერბინი	იტალია	1935	ქ	100
3	აუსტინი	აშშ	1911	მ	100
4	აპალაჩი	აშშ	1902	მ	120
5	რიბადელიგო	ესპანეთი	1959	ქ	140
6	ვილიამსბურგი	აშშ	1874	მ	143
7	მილრივერი	აშშ	1874	მ	144
8	უსლნატ-გროდვი	აშშ	1880	ქ	150



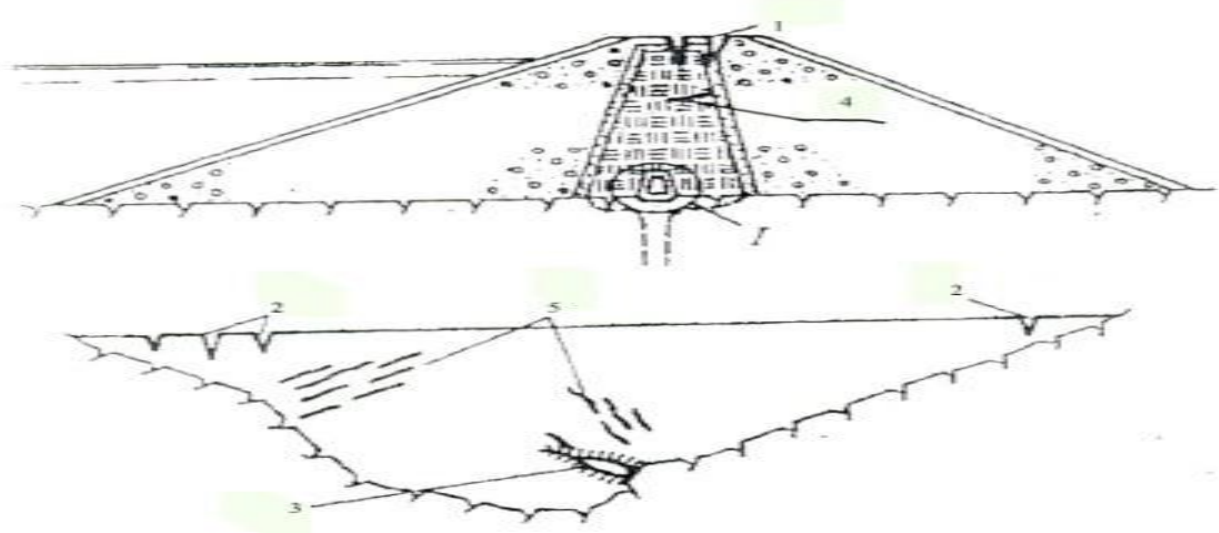
კაშხლების კრიტიკული მდგომარეობის შეფასება

9	უელნოდ-გრუნი	აშშ	1890	მქ	150
10	ელ-კობრე	ჩილე	1965	მ	200
11	დეილ-დაკი	ინგლისი	1854	მ	250
12	შეფილდი	ინგლისი	1864	მ	238
13	ხიოკირი	ჩრდ. კორეა	1965	მ	250
14	ფრანცისკვიტი	აშშ		მ	400
15	სენტ-ფრენსისი	აშშ	1928	მ	450
16	ბერგამო	იტალია	1923	ქ	600
17	გლენო	იტალია	1923	მ	600
18	პუნტისი	ესპანეთი	1802	მ	650
19	ოროსი	ბრაზილია	1860	ქ	1000
20	მაჩხუ II	ინდოეთი	1979	ქ	2000
21	ჯონსტონი	აშშ	1893	მ	2200
22	სოუტფორსი	აშშ	1962	მ	2500
23	ვაიონტი	იტალია	1963	ბ	2600
24	გუჯაროცი	ინდოეთი	1979	მ	15000
25	რუკზუა	ჩინეთი	1975	მ	200000

აღნიშვნები: ქ - ქვაცირის; მ - მიწის; მქ - მიწა-ქვაცირის; ბ- ბეტონის

**1. მსოფლიოში არსებული მიწის კაშხლების კატასტროფების ანალიზი.**

წყალდიდობების წყლით ავსების შემდეგ მიწის კაშხლებში შეიძლება განვითარდეს ისეთი დეფორმაციები, რომლებიც გამოიწვევენ მის ზღვრულ მდგრადობას კაშხლის გრუნტის ერთიანობის გარღვევით (ნახ. 1) და ნაგებობის ავარიით. ამიტომ, მიწის კაშხლების დაპროექტებისას აუცილებელია ისეთი ამოცანის დაყენება, რომელიც გადაჭრის კაშხლის გრუნტის ხარისხის შენარჩუნებას. ასეთი ამოცანის გადაწყვეტილებაა - კაშხლის ზღვრული წონასწორობის ზონების უსაფრთხო შენარჩუნება, ამიტომ კაშხლების გრუნტების არჩევისას აუცილებელია წყალგაუმტარი გრუნტების შერჩევა.



ნახ. 1. მიწის კაშხლების ბირთვის რღვევების სახეობანი

ამ პროცესებს, როგორც წესი, მოჰყვება კაშხლის ტანის გრუნტის სუფოზია და ფილტრაციული მოვლენები. ნაპრალები – მიწის კაშხლის კონსტრუქციის რღვევის ყველაზე სახიფათო ფორმაა, რომელიც იწვევს კაშხლის ავარიას. სუფოზიის მოვლენას მოჰყვება გრუნტის წყალგამტარობის გაზრდა; კაშხლის ტანში, მის ფერდობებსა და ქიმზე წარმოიქმნება ჩავარდნები. ეს ბრაზილიაში მომხდარი მიწის კაშხლის კატასტროფის თვალსაჩინო მაგალითია, რომელიც დაინგრა სულ რაღაც 20 წუთში (ფოტო 1-4).



ფოტო 1. კატასტროფის დაწყებამდე



ფოტო 2. კატასტროფის დაწყებიდან 5 წუთის შემდეგ



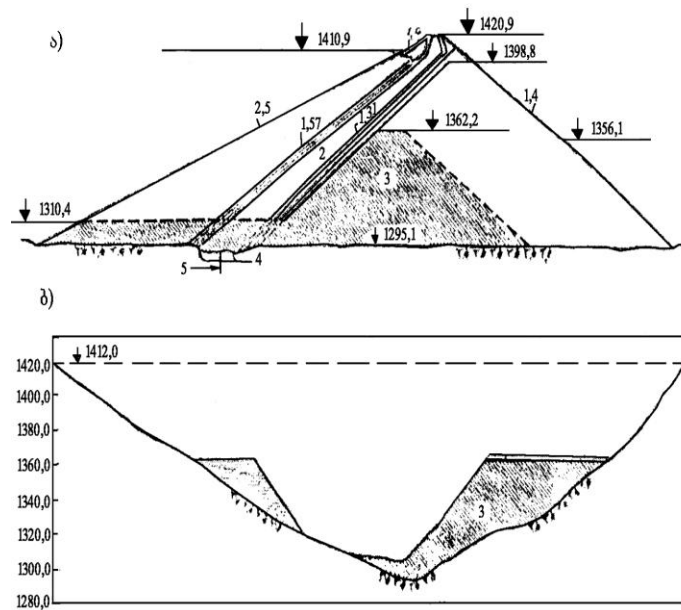
ფოტო 3. კატასტროფის დაწყებიდან 10 წუთის შემდეგ



ფოტო 4. კატასტროფის დაწყებიდან 15 წუთის შემდეგ

### მსოფლიოში არსებული ქვანაყარი კაშხლების კატასტროფების ანალიზი

ქვანაყარი კაშხლების დაზიანების ძირითადი მიზეზია - კაშხლის დარღვევა და საძირკველის გეოლოგიური პირობების არასწორი გათვალისწინება (ნახ 2, ცხრ.2). ჩვენ მიერ ჩატარებულმა ქვანაყარი კაშხლების ავარიის მიზეზების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ასეთი კაშხლების ავარიის 80%-ის მიზეზია - ნაკადის გადადინება თხემზე და კაშხლის ტანში ფილტრაცია (ნახ. 2). მაგალითად, ბრაზილიაში ოროსის კაშხლის მშენებლობის დროს 35 სმ-იანი სისქის წყლის ნაკადის თხემზე გადადინება საკმარისი იყო კაშხლის კატასტროფისთვის.

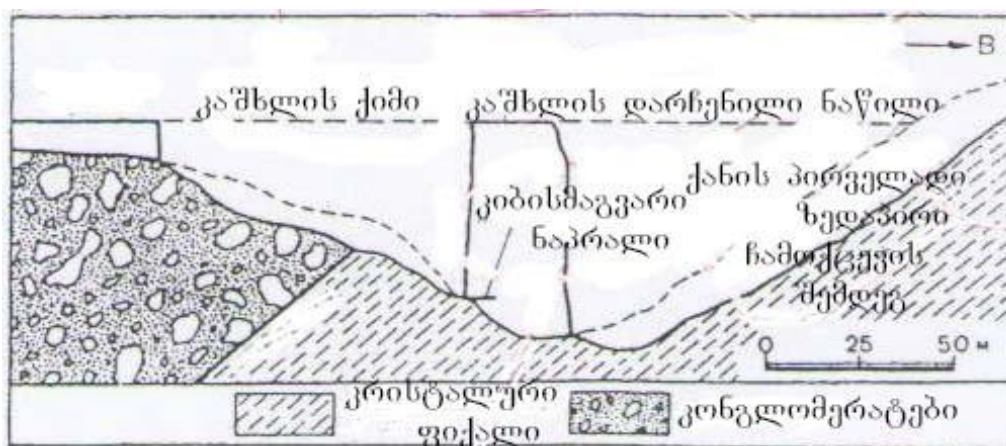


ნახ. 2. ხელ-ხოლის კაშხლის ავარია თხემზე წყლის გადადინების გამო:

- ა) განივი პროფილი: 1 - ნაყარი; 2 - გრუნტის ეკრანი;  
 3 - წყალდიდობის შემდეგ დარჩენილი კაშხლის ნაწილი; 4 - ცემენტის ფარდა;  
 ბ) განივი კვეთი: კაშხლის დარჩენილი ნაწილი წყალდიდობის შემდეგ

**მსოფლიოში არსებული ბეტონის კაშხლების კატასტროფების ანალიზი**

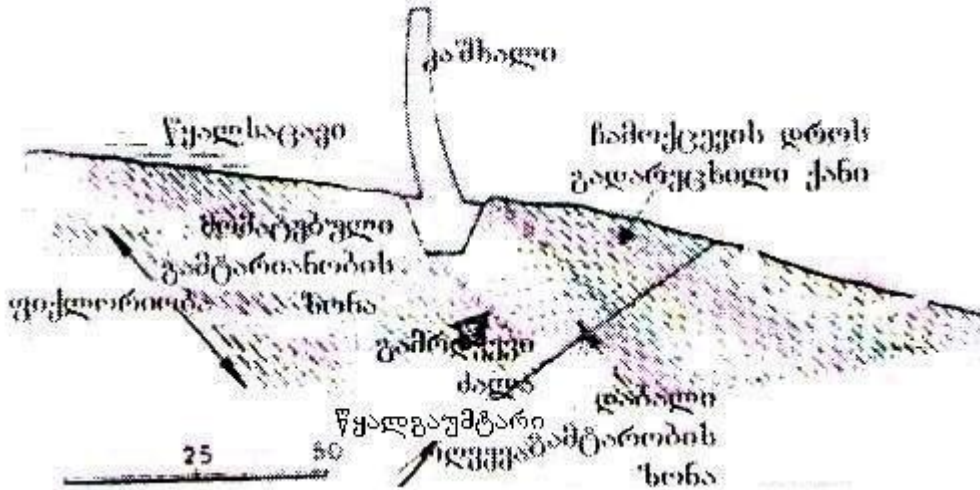
ბეტონის კაშხლის სენტ-ფრენსისის (აშშ) დანგრევის გამო (1928 წ.) დაილუპა 450 ადამიანი. კაშხალი დაინგრა მის ძირში განლაგებული გარეცხილი კონგლომერატისა და წყალსაცავში ჩამოწოლილი კრისტალიზებული ფიქლების გამო (ნახ. 3).



ნახ. 3. ბეტონის კაშხლის სენტ-ფრენსისის კატასტროფა, 1928 წ.

მალ-ჰასეს ბეტონის კაშხალი (საფრანგეთი) დაინგრა 1959 წელს. 40,0 მ-ის სიმაღლის წყლის კედელმა წალეკა 80 კმ სიგრძის ტერიტორია. წყალსაცავი მთლიანად დაიცალა 1 საათში. დანგრევის მიზეზი - დიდი რაოდენობის მიკრონაპრალები კაშხლის ძირში. დაილუპა 42 ადამიანი (ნახ. 4).

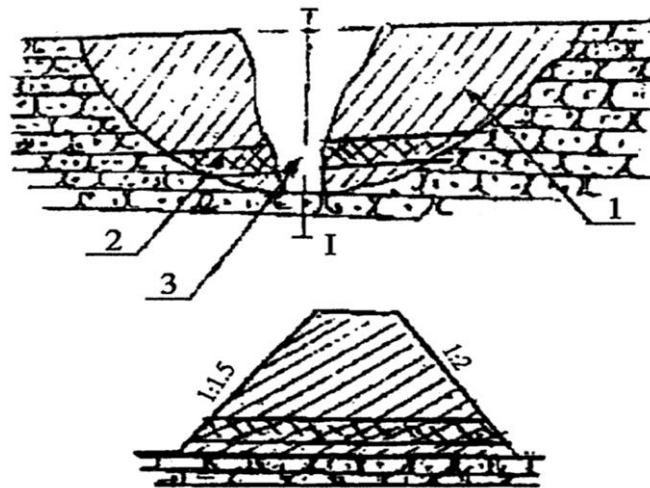




ნახ. 4. მალ-პასეს ბეტონის კაშხლის განივი ჭრილი

### საქართველოში არსებული კაშხლების კატასტროფების ანალიზი

საქართველოს რიგ კაშხლებზე აღინიშნება სხვადასხვა ტიპის დაზიანებები, ამის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მიზეზია წყლის გადადინება კაშხლის თხემზე. მაღალი კაშხლების თხემზე წყლის გადადინების პროგნოზირების მეთოდის დამუშავებულია პროფ. გ. გავარდაშვილის მიერ [Г. Гаварდაшвили, 2010]. კატასტროფის თვალსაჩინო მაგალითია დაბა წყნეთში მომხდარი კატასტროფა (14 მაისი, 1980 წ.), როდესაც 12,0 მ სიმაღლის მიწის კაშხალი დაინგრა, რასაც მოჰყვა შვიდი ადამიანის მსხვერპლი (ნახ. 5).



ნახ. 5. მიწის კაშხლის გარღვევა დაბა წყნეთში (1980 წ.)

კატასტროფის მიზეზი იყო კაშხლის მშენებლობისას დაშვებული დეფექტები, კაშხლის გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესუსტება ექსპლუატაციის 30 წლის განმავლობაში, წყალსაცავის შევსების, დაცლისა და მაღალი ინტენსივობის თავსხმა წვიმების გამო გამოწვეული კაშხლის ქვედა ბიფის გამორეცხვა. ამ ფაქტორმა გამოიწვია ფილტრაციის სიგრძის შემცირება, რამაც სულ ერთი საათის განმავლობაში წყლის დონის უეცარი აწევის (40-50 სმ-ით) გამო გაიზარდა ფილტრაციის ხარჯი. ჰიდროდინამიკური ზემოქმედების გამო დაიწყო კაშხლის ქვედა ფერდის ჯდენა, წარმოიშვა ნაპრალი. შემოკრებილი ფილტრაციის წყლის ჭავლმა

გამოიწვია ქვედა ფერდის მდგრადობის შემცირება. ქიშხე წარმოშობილი ნაპრალი გავრცელდა კაშხლის ტანში, მთელ სიგრძეზე, საიდანაც წყალმა უფრო გააგანიერა და გააღრმავა ნაპრალი, რის შედეგადაც ჩამოცურდა კაშხლის ქვედა ბიეფის ჯერ მარცხენა, შემდეგ მარჯვენა ნაწილი. წყალგაჯერების კოეფიციენტის მნიშვნელობა შეადგენდა 0,9-1,0-ს, რის გამოც კაშხლის დაძვრის მახასიათებელი შემცირდა.

დალის მთის მიწის კაშხლის თხემზე წყლის გადადინების გამო კაშხალი მწყობრიდან გამოვიდა და წყალსაცავი დღემდე დაცლილია.

2010 წლის აპრილში, ინტენსიური წვიმების შედეგად, ჭერემის წყალსაცავში აღინიშნებოდა წყლის დონის მკვეთრი მატება, რასაც თან სდევდა ნაპირების წარცხვა, წყალსაგდების სათავესთან ბეტონის ფილების გამორეცხვა და ხიდის დანგრევა (ფოტო 8). წყლის შესაძლებელი გამოხეთქვის გამო სახიფათო სიტუაცია შეიქმნა ქ. გურჯაანში. ოპერატიულად ჩატარდა პრევენციული ღონისძიებები. კატასტროფული წყალსაგდების ჩარეცხვადი კალაპოტი გამაგრდა ქვიშიანი ტომრებით, მიმართული აფეთქებით გაიწმინდა დალამული წყალსაში (საირიგაციო მილი). ჩატარებული ღონისძიებების შედეგად წყალსაცავში წყლის დონე დაყვანილ იქნა მინიმუმამდე. ამჟამად, წყალსაცავი არ ფუნქციონირებს.



ფოტო 8. ავარია ჭერემის წყალსაცავის წყალსაგდებზე

2015 წლის 13 ივნისის ღამეს თბილისში დატრიალდა ტრაგედია, რომლის მიზეზი დიდი ნალექის ზემოქმედებით წყნეთი-ბეთანიის მონაკვეთზე მთის მასის დიდი სიმაღლიდან ჩამოშვება გახდა. მისი ჩამოშლილი ღვარცოფული მასა მდინარე ვერეს შეუერთდა, რამაც მისი კალაპოტის გადაკეტვა და დატბორვა გამოიწვია. დაგუბებულმა წყალმა შექმნილი დამბა გაარღვია და მდ. ვერეს ხეობის მიმდებარე ტერიტორიაზე წყლის მოვარდნა გამოიწვია. მეწყერმა, რომლის სიგრძე 4 კმ და სიგანე 600 მ იყო, ორი გზა გამოიარა: წყნეთი-სამადლოს საავტომობილო გზაზე ჩაწყდა 400-მეტრიანი მონაკვეთი, სოფელ ახალდაბასთან მისასვლელი გზა პარალიზებული იყო. მდინარე ვერემ ღვარცოფული მასა უნივერსიტეტის დასახლებიდან გმირთა მოედნამდე ჩაიტანა. ახალგაკეთებულ გვირაბებში ნაშალი მასალის ნაკადმა ვერ გაიარა, გვირაბში გაიჭედა და წყლის ტალღამ მდ. ვერეს ხეობა მთლიანად დატბორა. მოვარდნილმა წყალმა სვანიძის ქუჩაზე გაიარა და გმირთა მოედნამდე ჩავიდა (იხ. ფოტო 9). დროის მოკლე მონაკვეთში ამ ტერიტორიაზე წყლის ხარჯი 1000 მ<sup>3</sup>/წმ-ს აღწევდა (აქედან მდ. მტკვრის ხარჯი 400 მ<sup>3</sup>/წმ). მოვარდნილი ტალღის სიმაღლე 7-8 მეტრს აღწევდა. კატასტროფას ემსხვერპლა 19 ადამიანის სიცოცხლე, 4 ადამიანი დაკარგულია, სახლ-კარის გარეშე დარჩა 400-მდე ადამიანი და ზარალმა 100 მლნ ლარს მიაღწია.



ფოტო 9. კატასტროფა მდ. ვერეს ხეობაში (2015 წ.)

საბედნიეროდ, საქართველოში ქვანაყარი და ბეტონის კაშხლების მსგავსი ტიპის კატასტროფები არ ყოფილა.

### კაშხლების უსაფრთხოების შეფასება

მიწის, ქვანაყარი და ბეტონის კაშხლების ავარიების, დაზიანების და კატასტროფების (შემდგომში-ინციდენტების) უსაფრთხოება წარმოადგენს მეტად რთულ ამოცანას. ამ კვლევების ერთ-ერთი ფუძემდებელი იყო გამოჩენილი ქართველი მეცნიერი, აკადემიკოსი ც. მირცხულავა [Мирцхулава Ц.Е., 1989]. შევასოთ კაშხლების უსაფრთხოება მათი ტიპის მიხედვით (მიწის, ქვანაყარი, ბეტონის) ინციდენტების ბანკის საფუძველზე. ინციდენტების უსაფრთხოების რაოდენობრივი შეფასება ტარდება სტატისტიკური ან ალბათური მეთოდების გამოყენებით. ამ სტატისტიკური შეფასებით ტარდება კაშხლების ექსპლუატაციის (მუშაობის წლების) სტატისტიკური მონაცემების გამოყენებით, რომლის მეშვეობით დგინდება ის საშუალო ვადა, რომლის პერიოდში ხდება ერთი ინციდენტი

$$t_{05} = \sum_i^m t_i / n_{05}, \quad (1)$$

სადაც  $t_{05}$  ექსპლუატაციის ხანგრძლივობაა (ფუნქციონირების წლების რაოდენობა) კაშხლის მოცემული ტიპისათვის,  $n_{05}$  - ინციდენტის საერთო რიცხვი განსახილველი პერიოდისათვის,  $m$  - მოცემული ტიპის კაშხლების რაოდენობა.

ანალოგიურად შეიძლება იქნეს განხილული წლების საშუალო რაოდენობა, რომელიც მოდის ერთ ინციდენტზე. მოცემული მიდგომით შეიძლება დადგინდეს კაშხლების უსაფრთხოების კერძო ალბათური მაჩვენებელი, რომელიც ასახავს იმ კერძო მიზეზთა გამოვლინებას, რომელთაც მივყავართ ინციდენტამდე. კაშხლების უსაფრთხოების შესახებ ინფორმაციამ შეიძლება შეგვიქმნას წარმოდგენა, რომ კაშხლების ფუნქციონირების რიცხვი ყოველ 100 წელიწადში:

$$n_{100} = 100n_c / n_{კერ}, \quad (2)$$

სადაც  $n_c$  და  $n_{კერ}$  შესაბამისად ინციდენტების და წლების რიცხვია გასაანალიზებელი პერიოდისათვის. სტატისტიკური მაჩვენებლები გვაძლევენ საშუალებას შევაფასოთ ობიექტების ფუნქციონირების უსაფრთხოების დონე; გავითვალისწინოთ ყველა ფაქტორი და მიზეზი, რომლებიც განაპირობებენ ინციდენტურ სიტუაციებს; შევიქმნათ წარმოდგენა კონსტრუქციებისა და კაშხლების სრულყოფილების ხარისხზე; შევადაროთ სხვადასხვა ტიპის კაშხლების უსაფრთხოების დონეები. სხვადასხვა ტიპის კაშხლების - მიწის, ქვანაყარი, ბეტონის ინციდენტების ხელშემწყობი ფაქტორების სტატისტიკური ინფორმაციის (ცხრ. 2) საფუძველზე გამოვიანგარიშოთ მათი ექსპლუატაციის (მუშაობის წლების) ის საშუალო ვადა ( $t_{დაზ.}, t_{ავ.}, t_{კატ.}$ ), რომელიც მოდის ერთ ინციდენტზე (დაზიანება, ავარია, კატასტროფა):

**ანგარიში:** დაზიანების, ავარიისა და კატასტროფის საშუალო ვადა, რომელიც მოდის ერთ ინციდენტზე (მაგ., 100 წლის მანძილზე), იქნება:

ა) მიწის კაშხლებისთვის

$$t_{დაზ.} = \sum \frac{327}{78} = 4.19; \quad t_{ავ.} = \sum \frac{543}{44} = 12.18; \quad t_{კატ.} = \sum \frac{187}{25} = 7.48$$

ბ) ქვანაყარი კაშხლებისთვის

$$t_{დაზ.} = \sum \frac{359}{18} = 19.9; \quad t_{ავ.} = \sum \frac{228}{21} = 10.86; \quad t_{კატ.} = \sum \frac{110}{9} = 12.2$$

გ) ბეტონის კაშხლებისათვის (თაღოვანი გრავიტაციული (თგ), თაღოვანი (თ), ბოტობეტონის (ბბ), კონტროფოსის (კვ) და ძეღყორანის (ძყ) ტიპის კაშხლები განიხილება ბეტონის (ბ) კაშხლებთან ერთად)

$$t_{დაზ.} = \frac{195}{16} = 12.19; \quad t_{ავ.} = \frac{52}{8} = 6.5; \quad t_{კატ.} = \frac{84}{6} = 14.0$$

კაშხლების ექსპლუატაციის საშუალო პერიოდი, რომელიც მოდის ერთ ინციდენტზე (100 წლის მანძილზე), მოყვანილია ქვემოთ:

მიწის კაშხლებისთვის		ქვანაყარი კაშხლებისთვის		ბეტონის კაშხლებისათვის	
$t_{დაზ.}$	4,19	$t_{დაზ.}$	19,9	$t_{დაზ.}$	12,19
$t_{ავ.}$	12,18	$t_{ავ.}$	10,86	$t_{ავ.}$	6,5
$t_{კატ.}$	7,48	$t_{კატ.}$	12,2	$t_{კატ.}$	14



ამრიგად, ექსპლუატაციის პერიოდი, რომელიც მოდის ერთ კატასტროფაზე, ყველაზე ხანგრძლივია ბეტონის კაშხლებისათვის (14 წელი), ანუ ბეტონის კაშხლები ყველაზე საიმედოა. უნდა აღვნიშნოთ, რომ ანგარიშში არ იყო გათვალისწინებული იმ კაშხლების ინციდენტები, რომელთა აშენებისა და ინციდენტის წლები არ არის აღნიშნული შესაბამის მონაცემთა ბანკში.

### დასკვნა

ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ ყველაზე დიდი რაოდენობის კატასტროფები მიწის კაშხლებზე მოდის.

დასმული საკითხი მეტად რთულია და როგორც კაშხლის ექსპლუატაციის ხანგრძლივობის პრობლემების კვლევების ფუძემდებელი აკადემიკოსი ც. მირცხულავა აღნიშნავდა - „დიდ ფასეულობას შეიძლება წარმოადგენდეს მიახლოებითი შეფასებებიც კი, რომლებიც საორიენტაციოდ განსაზღვრავს ტექნოგენული სისტემების ხანგრძლივობას.“

### ლიტერატურა

1. Гавардашвили Г.В. – Компьютерная имитация в случае разрушения Ингурской плотины. Сборник научн. трудов Института водного хозяйства, Грузия, N 65, Тбилиси, 2010 г, стр. 42÷52.
2. Иорданишвили И.К., Иорданишвили К.Т., Вопросы эко-эволюции горных водохранилищ Грузии, Универсал, Тбилиси, 2012 г., 186 стр. (монография на русском языке);
3. იორდანიშვილი ი., იორდანიშვილი კ. საქართველოს მთის წყალსაცავები და გარემოზე მათი ზემოქმედება, უნივერსალი, თბილისი, 2010, 350 გვ.
4. Мирцхулава Ц.Е. Безопасность плотин: состояние проблемы, пути решения. Мелиорация и водное хозяйство, N 10, 1989 г., стр. 11-18.



## ПРЕССИОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ ПЛОТНОСТИ ТЕЛА ЗЕМЛЯНЫХ ПЛОТИН

Итриашвили Л.А., Хосрошвили Е.З.

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
пр. И.Чавчавадзе 60<sup>б</sup>, 0179, г. Тбилиси, Грузия  
*E-mail: itriashvili@mail.ru*

### Введение

При строительстве грунтовых плотин контроль качества уплотнения производится путем отбора проб каждого отсыпанного слоя и установления соответствия их характеристик с проектными.

Что же касается действующих плотин, то отбор образцов для испытаний осуществляется путем бурения скважин и послонной выемки кернов. Однако, при этом пробы грунта, как правило, имеют увеличенную плотность, т.к. при бурении уплотняются не только стенки скважины, но и сам образец грунта. Найти же корреляционную зависимость между объемной массой керна и проектной плотностью практически невозможно.

Поэтому, привлечение других методов определения плотности грунта в теле действующих плотин, лишенных вышеуказанных недостатков, намного упростило бы осуществление контроля за состоянием этих сооружений.

В этом направлении перспективным является использование ультразвукового прессиометрического метода, который позволяет измерять характеристики грунтов в любой точке по всей глубине тела плотины.

Кроме того, уплотнение стенок буровой скважины не влияет на результат испытаний, т.к. дальность распространения ультразвуковой волны намного превышает толщину уплотненного слоя скважины.

### Основная часть

Принцип ультразвукового метода контроля во время строительства плотины базируется на установлении корреляционных связей между плотностью, влажностью и другими физико-механическими показателями грунтов и их акустическими характеристиками. Такие связи и численные значения входящих в них коэффициентов, устанавливаются на основании аналитической или графической обработки экспериментальных данных параллельных испытаний, выполняемых в стационарных геотехнических лабораториях [1].

Погрешность измерения времени распространения ультразвука  $t$  не должна превышать значения:

$$\Delta = \pm (0.01t + 0,1) \text{ мкс} \quad (1)$$

По измеренным значениям  $t$  и  $\ell$ , вычисляют скорость продольной волны  $V_p$  по формуле:

$$V_p = \frac{10^3 \ell}{t} \text{ м/с}, \quad (2)$$

где  $t$  - время распространения продольной ультразвуковой волны, мкс;  $\ell$  - высота образца (база прозвучивания), мм.

Корреляционное уравнение связи объемного веса влажного или скелета грунта и скорости продольной ультразвуковой волны в общем случае имеет вид:

$$\gamma_y = \bar{k}_\gamma \lg V_p \quad (3)$$

Нормативное значение постоянного коэффициента для данной разновидности грунта, входящего в уравнение (3), устанавливают путем обработки вариационных рядов геотехнических и акустических испытаний образцов по выражению:

$$k_\gamma = \frac{\sum_1^n \gamma}{\sum_1^n \lg v} \quad (4)$$

Количество парных испытаний  $n$ , необходимых для установления нормативных значений корреляционных коэффициентов, подбирают по таблице 1 и формуле:

$$n = t_\alpha^2 \frac{v^2}{\rho^2}, \quad (5)$$

где  $\rho$  коэффициент при односторонней доверительной вероятности  $P=0,9$ .

Таблица 1

**Показатель точности определения среднего значения характеристик**

Наименование физико-механических характеристик грунта	Коэффициент вариации	Показатель точности	Коэффициент корреляции 0,90	Количество определений характеристик грунтов
Объемный вес (плотность)	0,05	0,015	1,32	20
Влажность	0,15	0,05	1,34	16
Модуль деформации	0,30	0,10	1,34	16
Сопrotивление срезу	0,20	0,10	1,40	8

Оценку сходимости (надежности) показателей, вычисленных по корреляционным уравнениям с результатами лабораторных испытаний, выполняют по зависимости:

$$\Delta A = \frac{A_r - A_y}{A_y}, \quad (6)$$

где  $A_r$  - среднее (нормативное) значение геотехнического показателя установленного в лаборатории;  $A_y$  - среднее значение того же показателя, вычисленного по корреляционным зависимостям.

Количественную тесноту связи значений  $A_r$  и  $A_y$  следует оценивать руководствуясь таблицей 2:

Таблица 2

Значения $\Delta A$	Показатели			
	Объемный вес (плотность)	Влажность	Модуль деформации	Сопротивление срезу
0	очень хорошая			
0 – 0,05	удовлетворительная	хорошая		
0,05 – 0,10	слабая	удовлетворительная		
более 0,10	очень слабая			

Используя формулу 1, по установленному корреляционному уравнению строят рабочие тарифовочные номограммы, которые используют в течение всего периода геотехнического контроля сооружений. Пример совмещенной рабочей тарифовочной номограммы «плотность – скорость» и «влажность – скорость» приведен на рис. 1, [2].

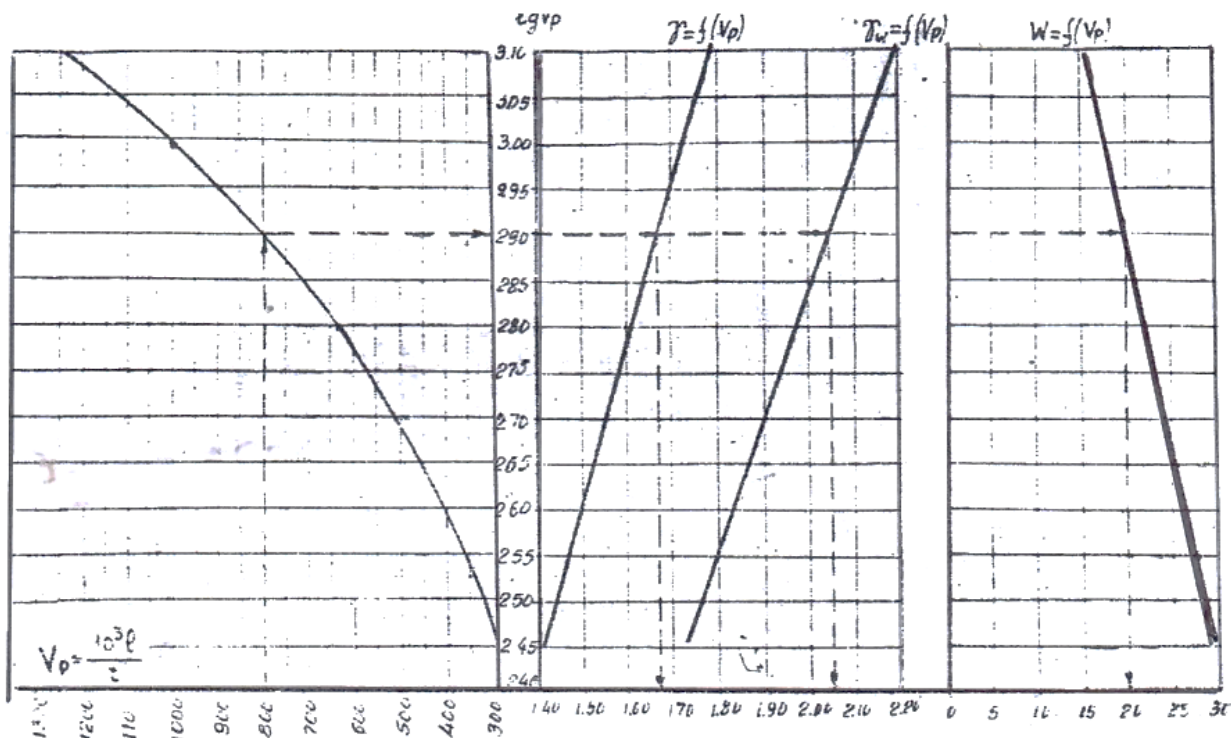


Рис. 1. Рабочая тарифовочная номограмма

Корреляционные связи между скоростью продольных ультразвуковых волн  $V_p$  и влажностью грунта  $W$  могут иметь как прямую, так и обратную зависимость и, в общем случае, аппроксимируются линейными уравнениями вида:

$$W_y = \pm a \pm b \lg V_p, \tag{7}$$

где  $a$  и  $b$  постоянные для данной разновидности грунта.

Для установления численных значений этих постоянных строят график связи лабораторных значений влажности  $W$  и скорости продольных волн  $V_p$ , или  $\lg V_p$ . По нанесенным на графике точкам проводят прямую, на которой выбирают две достаточно удаленные друг от друга точки с координатами  $W_1, \lg V_1$  и  $W_2, \lg V_2$  и из двух уравнений

$$\left. \begin{aligned} W_1 &= a + b \lg V_1 \\ W_2 &= a + b \lg V_2 \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

определяют параметры:

$$a = \frac{W_2 \lg V_1 - W_1 \lg V_2}{\lg V_1 - \lg V_2}$$

$$b = \frac{W_1 - W_2}{\lg V_1 - \lg V_2} \quad (9)$$

Оценку сходимости значений  $W_y$ , вычисленных по корреляционному уравнению лабораторными значениями выполняют по условию 5. По установленному корреляционному уравнению строят тарировочную номограмму «влажность – скорость» (рис.1).

Примеры тарировочных номограмм, построенных по корреляционным уравнениям, приведены на рисунках 2 и 3.

Таблица 3

**Корреляционные уравнения для определения деформационных и прочностных характеристик грунтов**

Показатель физико-механических характеристик	Корреляционные уравнения
Модуль деформации	Общий вид - $E=K_1 E_g$ пески и супеси - $E=K_z(0,74 V_p^2 \gamma)$ суглинки - $E=K_c(0,62 V_p^2 \gamma)$ глины - $E=K_e(0,39 V_p^2 \gamma)$
Модуль осадки	Общий вид - $M=K_M E_g$ пески и супеси - $M=K_M(0,74 V_p^2 \gamma)$ суглинки - $M=K_M(0,62 V_p^2 \gamma)$ глины - $M=K_M(0,39 V_p^2 \gamma)$
Тангенс угла внутреннего трения	Общий вид - $\operatorname{tg} \varphi = k_\varphi G$ пески и супеси - $\operatorname{tg} \varphi = K_\varphi (0,59 V_p)^2 \gamma$ суглинки - $\operatorname{tg} \varphi = K_\varphi (0,48 V_p)^2 \gamma$ глины - $\operatorname{tg} \varphi = K_\varphi (0,37 V_p)^2 \gamma$
Удельное сцепление	Общий вид - $C=K_c G$ пески и супеси - $C=K_c(0,59 V_p)^2 \gamma$ суглинки - $C=K_c(0,48 V_p)^2 \gamma$ глины - $C=K_c(0,37 V_p)^2 \gamma$

В формулах приняты следующие обозначения:  $K_E$ ,  $K_M$ ,  $K_\phi$ ,  $K_C$  - постоянные для данной разновидности грунта, устанавливаемые путем аналитической или графической обработки вариационных рядов геотехнических и акустических испытаний;  $E_g$  - модуль упругости Юнга;  $G$  - акустический модуль сдвига;  $\mu$  - коэффициент Пуассона, принимаемый равным: для пескови супесей - 0,30, суглинков - 0,35, глин - 0,42.

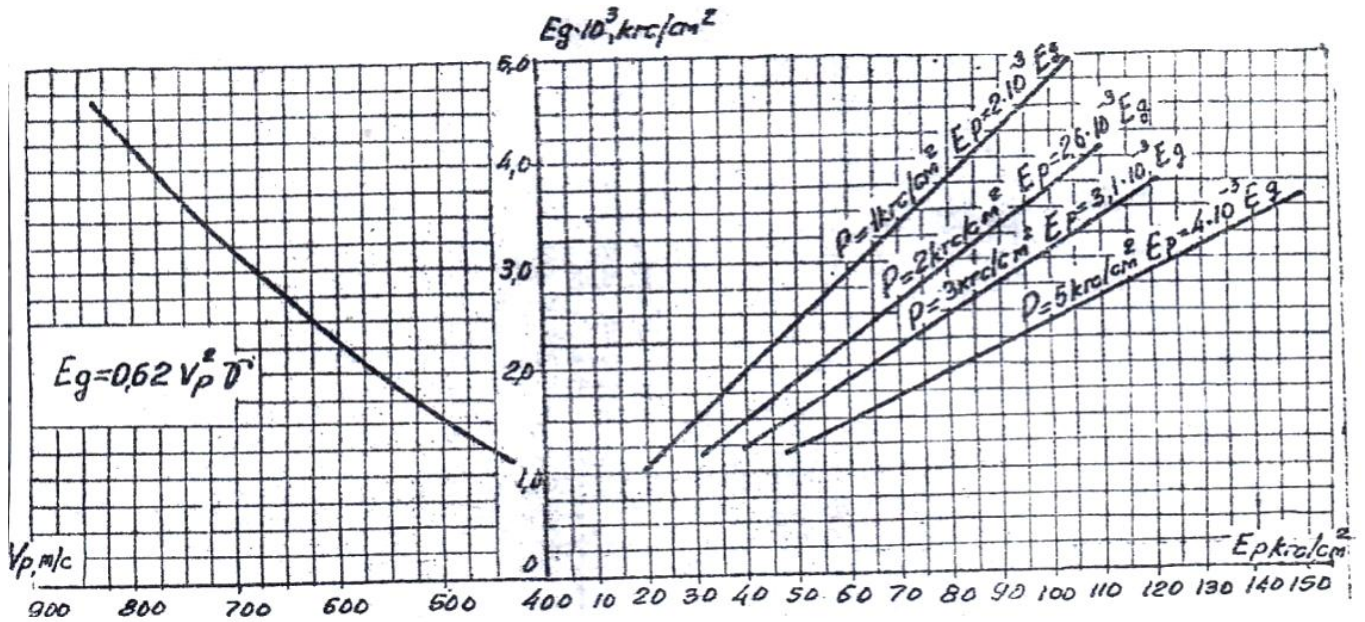


Рис. 2. Номограмма для определения модуля деформации,  $E_p$  кгс/см<sup>2</sup>

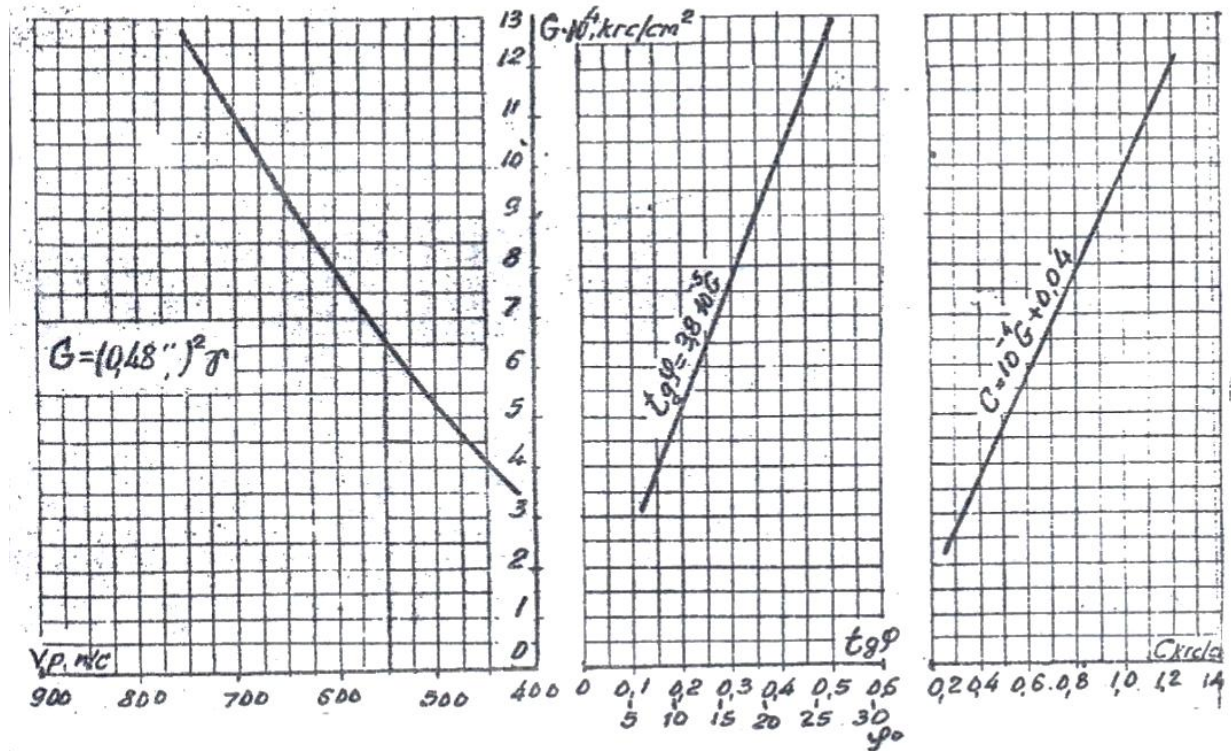


Рис. 3. Номограмма для определения  $tg \phi$  и  $C$

**Выводы**

Производственные испытания прессиометрического метода на плотине Алгетского водохранилища (соответствующие цифровые показатели приведены в таб. 4) показали хорошие результаты, что указывает на практическую применимость метода для строительного и мониторингового контроля тела земляных плотин [3].

**Таблица 4**

Влажн., W	Объемная масса, т/м <sup>3</sup>		Высота образца, L <sub>мм</sub>	Время пробега волны, с		(t <sub>1</sub> +t <sub>2</sub> )/2, с	V <sub>p</sub> , м/сек	lgV <sub>p</sub>	Kγ	γ <sub>y</sub>	$\frac{\gamma}{\gamma_y}$
	Влажн.	Скел.		t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>						
15,5	1,95	1,69	95	101	105	103	527	2,97	0,57	1,71	0,99
17,8	1,94	1,65	96	129	125	127	756	2,88	0,57	1,66	0,99
21,5	2,11	1,74	99	100	96	98	1020	3,00	0,58	1,73	1,01
22,6	2,10	1,74	100	86	84	85	1176	3,07	0,57	1,77	0,98
23,4	2,05	1,67	95	150	150	160	633	2,80	0,60	1,62	1,03
26,9	2,02	1,57	93	138	134	136	684	2,84	0,55	1,64	0,96

**Литература**

1. Рекомендации по испытанию грунтов методом прессиометрии. ПНИИИС Госстроя СССР. Стройиздат 1985 г.
2. Итриашвили Л.А., Хосрошвили Е.З., Натрошвили Г.Т. Методика расчета устойчивости верхового откоса грунтовых плотин при переменном напорном режиме. Сборник трудов Института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава Грузинского технического Университета, № 71, 2016.
3. Абелишвили Г.В., Тевзадзе Т.В., Итриашвили Л.А. Результаты прессиометрических определений плотности плотины на р. Алгети. Труды ГрузинГИМ, Тбилиси, 1991.



## ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОРОШЕНИЯ ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ (БАССЕЙН Р. КУРА)

Итриашвили Л.А., Глунчадзе М.

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
пр. И. Чавчавадзе 60<sup>б</sup>, г. Тбилиси, 0179, Грузия  
*E-mail: itriashvili@mail.ru*

### Введение

Более 70% территории Восточной Грузии (бассейн р. Кура) расположена на высоте 500 – 1800 м и представляет собой зону интенсивного земледелия. Однако, рельефные и климатические условия, режим и география стока рек, а также аридность территории определяют особенности водных ресурсов, которые в свою очередь определяют особенности водных отношений.

Одной из главных особенностей региона является тало-дождевое питание рек аридной зоны, что обуславливает специфический характер стока, который, в отличие от рек ледникового питания, не совпадает с ирригационными режимами, так как максимальное водопотребление приходится на меженный период. Следует также отметить, что хотя удельные показатели водных ресурсов Восточной Грузии (на душу населения более 4600 м<sup>3</sup>/год) не только не ниже, но часто и выше тех же показателей других стран аридной зоны, условия их использования специфичны и сложны. Следует также учитывать, что водопотребление Азербайджана во многом зависит от передаваемого Грузией стока. Кроме того, сравнительно малые площади расположения сельхозугодий как по горизонтали, так и по высоте, также осложняют устройство оросительных сетей. Положительным фактором можно считать возможность самотечного полива. Все выше сказанное и определяет специфичность и особенности орошения этого региона.

### Основная часть

В связи с тем, что специфичность ирригации Восточной Грузии насчитывает тысячелетия, не меняется и в обозримом будущем не будет меняться, вопросы орошения следует рассматривать по историческим периодам, которые можно подразделить на шесть основных этапов:

1. До вхождения в состав Российской империи;
2. В составе Российской империи;
3. От советизации до Второй мировой войны;
4. После Второй мировой войны до 1965 г;
5. От 1965 г до восстановления государственности Грузии;
6. После восстановления государственности Грузии.

**Этап 1** - по имеющимся историческим сведениям орошение в бассейне р. Кура и, в частности, Восточной Грузии существовало уже в третьем тысячелетии до нашей эры. В силу густоты гидрографической сети и сложности рельефа оросительные системы характеризовались малыми расходами каналов и малыми площадями орошения. Это облегчало их строительство и быстрое восстановление после разрушительных вражеских нашествий, что способствовало физическому сохранению народа и государства.

Схема оросительных систем Восточной Грузии, которая, в основном, была создана в античную эпоху, была унаследована феодальной Грузией. По мере усиления центральной власти вода переходит во владение правителей. На протяжении всей истории ослабления центральной власти



всегда наблюдался спад ирригации, что характерно исключительно для Грузии. Особенного расцвета орошение достигло в X-XV веках, когда по историческим сведениям площадь орошаемых земель составляла более 130 000 га.

В последующие века монгольское, иранское, арабское и сельджукское нашествия раздробило Грузию и ослабили царскую власть, что привело к уничтожению крупных оросительных систем, однако сельское хозяйство в целом было спасено мелкой, легковосстановливаемой оросительной сетью. В XVIII веке относительное затишье дало возможность, в основном, восстановить разрушенные системы. Этот период характеризуется как орошение без ограничений т.е. полным обеспечением водой.

**Этап 2** - хотя в момент присоединения к Российской империи ирригационное хозяйство Грузии состояло из довольно развитой сети мелких оросительных каналов протяженностью 1752 км и могло обслуживать свыше 100 000 га площадей (таблица 1), никаких перемен к лучшему не происходило.

Таблица 1

Наименование водного округа	Количество основных рек	Площадь орошения, га	Длина каналов, км
Кахетинский	12	7012	160
Тбилисский	31	29643	312
Марнеульский	6	33232	496
Горииский	20	37594	568
Ахалцихский	18	2872	216
Всего	87	109353	1752

Это объясняется рядом причин: с одной стороны затянувшиеся на Кавказе военные действия, а с другой - достаточное количество сельхозпродукции, как для внутреннего потребления, так и для нужд армии. Кроме того, была нарушена старая правовая система управления ирригацией, что привело к полной неразберихе и отсутствию контролера водопотребления, Российская же империя соответствующих законов не имела. Во второй половине XX века зарождающийся в России капитализм потребовал развитие орошения в Восточном Закавказье, в основном, для производства необходимого для хлопковой мануфактуры сырья. Были разработаны проекты строительства крупных оросительных каналов (Нижне - Караяский 225 км, Аксуинский – 375 км, Елизаветпольский 375 км и др.), но все они покрывали, в основном, территорию нынешнего Азербайджана и почти не касались территории Восточной Грузии, где была построена лишь одна Мариинская (Гардабанская) оросительная система (15 тыс га), которая в силу ряда причин практически не функционировала. Орошение Восточной Грузии оставалось фактически на прежнем уровне, но, несмотря на это, производство сельхозпродукции было вполне достаточным для внутренних нужд.

**Этап 3** - в 1921 году после оккупации Грузии Советской Россией водные отношения перешли в ведение государства совершенно новой общественной формации. Национализация земель, создание колхозов и совхозов привели к необходимости строительства крупных оросительных систем, соответствующих крупному общественному земледелию и резкому увеличению водопотребления в орошении. Этот период характеризуется восстановлением запущенных и пришедших в негодность старых оросительных каналов и началом строительства новых оросительных систем. Оросительный фонд возрос на 146 тыс га и составил 241 тыс га. Необходимо отметить, что такой прирост происходил, в большинстве случаев, за счет реабилитации старых мелких и средних каналов и строительства малых оросительных систем (Машвельская, Тирипонская, Алазанская), которые проходили по историческим трассам. Указанный период характеризуется как орошение без ограничений, т.е. полной обеспеченностью водой.

## ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОРОШЕНИЯ ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ (БАСЕЙН Р. КУРА)

**Этап 4** - характеризуется широким развитием водохозяйственного строительства. Были построены совершенно новые оросительные системы (Верхне-Самгорская, Салтвийская, Мухранская, Тези-Окамская, Ташикарская, Телетская и другие, а также водохранилища - Сионское - 300 млн м<sup>3</sup> и Тбилиское - 160 млн м<sup>3</sup>), что должно было обеспечить орошение ранее неосвоенных земель площадью 130 тыс га, которые предназначались, в основном, под монокультуры (сады и виноградники). В этот период уже ощущается недостаток водопотребления, на загруженных реках резко уменьшается сток и, соответственно, уменьшается водообеспечение.

**Этап 5** - пожалуй самый масштабный и противоречивый. Создались оросительные системы - Цнорский комплекс, а также Алгетское, Зонкарское, Кушисхевское и др. водохранилища общим объемом 125 млн м<sup>3</sup>. Прирост орошаемых площадей составил 136 тыс га. Однако, несмотря на внешнее благополучие, положение в ирригации было не столь радужным.

В погоне за количественными показателями наряду с «орошаемыми землями» появились «земли с оросительной сетью». В отчетности - как орошаемые учитывались земли, так называемой «малой мелиорации», хотя этот термин не нес какую либо конкретную техническую характеристику. Старые оросительные системы восстанавливались и, таким образом, в орошение вовлекались дополнительные площади. При этом, нарушалось исторически установившееся равновесие между водными ресурсами, орошаемой площадью и пропускной способностью каналов. Приростные земли орошались за счет ограничения в воде земель прежнего орошения, преимущественно, индивидуального пользования. Здесь же немаловажно отметить, что по статистическим данным, доля именно этих хозяйств, площадь которых не превышала 10% от всех сельхозугодий, общая продукция сельского хозяйства составляла: картофель 50%, овощи 50%, зерновые 28%, фрукты 55%, виноград 46%. В животноводстве: мясо 56%, птица 37%, молочные продукты 42%, яйца 28%.

Практически большинство приростных земель были ориентированы на производство садовых культур и винограда, что фактически означало переориентацию сельского хозяйства на монокультуры для обеспечения потребностей СССР.

Оросительные системы в подавляющем большинстве не соответствовали техническим требованиям. Более 70% каналов проходили в открытых руслах, из них около 80% приходилось на земляные, в результате чего из-за больших фильтрационных потерь значительная часть подкомандных площадей орошалась заниженными поливными нормами, а часто и выпадало из орошения. Низкая обеспеченность оросительных систем водохранилищами во много раз снижала водопотребление, которая была значительно ниже расчетного. Из общей полезной емкости ирригационных водохранилищ (730 млн м<sup>3</sup>) для обеспечения Верхне-Самгорской и Нижне-Самгорской систем (57,3 тыс га) было зарегулировано 485 млн м<sup>3</sup> или 74% воды. На остальные 390 тыс га приходилось всего 245 млн м<sup>3</sup> или 26%, что минимум в 8 раз ниже расчетного. Естественно, что такая низкая водообеспеченность в конечном итоге сказывалось на урожайности, которая была чрезвычайно низка и покрывалась как и в ирригации - приписками.

В целом этот период можно охарактеризовать как первый в истории Восточной Грузии, когда спрос на оросительную воду был существенно выше, чем имеющиеся возможности.

**Этап 6** - после обретения независимости и восстановления государственности Грузия, получила в наследство весь комплекс ирригационного хозяйства со своими положительными и отрицательными сторонами. К сожалению, в связи с внутренними неурядицами, военными действиями, переворотами, анархией в народном хозяйстве, эмиграцией почти 30% населения и т.д. - ирригация, а вместе с ней и сельское хозяйство пришли в упадок. Грузия оказалась единственной республикой СССР, которая допустила полную парализацию сельского хозяйства, перерабатывающей промышленности и орошения, выпустив из рук возможности преобразования традиционных крупных хозяйств и их адаптацию с рыночной средой. В результате, обладая достаточными земельными и водными фондами, впервые в своей истории страна превратилась в нетто-импортера пищевых продуктов. На сегодняшний день продукция сельского хозяйства

составляет лишь 9,2% всей внутренней продукции страны, хотя 50% населения являются сельскими жителями, но, в основном, заняты самообеспечением.

Как видно из приведенных показателей (таблица 2), Восточная Грузия впервые в своей истории оказалась перед шокирующим фактом – водообеспечение превысило спрос на оросительную воду.

Таблица 2

Орошаемый земельный фонд, га	Водообесп. земельный фонд, га	Фактически орошенная площадь, га	Водоотем для орошения, тыс м <sup>3</sup>	Фактическая водоподача, тыс м <sup>3</sup>	Потери воды, тыс м <sup>3</sup>	Водоотем на 1 га, м <sup>3</sup>	Водоподача, м <sup>3</sup>
279578	82425	41357	684133	380662	303471	16,5	7,3
100%	30%	15%	100%	55%	45%	100%	45%

Если на этот факт посмотреть с другой стороны, то окажется, что даже при нынешнем положении можно обеспечить поливной водой до 100 тыс га. Если же привести в порядок часть оросительной сети и снизить потери до минимума, в самый короткий срок площадь орошаемых земель увеличится втрое.

Резюмируя все выше приведенное можно утверждать - исходя из имеющихся возможностей площадь орошаемых земель в обозримые сроки возможно довести до 250 тыс га.

### Выводы

В настоящий период продолжается интенсивное строительство водохозяйственных объектов. Введены в эксплуатацию Верхне-Алазанская, Нижне-Самгорская, Сагурамская, Кавтисхевская, Тедзамская оросительные системы. В силу густоты географической сети и сложности рельефа оросительные системы Восточной Грузии исторически характеризовались малыми расходами каналов и малыми площадями орошения, что облегчало их строительство и восстановление и во многом предопределило физическое сохранение народа и государства.

Относительная легкость выведения воды из источников и подачи ее потребителям без дополнительной подкачки обуславливается гипсометрическим командованием над территорией.

Особенностью водных ресурсов Восточной Грузии является тало-дождевой режим стока, что требует сезонного перерегулирования стока в водохранилищах, которые исходя из топографических условий расположены, в основном, на малых и средних реках.

К настоящему времени ирригационное хозяйство Восточной Грузии располагает оросительной сетью длиной 231 880 км и водохранилищами полезным объемом 730 млн м<sup>3</sup>. Конечно, это хозяйство запущено, во многом вышло из строя и не соответствует техническим требованиям, но при должном внимании со стороны государства (реабилитация и усовершенствование ирригационного хозяйства, кооперирование владельцев мелких наделов, организация ассоциации потребителей воды и др) в перспективе может обеспечить качественное орошение не менее 250 тыс га. Причем, все строительные-ремонтные работы, организационные мероприятия государство на определенный период должно взять в свои руки, чтобы не допустить противоречия между водообеспечиванием и водопотреблением. При условии же правильного ведения сельского хозяйства и получения высоких урожаев, страна может не только обеспечить себя достаточной сельхозпродукцией, но и осуществлять ее экспорт в существенных объемах.

Главное - не повторять ошибки прошлого, не ориентироваться на монокультуры, а развивать многоотраслевое сельское хозяйство, чтобы вновь не превратится в придаток какого либо рынка.

### Литература

1. Колесников В. И. Экология и водные отношения Грузии, Мецниереба, Тбилиси, 1992.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР, том 9, Закавказье и Дагестан, Гидрометиздат, Ленинград, 1974.
3. Иорданишвили И.К., Гавардашвил и Г.В., Иремашвили И. Р., Вартанов М.В., Иорданишвили К.Т. Кадастр водных запасов Грузии, Универсал, Тбилиси, 2018.
4. Кавказский календарь, Тифлис, 1905.
5. Грузия, реформы в пищевой промышленности и сельском хозяйстве, Всемирный банк, Вашингтон, 1996.
6. Киквидзе Н.А. Орошение в древней Грузии, Мецниереба, Тбилиси, 1963.
7. Стратегия развития сельского хозяйства Грузии, 2015-2020 годы, Министерство сельского хозяйства Грузии, Тбилиси, 2014.
8. Индикаторы развития мира. Грузия, Всемирный банк, Вашингтон, 2015.

სარწყავი სისტემების შიდასამეურნეო ქსელის  
ექსპლუატაციის პერსპექტივები

ე. კეჩხოშვილი, მ. ვართანოვი, ვ. შურღაია

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60<sup>ბ</sup>, 0179, თბილისი, საქართველო  
*E-mail: v.martin.hm@mail.com*

შესავალი

საექსპლუატაციო ორგანიზაციების მოვლა-შენახვის ხარჯების განსაზღვრისას პრინციპულ მნიშვნელობას იძენს სარწყავი სისტემის ექსპლუატაციაზე ფუნქციების გამიჯვნა. ტრადიციულად, საექსპლუატაციო ორგანიზაცია პასუხისმგებელი იყო სარწყავი სისტემის სათავე ნაგებობასა და უფროსი რიგის გამანაწილებელ არხებზე, რომელთა მომსახურების ზონაში შედიოდა ერთი ან რამდენიმე მეურნეობა. უკანასკნელი რიგის მუდმივი გამანაწილებლები და დროებითი ქსელი, რაც ცნობილი იყო შიდასამეურნეო ქსელის სახელით, იმყოფებოდა მეურნეობის ბალანსზე და მისი მოვლა-პატრონობა მეურნეობის ფუნქციებში შედიოდა. XX საუკუნის მიწურულს, მეურნეობების დაშლასა და ფართობების მცირე ზომის კერძო ნაკვეთებად განაწილებასთან ერთად აღნიშნულმა დაყოფამ დაკარგა აზრი და საექსპლუატაციო ორგანიზაციები, ხშირ შემთხვევაში, იძულებული ხდებიან, მოსახლეობის მოთხოვნით, ყოველწლიურად, მოაწყონ დროებითი ქსელის უფროსი რიგის არხები. მეურნეები უზრუნველყოფენ მხოლოდ მათი ნაკვეთების მოსარწყავად კვლების მოწყობას. ამის შედეგად საექსპლუატაციო ორგანიზაციებს დაემატა საკმაოდ შრომატევადი სპეციფიკური სამუშაო, რამაც მნიშვნელოვნად გაზარდა სარწყავი სისტემების მოვლა-შენახვის ხარჯები.

ძირითადი ნაწილი

ქვეყნის განვითარების დღევანდელი ეტაპის ძირითადი მოთხოვნაა ფერმერებში საზოგადოებრივად და სოციალურად აქტიური ცხოვრების წესის ჩამოყალიბება და მათი ჩართვა სამელიორაციო ინფრასტრუქტურის მართვაში. ამ თვალსაზრისით მიზანშეწონილია საერთაშორისო გამოცდილების გაზიარება – ფერმერების გაერთიანების (პირობით ამხანაგობების) ჩამოყალიბება, მით უფრო, რომ ასეთი გამოცდილება უკვე არსებობს. XXI საუკუნის დასაწყისში საქართველოში მსოფლიო ბანკის დაფინანსებით დაიწყო ამგვარი გაერთიანებების ჩამოყალიბება. ზოგიერთი დადებითი ასპექტის მიუხედავად, გარკვეული სუბიექტური და ობიექტური მიზეზების გამო, ეს წამოწყება 4-5 წლის შემდეგ გაჩერდა. სამელიორაციო სისტემების ექსპლუატაციის ოპტიმალური სქემის დასამუშავებლად აუცილებელია აღნიშნული სამუშაოს დასრულება გამოვლენილი ნაკლოვანებების გათვალისწინებით.

აქტიური მონაწილეობისთვის მნიშვნელოვანია ჩამოყალიბდეს დამოუკიდებელი მართვის სტრუქტურები, რომლებიც განახორციელებენ წყლის მართვას და მოახდენენ შრომითი და მატერიალური რესურსების მობილიზებას ამხანაგობის მომსახურების ტერიტორიაზე არსებული სამელიორაციო ქსელის ექსპლუატაციისთვის.

ამხანაგობები უნდა შეიქმნას ტერიტორიული პრინციპით, ე.ი. ძირითადად იგი უნდა აერთიანებდეს ერთი სოფლის ფერმემებს იმ შემთხვევაშიც, თუ სოფელს ემსახურება ერთი საექსპლუატაციო ორგანიზაციის რამდენიმე დამოუკიდებელი არხი. ვინაიდან ნავარაუდევია ამხანაგობის, როგორც დამოუკიდებელი არასახელმწიფო მართვის სტრუქტურის ჩამოყალიბება, სასურველია იგი აერთიანებდეს ფერმერთა მნიშვნელოვან რაოდენობას, რაც უზრუნველყოფს ამხანაგობის ფინანსურ სიმძლიერეს. აქედან გამომდინარე, ერთი სარწყავი სისტემის მომსახურების ზონაში შესაძლებელია ერთი საკრებულოს (რაიონის) რამდენიმე სოფლის გაერთიანება. ამხანაგობა აუცილებლად უნდა შეიქმნას ნებაყოფილობით. ამხანაგობის ფუნქციონირების უმაღლეს ორგანოს წარმოადგენს წევრთა კრება.

თუ ამხანაგობის ნაკვეთებს ემსახურება რამდენიმე გამანაწილებელი (დამოუკიდებელი არხი) ან ამხანაგობა შექმნილია რამდენიმე სოფლის ფერმერების მიერ, იმისთვის, რომ კრების გადაწყვეტილება ერთნაირად სამართლიანი იყოს ყველასთვის, კრებას უნდა ესწრებოდეს სოფლის ამ უბნების, და ამ სოფლების ფერმერთა საერთო რაოდენობიდან კვორუმისთვის საჭირო რაოდენობის წევრი.

წევრთა კრებებს შორის პერიოდებში ამხანაგობის მმართველი ორგანო არის **საბჭო**. თუ ამხანაგობა შექმნილია რამდენიმე სოფლის ან სხვადასხვა არხებზე ჩამოკიდებული ნაკვეთების მფლობელი ფერმერებისგან, საბჭოში აუცილებლად უნდა იყოს მათი წარმომადგენლები.

საბჭო თავისი რიგებიდან ირჩევს თავმჯდომარეს, რომელიც წარმოადგენს ამხანაგობის ინტერესებს სოფლის (სოფლების) და რაიონის ხელმძღვანელობაში და ახორციელებს მის ყოველდღიურ ოპერატიულ მართვას.

ამხანაგობის საბჭოს წევრებად და განსაკუთრებით თავმჯდომარედ არჩეული უნდა იყვნენ ავტორიტეტული პირები, ე.წ. არაფორმალური ლიდერები, რომელთა მიერ მიღებული გადაწყვეტილებანი არ გამოიწვევს ეჭვს მოსახლეობაში და მისაღები იქნება ამხანაგობის ყველა (უმეტესი) წევრისთვის.

იმისათვის, რომ ამხანაგობის გადაწყვეტილებებს ჰქონდეს უფრო მეტი წონა, სასურველია თავმჯდომარე (საბჭოს წევრი) იმავდროულად იყოს არჩეული სოფლის გამგეობაშიც.

საბჭომ, ამხანაგობის პრაქტიკული საქმიანობის წარმართვისთვის, უნდა შეარჩიოს აღმასრულებელი მენეჯერის კანდიდატურა, იგი შეიძლება არ იყოს ამხანაგობის წევრი, მაგრამ სასურველია იყოს ამ სოფლის ან, უკიდურეს შემთხვევაში, რაიონის მაცხოვრებელი. მიზანშეწონილია, მენეჯერს ჰქონდეს ტექნიკური განათლება (ბაკალავრის დონეზე მაინც), უმჯობესია სასოფლო-სამეურნეო მელიორაციის განხრით.

ამხანაგობა თავისი მომსახურების ტერიტორიის ფარგლებში ექსპლუატაციას გაუწევს სამელიორაციო ქსელს და მასზე არსებულ ნაგებობებს. აღნიშნული შეიძლება მოიცავდეს საირიგაციო/სადრენაჟო შიდასამეურნეო ქსელების არხებისა და კოლექტორების, მარტივი ტიპის ჰიდროტექნიკური ნაგებობების, ცალკე მდგარი ტუმბო-აგრეგატების, ჭების (ჭაბურღილების), ლოკალური სისტემების მოწყობას, რემონტსა და მოვლა-პატრონობას.

ამხანაგობამ წყლის მიღებისათვის ხელშეკრულება უნდა გააფორმოს შპს „საქართველოს მელიორაციის“ შესაბამის სერვის-ცენტრთან, რომელსაც იგი გადაუხდის წევრებისაგან აკრეფილ მოხმარებული წყლის საფასურს.

სარწყავი სეზონის დასრულებისთანავე აღმასრულებელმა მენეჯერმა უნდა უზრუნველყოს ამხანაგობის სარწყავი ქსელის მდგომარეობის შესწავლა (ინვენტარიზაცია) და დასახოს აუცილებლად ჩასატარებელი სარემონტო ღონისძიებანი. ეს ჩამონათვალი

დამტკიცებული უნდა იყოს წევრთა კრების მიერ და შესრულდეს დამდეგ გაზაფხულამდე, დროებითი ქსელის მოწყობასთან ერთად.

ამხანაგობის სარწყავი ქსელის რემონტის, მოვლა-შენახვისა და დროებითი ქსელის მოწყობის სამუშაოები უნდა შესრულდეს ამხანაგობის წევრების მიერ უსასყიდლოდ. ამხანაგობის წევრის კუთვნილი ტექნიკის გამოყენების შემთხვევაში უნდა ანაზღაურდეს საწვავ-საცხები მასალის ხარჯი და ტექნიკის რემონტი, თუ იგი გაფუჭდება. სამუშაოების შესრულების დროს, თუ გარკვეული სამუშაოების შესასრულებლად ამხანაგობას არ გააჩნია შესაბამისი ტექნიკა ან ამხანაგობის წევრებს – სათანადო კვალიფიკაცია, ამხანაგობის მენეჯერმა უნდა დაიქირაოს სათანადო ტექნიკა ან სპეციალისტები.

ამხანაგობის ტერიტორიაზე მდებარე სერვის-ცენტრის ბალანსზე რიცხული არხებისა და ნაგებობების მოვლა-შენახვისა და სარემონტო სამუშაოების ჩატარების დროს სასურველია კვალიფიკაციის მიხედვით ამხანაგობის წევრების უპირატესი დასაქმება (დაქირავება) სამუშაოთა წარმოებაზე სერვის-ცენტრის სპეციალისტების კონტროლით.

მომავალი სარწყავი სეზონის დაწყებამდე ამხანაგობის წევრებთან და არაწევრ მომხმარებლებლებთან ერთად უნდა შეგროვდეს ინფორმაცია მომსახურების ტერიტორიაზე სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განლაგების გეგმის შესახებ. ამ ინფორმაციის საფუძველზე აღმასრულებელმა მენეჯერმა უნდა შეადგინოს ფართობების რწყვის გეგმა-გრაფიკი და დაადგინოს ნაკვეთების რწყვის რიგითობა, რომელიც შემდგომ მკაცრად უნდა იყოს დაცული.

სარწყავი სეზონის განმავლობაში აღმასრულებელმა მენეჯერმა დაქირავებულ მუშაკებთან (მრწყველებთან) ერთად უნდა უზრუნველყოს წყლის მიყვანა ყოველ ნაკვეთამდე, რწყვის შემუშავებული გრაფიკის მიხედვით. რიგითობის დაცვის ზედამხედველობა უნდა განახორციელონ მრწყველებმა.

ვინაიდან სამელიორაციო სისტემები აღჭურვილია ძირითადად ხარჯის გამზომი მოწყობილობებით, მოხმარებული წყლის კონტროლი მენეჯერმა უნდა განახორციელოს ყოველდღიურად, სერვის-ცენტრის წარმომადგენელთან ერთად. ერთსა და იმავე დროს თუ გამანაწილებელი არხი ემსახურება ერთი ამხანაგობის ფართობს, წყალმზომი უნდა მოეწყოს გამანაწილებელ კვანძთან (სათავე ნაგებობასთან), ამხანაგობის ფართობების დასაწყისში; თუ გამანაწილებელი არხით ირწყვება რამდენიმე ამხანაგობის მიწები, წყალმზომები დამატებით უნდა მოეწყოს ამხანაგობების საზღვრებზე.

ამხანაგობა ფერმერთა და სოფლის მცხოვრებთა ნებაყოფილობითი არასახელმწიფო გაერთიანებაა, ამდენად მისი ფინანსური დამოუკიდებლობა გარანტირებული უნდა იყოს საწევრო გადასახადითა და გაწეული სამელიორაციო მომსახურების საფასურით. გარდა ამისა, ამხანაგობამ უნდა დაფაროს მოხმარებული სარწყავი წყლის ღირებულება „საქართველოს მელიორაციის“ მიერ დადგენილი ტარიფისა და სერვის-ცენტრის მიერ შემუშავებული გრაფიკის მიხედვით. ეს ცხადყოფს, რომ ამხანაგობის ფინანსური სიძლიერე მთლიანად არის დამოკიდებული მომსახურების გადასახადის სწორედ განსაზღვრასა და მოსახლეობის გადახდისუნარიანობაზე.

ამხანაგობის ბიუჯეტის შემოსავლების ნაწილი ფორმირდება მისი წევრების საწევრო შენატანით და გადასახადით წევრებისა და არაწევრი მოსახლეობის სამელიორაციო მომსახურებაზე. საირიგაციო ამხანაგობებში მოხმარებული სარწყავი წყლის საფასური, მიუხედავად იმისა, რომ შეიძლება შეიკრიბოს მომსახურების გადასახადთან ერთად,



ამხანაგობის ბიუჯეტში არ შედის, ვინაიდან შეგროვებისთანავე გადაირიცხება ადგილობრივი სერვის-ცენტრის ანგარიშზე.

საწევრო შენატანი და მომსახურების გადასახადი განსაზღვრული უნდა იყოს იმ ოდენობით, რომ დაფაროს ამხანაგობის ყველა ხარჯი. საწევრო შენატანი დამოკიდებული უნდა იყოს მხოლოდ ამხანაგობის წევრთა რაოდენობაზე, მათი ნაკვეთების სიდიდის მიუხედავად და მიიღება მუდმივად ამხანაგობის ფუნქციონირების მთელი დროის ან საკმაოდ ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში.

სამელიორაციო მომსახურების გადასახადის სიდიდე, დამოკიდებული ამხანაგობის ხარჯების სიდიდეზე, შეიძლება ყოველწლიურად იცვლებოდეს. მომსახურების ხარჯების გადახდა უნდა იყოს ნაკვეთის ფართობის მიხედვით. ეს გადასახადი დაანგარიშდება დიფერენცირებულად – ამხანაგობის წევრი და არაწევრი მომხმარებლისათვის ისე, რომ ნაკვეთის ერთნაირი სიდიდის შემთხვევაში ამხანაგობის წევრის საწევრო შენატანისა და მომსახურების გადასახადის ჯამი ნაკლები იყოს არაწევრი ფერმერის მომსახურების გადასახადზე.

ბიუჯეტის გასავალი ნაწილი მოიცავს დაქირავებულ მუშაკთა შრომის ანაზღაურებას, სარწყავი ქსელის მოვლა-შენახვისა და რემონტის მასალების საფასურს, საოფისე და სამივლინებო ხარჯებს და ბანკის სესხით შესაძლო მომსახურებას. გარდა ამისა, გათვალისწინებული უნდა იყოს სახსრები ამხანაგობის მატერიალურ-ტექნიკური ბაზის განვითარებისთვის და თანხა გაუთვალისწინებელი ხარჯებისთვის.

ამხანაგობის ფუნქციონირების იდეიდან გამომდინარე, საბჭოს წევრები და თავმჯდომარე თავის მოვალეობებს ასრულებენ საზოგადოებრივ საწყისებზე, მათ უნაზღაურდებათ მხოლოდ სამივლინებო ხარჯები (მივლინების შემთხვევაში), გარდა ამისა, ამხანაგობის წევრთა თანხმობითა და გადაწყვეტილებით წარმატებული მუშაობისათვის, წლის ბოლოს, თავმჯდომარეს შეიძლება გამოეწეროს პრემია.

მთელი წლის განმავლობაში ხელფასი გამოეწერება მხოლოდ აღმასრულებელ მენეჯერსა და ამხანაგობის ბუღალტერს, ამავდროულად დასაშვებია ბუღალტერი მუშაობდეს ამხანაგობაში შეთავსებით. სხვა დაქირავებული მუშაკები (მრწყველები, ტექნიკის მომვლელები და ა.შ.) ანაზღაურებას იღებენ, ფაქტიურად, შესრულებული სამუშაოსათვის (დროის გარკვეულ პერიოდში).

ჩამოყალიბებისთანავე ამხანაგობას უვადო სარგებლობაში უნდა გადაეცეს მის ტერიტორიაზე არსებული შიდასამეურნეო ქსელი – ბოლო რიგის გამანაწილებლები მათზე არსებული ნაგებობებით და დროებითი არხები. ცალკე მდგარი ტუმბო-აგრეგატები და ჭები (ჭაბურღილები), მათზე მოწყობილი ლოკალური სარწყავი ან დამშრობი ქსელით წარმოადგენს ამხანაგობის საკუთრებას. საკუთრებაში გადაეცემა აგრეთვე დასაწვიმებელი დანადგარები (აპარატები) და წვეთოვანი რწყვის მოწყობილობათა კომპლექტები.

ნორმალური ფუნქციონირებისათვის აუცილებელია ამხანაგობას გააჩნდეს საკუთარი ან მუშაობის საწყის ეტაპზე იჯარით აღებული ტექნიკა – ტრაქტორები, არხმჭრელები და ა.შ., იმ რაოდენობით, რაც სჭირდება ამხანაგობის ფართობზე დროებითი ქსელის მოწყობას.

### დასკვნა

შემოთავაზებული ამხანაგობების შექმნით შეიძლება გადაწყდეს როგორც საინჟინრო-ეკონომიკური, ასევე სოციალური ხასიათის მთელი რიგი ამოცანები:

1. მოწესრიგდება შპს „საქართველოს მელიორაციის“ სერვის-ცენტრების მუშაობა - მათ მოეხსნებათ არაპროფილური, ხარჯიანი და შრომატევადი სამუშაო, დროებითი ქსელის ყოველწლიური მოწყობა;
2. გაადვილდება სარწყავი წყლის გადახდის პროცედურა - ამხანაგობის წევრი და მომხმარებელი ასეული ფერმერების ნაცვლად გადახდა მოხდება ცენტრალიზებულად, ამხანაგობის მიერ;
3. ე.წ. შიდასამეურნეო ქსელს გამოუჩნდება პატრონი, რომელიც იზრუნებს მის გამართულ, მუშა მდგომარეობაში ყოფნაზე;
4. ხელი შეეწყობა ფერმერებში საზოგადოებრივად და სოციალურად აქტიური ცხოვრების წესის ჩამოყალიბებას, ე.წ. არაფორმალური ლიდერების სოფლის ცხოვრებაში ოფიციალურ ჩართვას.

### ლიტერატურა

1. მ. ვართანოვი. „საქართველოს სარწყავი სისტემების ტექნიკური ექსპლუატაცია თანამედროვე მოთხოვნების გათვალისწინებით“. სტუ-ს გამომცემლობა 2016 წ. 196 გვ.
2. მ. ვართანოვი, ე. კეჩხოშვილი, შ. კუპრეიშვილი. „ინვესტიციების ეკონომიკური შეფასების თანამედროვე მეთოდები წყალთა მეურნეობაში“. სტუ-ს გამომცემლობა, 2017 წ. 204 გვ.
3. მ. ვართანოვი, თ. სტურუა. „წყალსარგებლობის ეკონომიკა“. სტუ-ს გამომცემლობა, 2011 წ. 207 გვ.
4. მ. ვართანოვი, ვ. სამხარაძე, ლ. კეკელიშვილი. „წყალმომხმარებელთა ასოციაციების ფორმირებისა და ფუნქციონირების პრინციპები“. წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული №63, თბილისი, 2007 წ. გვ. 62-67.

## მდინარე მტკვრის მარჯვენა ნაპირის მცირე მდინარეების ეკოლოგიური მდგომარეობა და მათი შეფასება

შ. კუპრეიშვილი, პ. სიჭინავა, თ. სუპატაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ.60<sup>ბ</sup>, 0179, ქ. თბილისი, საქართველო  
*E-mail: shorena12@mail.ru; p.sichinava@gmail.com;  
tamunasupatashvili@gmail.com*

წყლის რესურსები ყოველთვის განაპირობებდა ადამიანთა დასახლებების - სოფლების, დაბების და ქალაქების წარმოშობას. წყალი არის დასახლებების განვითარების მასტიმულირებელი ან შემზღუდავი ფაქტორი. ამ მხრივ არც თბილისია გამონაკლისი. რელიეფის თავისებურებებთან ერთად, თბილისის განვითარებასა და ფორმირებაში უდიდეს როლს ჰიდროქსელი თამაშობს. ძირითადი წყლის არტერია, რომელიც ამავე დროს საქალაქო გეგმარებითი კარკასის ბუნებრივ ღერძს წარმოადგენს, მდ. მტკვარია. ის ქალაქის დაარსებიდან დღემდე განსაზღვრავს მის არქიტექტურულ-კომპოზიციური და საზოგადოებრივი ცენტრის სტრუქტურის თავისებურებას. სწორედ მან, თავის შენაკადებთან ერთად, განაპირობა თბილისის ღერძული, ხაზობრივი განვითარება. თბილისი მდინარე მტკვრის გაყოლებაზე 35 კმ მანძილზეა გაჭიმული და დედაქალაქს ორ ნაწილად ჰყოფს. მარცხენა ნაპირზე განთავსებული ქალაქის ნაწილი ავჭალიდან მდინარე ლოჭინამდეა გადაჭიმული და შედარებით მშვიდი რელიეფით ხასიათდება. მარჯვენა ნაპირი უფრო რელიეფურია - მტკვრის 13 ხეობისკენ თრიალეთის ქედის განტოტებებიდან დაშვებული ხევები, ქალაქის გაშენებისთვის მნიშვნელოვან დაბრკოლებას წარმოადგენენ [1,2].

საგულისხმოა, რომ თბილისის მდინარეებიდან მხოლოდ მტკვარი და ვერეა საფუძვლიანად შესწავლილი. ისინი ყოველთვის წარმოადგენდნენ მეცნიერების, მკვლევარების, შესაბამისი სპეციალისტების, ზოგადად - ფართო საზოგადოების ინტერესის საგანს. მხოლოდ მათზე ხორციელდება ბუნებადამცავი მონიტორინგი, იგეგმება ეკოლოგიური პროექტები, ვლინდება სხვადასხვა ესთეტიური, მხატვრული თუ მარკეტინგული ინტერესი. მიუხედავად ამისა, არ არის გადალახული ის კრიტიკული ზღვარი, რომელიც აუცილებელი აღმოჩნდებოდა ამ მდინარეების ღირებულებების სწორად გამოვლენის, შეფასებისა და დაცვისთვის. რაც შეეხება ქალაქის სხვა მცირე მდინარეებს, ისინი ყურადღების მიღმა არიან დარჩენილნი ცხრილ 1-ში მოცემულია მხოლოდ მდინარე მტკვრის მარჯვენა ნაპირის მცირე მდინარეების მოკლე აღწერა. მათ მიმართ პოზიტიურ ინტერესს არ იჩენს არც ხელისუფლება, არც სპეციალისტები და არც მოსახლეობა. აქედან გამომდინარე, მიზანშეწონილია შესწავლილი იქნეს ის მდინარეები, რომლითაც ხდება მდ. მტკვრის კვება [2, 3, 4, 5].

განხორციელებული კვლევის შედეგად მოპოვებულ იქნა მონაცემები, რომლებიც სხვადასხვა კუთხით განიხილავს საკვლევ ობიექტს. პირადმა დაკვირვებებმა და ადგილობრივ მცხოვრებლებთან ჩატარებულმა ექსპრეს-გამოკითხვამ აჩვენა რომ, თბილისის მცირე მდინარეები მეტად სავალალო მდგომარეობაშია. მოსახლეების მხრიდან შეიმჩნევა სრული უყურადღებობა და უკიდურესი გაუცხოება მდინარის ესთეტიკური, რეკრეაციული თუ ჰიგიენური ღირებულებების მიმართ - ნაგავსაყრელებად გამოყენებული მდინარეები იმდენად დაბინძურებულია საყოფაცხოვრებო და სამშენებლო ნაგავით, რომ მცირე მდინარეების მიმართ მოსახლეობის მხრიდან დამოკიდებულება მტრულს უფრო შეიძლება შევადაროთ.

თავის მხრივ ასეთი განწყობის საფუძველი ზოგად დამოკიდებულებაში უნდა ვეძებოთ. მიუხედავად იმისა, რომ თბილისში გაჩერებულია თითქმის ყველა დიდი საწარმო, ახალმა მცირე საწარმოებმა ფაქტობრივად შეინარჩუნეს სახელმწიფო საწარმოების მხრიდან მცირე მდინარეების დაბინძურების ტენდენციები, მათში კვლავ ჩაედინება საწარმოო ნარჩენები, რაც საფრთხეს უქმნის როგორც მდინარის სასიცოცხლო ფუნქციებს, ასევე მის ესთეტიკურ ღირებულებებს. აღსანიშნავია აგრეთვე საკანალიზაციო კოლექტორების მწყობრიდან გამოსვლა, წყლის გამწმენდი ნაგებობებისა თუ გამფილტრავი მოწყობილობების არარსებობა და სხვ.

ბოლო წლებში, მშენებლობათა რიცხვის და მოსახლეობის რაოდენობის ზრდამ და მისმა კონცენტრაციამ ქალაქში, პროპორციულადაც გაზარდა საკანალიზაციო წყლების ჩამონადენისა და სამშენებლო ნაგვის ამ მდინარეებში მოხვედრის მოცულობა, ეს პროცესები სრულიად დაურეგულირებელია, რის გამოც გარკვეული დროის გასვლის შემდეგ ბევრად უფრო მძიმე შედეგს მივიღებთ. მიზეზები, რომელთაგანაც ზემოთ აღნიშნული მოვლენები ვითარდება, შეუქცევად ტენდენციას უკავშირდება, რასაც მშენებლობა და მოსახლეობის ზრდა წარმოადგენს. აღსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ XX საუკუნის დასაწყისისთვის თბილისის მცირე მდინარეების წყალი სასმელადაც კი გამოიყენებოდა და მდიდარი იყო სხვადასხვა სახეობის თევზით [6,7]. დღესდღეობით, ფაქტობრივად, ღია საკანალიზაციო კოლექტორებად ქცეულ მდინარეებში იმდენად დაბინძურებულია წყლის ხარისხი, რომ მათი თუნდაც სამეურნეო და საყოფაცხოვრებო მიზნით გამოყენება (ბალ-ვენახების მორწყვა, თევზაობა, ბანაობა და ა.შ) მოსახლეობის ჯანმრთელობისთვის საფრთხის შემცველია.

მდინარე მტკვრის მარჯვენა ნაპირის მცირე მდინარეების  
ეკოლოგიური მდგომარეობა და მათი შეფასება

მდინარე მტკვრის მარჯვენა ნაპირის მცირე მდინარეები

ცხრილი 1

№	მდინარის დასახელება	გეოგრაფიული მდებარეობა	სიგრძე (კმ) თბილისის საზღვრებში	შეჩაკდები ფართობი (კმ <sup>2</sup> )	აუზის ფართობი (კმ <sup>2</sup> )	ჩადინება	წყალდაცვა ზოლი კანონმდ. შესაბ.(მ)	დებები (საპ. წლიური ხარჯი), სეზონურობა, მ <sup>3</sup> /წმ
1	ჯრე (საკვირეთი, სკორეთი)	სათავე თრიალეთის ქედის აღმოსავლეთ კალთაზე	45	5	194	მდ. მტკვარი	20	0,97 - დამახასიათებელია გაზაფხულის წყალდიდობა, ზაფხულისა და ზამთრის წყალმცირობა
2	წორწიანს-ზევი	სათავე სოფ. თელოვანი, ზ. დ. 1056 მ-ზე, მიედინება დიდი დიღმის ტერიტ.	7	2	---	მდ. მილისხევი	10	---
3	მილისხევი	სათავე ჭილოს ტბის სამხრეთით, ზ. დ. 1100 მ-ზე, მიედინება სოფ. დიღმის ჩრდილოეთით	11	3	---	მდ. მტკვარი	10	---
4	დიღმის-წყალი	სათავე მცხეთის მუნიციპ-ში, სათოვლია-საწებელას აღმ. კალთაზე, ზ. დ. 1450 მ-ზე, თბილისის ჯარღვლებში მიედინება სოფ. დიღმის სამხრეთით	22	5	85	მდ. მტკვარი	10	0,25 - წყალდიდობა იცის გაზაფხულზე, წალმობიდან ზაფხულსა და შემოდგომაზე, წყალმცირეა ზამთარში
5	ნაოგანის-ზევი	სათავე მცხეთის მუნიციპ-ში დიდფორის ჩრდ., ზ. დ. 1050 მ-ზე	3	1	---	მდ. დიღმის-წყალი	10	---
6	მდ. ვაშლისჯვარში, დასახლება უწნობა	სათავე ვაშლიჯვარში, ზ. დ. 740 მ-ზე	2,5	---	---	მდ. დიღმის-წყალი	10	---
7	მდ. ლისის ტბის აღმოსავლეთით, დასახლება უწნობა	სათავე სოფ. ქვემო ლისის ჩრდილოეთით მდებარე ტერიტორია, ზ. დ. 930 მ-ზე	4,0	---	---	ლისის ტბის ტაფობი	10	ზამთარში მშრალი ხევი, ივსება გაზაფხულზე

8	მდ.ლისის ტბის აღმოსავლეთით, დასახლება უცნობია	სათავე სოფ. წოდორეთი, ზ. დ. 900 მ-ზე	7	---	---	---	---	ლისის ტბა	10	ზამთარში მშრალი ხევი, ივსება გაზაფხულზე
9	მდ. ლისის ტბის დასავლეთით, დასახლება უცნობია	ზ. დ. 900 მ-ზე	15	---	---	---	---	ლისის ტბა	10	ზამთარში მშრალი ხევი, ივსება გაზაფხულზე
10	მდ. სოფ. აგარაკის სამხრეთით, დასახლება უცნობია	5	5	---	---	---	---	---	10	---
11	მდ. სოფ. აგარაკის სამხრეთით, დასახლება უცნობია	3	3	---	---	---	---	---	10	---
12	მდ. სოფ. ვეძეთის აღმოსავლეთით, დასახლება უცნობია	3	3	5	---	---	---	მდ. ვერე	10	---
13	მდ. „ბეთანიის დანების“ აღმ. დასახლება უცნ.	სათავე თეთრი დუქანის დასავლ., ზ. დ. 1300 -ზე	3	1	---	---	---	მდ. ვერე	10	---
14	ხონაშალა	სათავე თეთრი დუქანის ჩრდ., ზ. დ. 1125 მ-ზე	2.5	---	---	---	---	მდ. ვერე	10	---
15	ახალდაბის ხევი	სათავე სოფ. ახალდაბის სამხრ., ზ. დ. 1119 მ-ზე	3	4	---	---	---	მდ. ვერე	10	---
16	ჯიზონის ხევი	სათავე დაბა წყნეთი, ზ. დ. 1100 მ-ზე	3	1	---	---	---	მდ. ახალდაბის ხევი	10	---
17	ცხენისწურვის ხევი	სათავე დაბა წყნეთი, ზ. დ. 910 მ-ზე	2.5	1	---	---	---	მდ. ახალდაბის ხევი	10	---
18	მდ. ცხენისწურვის აღმ. დასახლება	სათავე დაბა წყნეთის ჩრდილო-დასავლეთით, ზ. დ. 805 მ-ზე	1	---	---	---	---	მდ. ვერე	10	---

მდინარე მტკვრის მარჯვენა ნაპირის მცირე მდინარეების  
ეკოლოგიური მდგომარეობა და მათი შეფასება

19	<b>უწნობა</b> მდ. დასა წყნეთის ჩრდ., დასახლება უწნობა	სათავე დასა წყნეთ, ზ. დ. 906 მ-ზე	2.5	1	---	---	მდ. ვერი	10	---
20	<b>უკანასკნელი</b>	სათავე დასა წყნეთის სამხრეთით, ზ. დ. 1256 მ-ზე	4	7	---	---	მდ. ვლიბუდის ხევი	10	---
21	<b>ვლიბუდისხევი</b>	სათავე სოფ. მაგების სამხრეთით, ზ. დ. 1000 მ- ზე	2	3	---	---	მდ. ვერი	10	---
22	<b>გარაზისხევი</b>	სათავე კუს ტბის სამხრ., ზ. დ. 1000 მ -ზე	4	---	---	---	მდ. ვერი	10	---
23	<b>ასურეთის ხევი</b>	სათავე თეთრი დუქნის სამხრ., ზ. დ. 1260 მ -ზე, ჩაედინება სოფ. კიკეთის დასავლეთით და მიედინება თბილისის საზღვრებს გარეთ, სოფ ასურეთისკენ	4	5	---	---	მდ. ალეთი	10	---
24	<b>ჩოჩგანთ ხევი</b>	სათავე დასა კოჯორი, ზ. დ. 1200 მ-ზე, მიედინება თბილისის საზღვრებს გარეთ	3.5	4	---	---	მდ. ჩაჭკრები	10	---
25	<b>ნავიდონის ხევი</b>	სათავე სოფ. ტახანმელას სამხრეთი, ზ. დ. 1020 მ-ზე, მიედინება თბილისის საზღვრებს გარეთ	3.0	3	---	---	მდ. ჩაჭკრები	10	---
26	<b>წვეკისწყალი</b> (იგივე ლუფთახევი, იგივე წვეკისხევი) :ხევი მონაკეთის ქუდივხევი	სათავე მთაწმინდის ქედის უბნის მთის სამხრეთ-აღმოსავლეთ კალთაზე, ზ. დ. 1200 მ -ზე	9	12	21.3	---	მდ. მტკვარი	10	2.5 აბსიათებს გაზაფხულის წყალდიდობა და ძლიერი წყალმოვარდნა





## დასკვნა

ბოლო წლებში გარემოს უსაფრთხოების მისაღწევად ეკოლოგიური კულტურისა და სამოქალაქო საზოგადოების ჩამოყალიბების პრეტენზია გვიჩნდება. ამასთან, მსგავს პროცესებში მოსახლეობის ჩართულობისთვის, სასურველია მათთვის სხვადასხვა საშუალებებით ინფორმაციის მიწოდება, როგორც რაციონალური ბუნებათსარგებლობის შესახებ, ისე ჯანსაღ და ესთეტიურ გარემოში ცხოვრების უპირატესობაზე. რა თქმა უნდა, ამგვარი პროცესები თავისთავად ვერ განვითარდება. პირველ რიგში, ამას პოლიტიკური ნება, ხელისუფლების მხრიდან მხარდაჭერა და ხელშეწყობა ესაჭიროება (როგორც ეს მდ. ლეღვთახევის შემთხვევაში მოხდა). რაც, თავის მხრივ, ჰიდროქსელის განვითარებისა და წყლის რესურსების გამოყენების კომპლექსური სტრატეგიის შემუშავებას, სივრცითი დაგეგმარების კონტექსტში დარგობრივ-სექტორულ პროექტებთან მის ჰარმონიზებას გულისხმობს.

## ლიტერატურა

1. Гавардашвили Г.В, Иорданишвили И., Вартанов М., Шубер З. - Современные проблемы мелиорации в условиях использования водных ресурсов трансграничной реки Куры (Мтквари). Материалы Международной научно-практической конференции «Использование Мелиорированных Земель – Современное Состояние и перспективы Развития Мелиоративного Земледения. г. Тверь, РОССИЯ, 27–28 августа 2015 г., с. 202 – 211.
2. Гавардашвили Г.В, Иорданишвили И., Иремашвили И., Вартанов М. - Влияние изменения климата на водные ресурсы бассейна р. Куры (в пределах республики Грузия). Вестник Брестского государственного технического университета – «Водохозяйственного строительства, теплоэнергетика и геоэкология», Брест, 2020, №2, с. 10-14. <https://journal.bstu.by/index.php/icbte>
3. საქართველოს დედაქალაქის მდგომარეობისა და ტენდენციების ინტეგრირებული გარემოსდაცვითი შეფასება. 2011 წ. 87 გვ.
4. ბუკლეტი მტკვარი. მომზადებულია და გამოცემულია ევროკავშირის „ტრანსასაზღვრო მდინარის - მტკვრის აუზის მენეჯმენტის II ფაზა - სომხეთი, საქართველო, აზერბაიჯანი „პროექტის ფარგლებში (TACIS/2007/134-398). თბილისი, 2009წ. <http://www.Kuraarasbasin.net>
5. ვარდოსანიძე ვ. მდინარე მტკვარი, მენეჯმენტის ურბანისტული კონცეფცია: მტკვარი და თბილისი. ბიულეტენი #79, თბილისი, 2003 წ.
6. ფოჩხუა მ. მდ. მტკვრის ქალაქმადგომარეობის როლი ქ. თბილისის განვითარების პროცესში (ავტორეფერატი). თბილისი, 2001 წ. სტუ - არქიტექტურის ინსტიტუტი. 50 გვ.
7. გუჯაბიძე ი. თბილისის წყაროები. საქართველოს საზოგადოებრივ საქმეთა ინსტიტუტი - სახელმწიფო მმართველობის სკოლა. თბილისი, 2010 წ. 14 გვ.

მათემატიკური მოდელი ღვარცოფის ენერგეტიკული  
მახასიათებლების შეფასებისათვის

ე. კუხალაშვილი, გ. გავარდაშვილი, ი. ირემაშვილი,  
ლ. მაისაია, ნ. ბერაია, ხ. კიკნაძე, ქ. დადიანი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60<sup>ბ</sup>, 0179, თბილისი, საქართველო  
*E-mail: e.kukhalashvili@agruni.edu.ge*  
*givi\_gava@yahoo.com*

ნაშრომი შესრულებულია შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის  
ფინანსური მხარდაჭერით (გრანტი AR-18-1244 - „ღვარცოფსარეგულაციო ელასტიკური ბარაჟი“)

შესავალი

ბუნებაში არსებული გარემო პირობებისა და ეკოლოგიური წონასწორობის რღვევის  
გამომწვევ მოვლენათა შორის სტიქიურ-დამანგრეველი აქტივობით გამოირჩევა  
წყალდიდობები, მიწისძვრები, მეწყერები და ღვარცოფები. აღნიშნულ მოვლენათა სახეებიდან  
ობიექტების მწყობრიდან გამოყვანითა და მიყენებული ზარალის მასშტაბურობის  
სტატისტიკიდან გამომდინარე, ღვარცოფები რისკების უმაღლესი კატეგორიის რანგშია  
მოქცეული, რასაც ღვარცოფსარეგულაციო ნაგებობათა კონსტრუქციული არასრულყოფილება  
ემატება.

დაურეგულირებელი ბუნებრივი ანომალიების, კერძოდ, ღვარცოფების რეგულირების  
საკითხები მსოფლიოს თითქმის ყველა მთაგორიანი ქვეყნის საზღვრებსა და წარმოადგენს. მაღალია  
ამ მოვლენის განმეორებადობის სიხშირე. შესწავლის თვალსაზრისით მოვლენა არის რთული,  
არ ექვემდებარება მექანიკის კანონებს, ხასიათდება დიდი დამანგრეველი ძალით და მისი  
ენერგეტიკული მახასიათებლების პროგნოზი და შეფასება დიფერენცირებულ მიდგომებს  
საჭიროებს.

ნაკადის ბუნებიდან გამომდინარე, წარმოდგენილი სარეგულაციო ღონისძიებათა  
ინოვაციური სახეების შექმნა გამჭოლი ნაგებობების სახით საჭიროებს მათ კონსტრუქციულ  
გადაწყვეტაში ისეთი ელემენტების ჩართვას, რომლებიც მნიშვნელოვნად გაზრდის ნაგებობის  
ნაკადთან შეხების საკონტაქტო ზედაპირს, ნაგებობა იქნება ელასტიური და კალაპოტში მისი  
ჩადგმა განხორციელდება მარტივად. ზემოთ ჩამოთვლილი პირობების გათვალისწინებით  
შექმნილი კონსტრუქციული გადაწყვეტა მოგვცემს შესაძლებლობას, ნაკადის ენერჯის ჩაქრობა  
განხორციელდეს თანდათანობით, აღნიშნულთან ერთად, ღვარცოფის რეგულირება  
ენერგეტიკული მახასიათებლების სწორ პროგნოზთან არის დაკავშირებული.

ღვარცოფის ენერგეტიკული მახასიათებლების განსაზღვრის არსებული საანგარიშო  
დამოკიდებულებებიდან რომელიმესთვის უპირატესობის მინიჭება შეზღუდულია მოვლენაზე  
არსებული განსხვავებული წარმოდგენების გამო.

ფორმირებულ ღვარცოფთა მდგრადობის რღვევა, მოძრაობის ფორმის სახის ჩამოყალიბება  
და მისი ტანის დამაბული მდგომარეობის ცვლილება - შემადგენელი კომპონენტების

ურთიერთთანაფარდობის ზღვრებთან, ნაკადთან შემხვედრი წინააღმდეგობების სახესთან, კალაპოტის მორფომეტრიასა და სხვა მახასიათებლებთან არის დაკავშირებული.

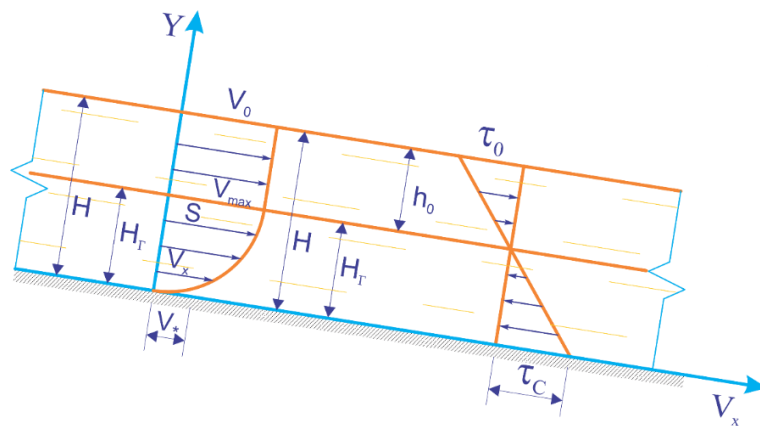
როცა ცნობილია მოძრავ მასაზე წინააღმდეგობის ზემოქმედებისა და ენერგეტიკული მახასიათებლების ინტენსივობის ცვლილების დინამიკა, შესაძლებელია აღიწეროს როგორც ნაკადის მოძრაობის რეჟიმი, ისე მისი თავისუფალი ზედაპირის ფორმა. ღვარცოფები სატრანზიტო უბნებზე შემხვედრი წინააღმდეგობების ზემოქმედების შედეგად განიცდიან როგორც ჰიდრავლიკური, ისე ჰიდროლოგიური პარამეტრების ცვლილებას. როცა იცვლება ენერგეტიკული მახასიათებლები: ხარჯი, სიჩქარე, სიღრმე, მასთან ერთად იცვლება მოძრაობის რეჟიმიც.

### ძირითადი ნაწილი

სატრანზიტო ზონებში ღვარცოფთა სარეგულაციო ღონისძიებების დაპროექტება და მშენებლობა ნაკადის ენერგეტიკულ მახასიათებლებთან უშუალოდ არის დაკავშირებული, რომელთა პროგნოზი, რეოლოგიიდან გამომდინარე, მოვლენასთან სრულყოფილი მოდელის ადაპტირებით უნდა განხორციელდეს [3, 7, 8, 9, 10, 15, 17].

სატრანზიტო მონაკვეთებზე მრავალკომპონენტური ნაკადები ანომალურობის გამო ენერგეტიკული მახასიათებლების ცვლილების განსაკუთრებულობით ხასიათდება [5]. აღნიშნულს ადასტურებს როგორც მეცნიერთა შეხედულებების განსხვავებული წარმოდგენები მოვლენაზე, ასევე ღვარცოფულ პროცესებზე ადაპტირებული მოდელები, რომლებიც მერის სიჩქარესა და გრადიენტს შორის დამოკიდებულების კავშირს სხვადასხვა ფორმით გამოხატავენ [4, 5, 6, 12, 17, 18, 19].

არსებული კონცეფციის თანახმად ცნობილია, რომ მყარ სხეულებში დეფორმაციის სიდიდე მოქმედი ძალის პროპორციულია. დენად ტანებში ძალის სიდიდეს ნაკადის კალაპოტთან საკონტაქტო ზედაპირზე საგრადიენტო შრის სიდიდით აკავშირებენ. ზემოთ აღნიშნულის გარდა, ვხვდებით ისეთ შემთხვევებსაც, როცა საკონტაქტო ზედაპირზე ნაკადის მოძრაობა ცურვით მიმდინარეობს. ამ უკანასკნელის მოძრაობის მოდელის ღვარცოფთან ადაპტირება იმ შემთხვევაშია შესაძლებელი, როცა მხები ძაბვის სიდიდე დენადობის ზღვარზე ნაკლებია. ნაშრომში ენერგეტიკული მახასიათებლების შეფასების დროს განსაკუთრებული ყურადღება ძაბვისა და სიჩქარის გრადიენტს შორის კავშირის ისეთ მოდელს ეთმობა, რომელიც სრულად ასახავს ღვარცოფთა გენეზისს, წარმოქმნის ნაკადის ჩამოყალიბების მექანიზმს, მორფოლოგიის დინამიკას და ნაგებობებთან ურთიერთქმედების ყველა ზემოთ ჩამოთვლილ შემთხვევას.



ნახ. 1. ღვარცოფის მოძრაობის საანგარიშო სქემა

ღვარცოფთა ენერგეტიკული მახასიათებლების შეფასების მიზნით ნაშრომში გამოიყენება მოდელი [13], სადაც  $Q$  ხარჯის სიდიდე კალაპოტის  $B$  სიგანეზე, ნაკადის ადგილობრივ  $U$  სიჩქარესა და ნაკადის  $H$  სიღრმეზე,  $y$  კოორდინატის ცვლილებაზე დამოკიდებული:

$$Q = B \int_H^0 y du \quad (1)$$

როცა ნაკადის სიღრმეზე მხები ძაბვა სწორი ხაზის კანონით ვრცელდება, ხოლო სიჩქარის გრადიენტი ნაკადის მთელ სიღრმეზეა გავრცელებული (საანგარიშო სქემა №1), უდაწნეო მოძრაობის შემთხვევაში ხარჯის განსაზღვრა და მისი ძვრის წინააღმდეგობის მოდელით გამოსახვის სხვადასხვა ვარიანტი აპრობირებულია აკადემიკოს ო. ნათიშვილის სამეცნიერო შრომებში [12,14, 15, 16]. ენერგეტიკული მახასიათებლების განსაზღვრა ხორციელდება დე ვალე ოსვალდის მოდელით:

$$\tau = \mu_* \left( \frac{du}{dy} \right)^n \quad (2)$$

სადაც  $\tau$  მხები ძაბვაა ( $\text{ნ/მ}^2$ );

$\mu_*$  - სიბლანტის საზომი ბმული ღვარცოფის ნარევიში შემადგენელი კომპონენტების წონითი ან მოცულობითი მნიშვნელობის სხვადასხვა სიდიდის დროს.

$n$  - არანიუტონურობის მაჩვენებელი. როცა  $n=1$ , მაშინ  $\mu_* = \mu$  და ღვარცოფი განიხილება როგორც ნიუტონური სხეული; როცა  $n>1$ -ზე, გრადიენტის გაზრდით სიბლანტე იზრდება და სითხე დილატანტურია; ხოლო, როცა  $n<1$ , სიბლანტე მცირდება.

მხები ძაბვის სიდიდე ნაკადის კალაპოტის საკონტაქტო ზედაპირთან, როცა  $\tau_c = \gamma i H$ -ს, ხოლო მისი ცვლილება  $y$  კოორდინატთან კავშირში  $\tau = \gamma i y$ -ს, მაშინ ღვარცოფის  $H_r$  საგრადიენტო შრეში  $y$  კოორდინატის ცვლილებას  $\tau$  მხებ ძაბვასთან ექნება სახე:

$$y = \frac{\tau}{\tau_c} H_r. \quad (3)$$

მე-(3) განტოლების დიფერენცირებით მივიღებთ:

$$dy = \frac{H_r}{\tau_c} d\tau. \quad (4)$$

მე-(2) დამოკიდებულების საფუძველზე სიჩქარის გრადიენტის ცვლილება მხებ ძაბვასთან კავშირში შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს დამოკიდებულებით:

$$\frac{du}{dy} = \left( \frac{\tau}{\mu_*} \right)^{\frac{1}{n}} = f(\tau). \quad (5)$$

ე.ი.

$$dy = f(\tau) dy. \quad (6)$$

მე-(4), მე-(5) და მე-(6) ფორმულების გათვალისწინებით (1)-ში, მივიღებთ:

$$Q_r = \int_{\tau_c}^0 \frac{\tau}{\tau_c} H_r f(\tau) dy = \int_{\tau_c}^0 \frac{\tau}{\tau_c} H_r \left( \frac{\tau}{\mu_*} \right)^{\frac{1}{n}} \frac{H}{\tau_c} d\tau \quad (7)$$

მე-(7)-ე დამოკიდებულებით, კონკრეტული  $f(\tau)$ -ს მნიშვნელობის გათვალისწინებით, შესაძლებელია უდაწნეო მოძრაობის დროს განისაზღვროს ღვარცოფის ხარჯი:

$$Q_r = \frac{n}{2n+1} \left( \frac{\gamma i}{\mu_*} \right)^{\frac{1}{n}} H_r^{\frac{2n+1}{n}} B \quad (8)$$

როცა  $n = 1$ , ხარჯი

$$Q_r = \frac{\gamma i H_r^3 B}{3\mu} \quad (9)$$

შესაბამისად, ნაკადის საშუალო სიჩქარე ნიუტონურ სითხეებში:

$$\bar{V} = \frac{\gamma i H_r^2}{3\mu} \quad (10)$$

არანიუტონური მოდელის შემთხვევაში, რომელსაც განეკუთვნება ბმული ღვარცოფი, ე.ი. როცა მოძრაობს  $H_r$  საგრადიენტო სიღრმით, ბმულობის ექვივალენტური სიღრმე  $h_0$ -ითა და ნაკადის სიღრმე  $H$ -ით არის გამოსახული, მაშინ ხარჯის მე-(8) დამოკიდებულება შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით:

$$Q_r = \frac{n}{2n+1} \left(\frac{\gamma i}{\mu_*}\right)^{\frac{1}{n}} \left(1 - \frac{h_0}{H}\right)^{\frac{n+1}{n}} H^{\frac{n+1}{n}} BH - \frac{n}{2n+1} \left(\frac{\gamma i}{\mu_*}\right)^{\frac{1}{n}} \left(1 - \frac{h_0}{H}\right)^{\frac{n+1}{n}} H^{\frac{n+1}{n}} h_0 B \quad (11)$$

მე-(11) საანგარიშო დამოკიდებულების მარჯვენა მხარის პირველი წევრი წარმოადგენს ღვარცოფის ხარჯის სიდიდეს, როცა ნაკადი საგრადიენტო შრითა და გულით მოძრაობს.

$$Q = \frac{n}{2n+1} \left(\frac{\gamma i}{\mu_*}\right)^{\frac{1}{n}} H^{\frac{n+1}{n}} \left(1 - \frac{h_0}{H}\right)^{\frac{n+1}{n}} HB \quad (12)$$

შესაბამისად, ნაკადის საშუალო სიჩქარე

$$\bar{V} = \frac{Q}{BH} = \frac{n}{2n+1} \left(\frac{\gamma i}{\mu_*}\right)^{\frac{1}{n}} H^{\frac{n+1}{n}} \left(1 - \frac{h_0}{H}\right)^{\frac{n+1}{n}} \quad (13)$$

როცა  $n = 1$

$$\bar{V} = \frac{1}{3} \left(\frac{\gamma i}{\mu}\right) H^2 \left(1 - \frac{h_0}{H}\right)^2 \quad (14)$$

როცა  $h_0 = 0$

$$\bar{V} = \frac{\gamma i H^2}{3\mu} \quad (15)$$

შემოთავაზებული (1) მათემატიკური მოდელის შესაბამისად, მხები ძაბვის ცვლილება, როცა  $\tau = \gamma i(H - y)$  დამოკიდებულებით არის გამოხატული და სიჩქარეთა ვერტიკალზე განაწილება ხარისხობრივი ფუნქციით არის წარმოდგენილი:

$$U_x = \frac{n}{n+1} \left(\frac{\gamma i}{\mu_*}\right)^{\frac{1}{n}} H^{\frac{n+1}{n}} \left(1 - \frac{h_0}{H}\right)^{\frac{n+1}{n}} \left[1 - \left(1 - \frac{y}{H-h_0}\right)\right]^{\frac{n+1}{n}} \quad (16)$$

როცა  $y = H - h_0$ , ადგილობრივი სიჩქარე ზედაპირულის ტოლია -  $U_x = V_0$  ე.ი. მაქსიმალური სიჩქარის მნიშვნელობა:

$$V_0 = \frac{n}{n+1} \left(\frac{\gamma i}{\mu_*}\right)^{\frac{1}{n}} H^{\frac{n+1}{n}} \left(1 - \frac{h_0}{H}\right)^{\frac{n+1}{n}} \quad (17)$$

საშუალო სიჩქარის ფარდობას მაქსიმალურთან გამოვსახავთ მე-(13) ფორმულის შეფარდებით მე-(17)-სთან და გვექნება:

$$\frac{\bar{V}}{V_0} = \frac{n+1}{2n+1} \quad (18)$$

როცა  $n = 1$ -ს,

$$\frac{\bar{v}}{v_0} = \frac{2}{3} = 0,67. \quad (19)$$

სიჩქარეთა ვერტიკალზე განაწილების კანონის დადგენა ღვარცოფებში ძალზე რთულია და მისი სახე რეოლოგიასთან არის დაკავშირებული. ასევე სიჩქარის განაწილების სახეზეა დამოკიდებული მოძრაობის  $n$  ინდექსის სიდიდე, რომელიც გარკვეულ გავლენას ახდენს მოძრაობის რეჟიმზე.

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, თუ მივიღებთ, რომ საგრადიენტო შრეში სიჩქარის ვერტიკალზე განაწილებას აქვს კვადრატული პარაბოლის სახე (საანგარიშო სქემა №1), მაშინ

$$y = aU_x^2 - b. \quad (20)$$

მე-(20) დამოკიდებულებაში  $U_x$  საგრადიენტო შრეში სიჩქარის გრძივი მდგენელია, ხოლო  $a$  და  $b$  - კოეფიციენტები. როცა

$$y=0 \quad U_x=V_* \quad \begin{cases} aU_x^2 = b \\ y=H-h_0 \quad U_x=V_0 \quad \{ H - h_0 = aV_0^2 - b \end{cases} \quad (21)$$

მე-(20) განტოლებით სისტემის ამოხსნის საფუძველზე გვექნება

$$a = \frac{H(1 - h_0/H)}{V_0^2 \left[ 1 - \left( \frac{V_*}{V_0} \right)^2 \right]}, \quad b = aV_*^2$$

სიჩქარეთა ვერტიკალზე განაწილების ეპიურის ფართობი:

$$S = V_0 H \left( 1 - \frac{h_0}{H} \right) + \int_{V_*}^{V_{max}} (aU_x^2 - h_0) dV_0 - h_0 V_0. \quad (22)$$

საშუალო სიჩქარის ფარდობა ზედაპირულთან

$$\frac{\bar{v}}{v_0} = 1 \frac{1}{3} \cdot \frac{1-h_0/H}{1+V_*/V_0} \left[ 1 + \frac{V_*}{V_0} - 2 \left( \frac{V_*}{V_0} \right)^2 \right] \quad (23)$$

(23)-ე ფორმულის გატოლებით მე-(18)-სთან, მოძრაობის ინდექსის მნიშვნელობა

$$n = \frac{1 - h_0/H}{1 + 2h_0/H + 3V_*/V_0}. \quad (23)$$

როცა კოორდინატა სათავიდან იწყება ადგილობრივი სიჩქარის ვერტიკალზე განაწილება, მოძრაობის ინდექსის მნიშვნელობა იქნება:

$$n = \frac{1 - h_0/H}{1 + 2h_0/H}. \quad (24)$$

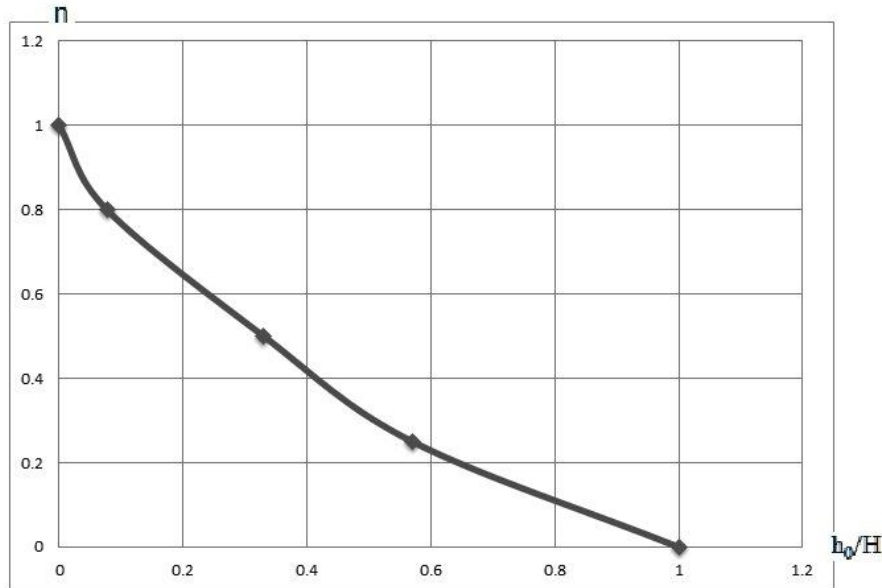
თვალსაჩინოების მიზნით მოგვყავს გრაფიკული დამოკიდებულება:

$$n = f(h_0/H)$$

როცა ძაბვა სიჩქარის გრადიენტის პირველი ხარისხის ფუნქციაა, ე.ი. როცა  $n = 1,0$ -ს, საშუალო სიჩქარის ზედაპირულთან ფარდობა:

$$\frac{\bar{V}}{V_0} = 0,67 + 0,33 \frac{h_0}{H}. \quad (25)$$

$h_0/H$	0	0.2	0.4	0.8	1
$n$	1	0.57	0.33	0.077	0



ნახ. 2. ღვარცოფის მოძრაობის ინდექსის ცვლილების გრაფიკი რეოლოგიასთან კავშირში

დე ვაღე ოსვალდის საანგარიშო მოდელით, როცა  $n = 1$ ,

$$\bar{V} = \frac{\gamma_i}{3\mu} H^2 \left(1 - \frac{h_0}{H}\right)^2 \quad (26)$$

(25)-ე დამოკიდებულების მიხედვით საშუალო სიჩქარის სიდიდე:

$$\bar{V} = \left(\frac{2}{3} + \frac{1}{3} \cdot \frac{h_0}{H}\right) V_0. \quad (27)$$

(27)-ის გათვალისწინებით (17)-ში, როცა  $n = 1$ -ს, მივიღებთ:

$$\bar{V} = \left(\frac{2}{3} + \frac{1}{3} \cdot \frac{h_0}{H}\right) \frac{\gamma_i H^2}{2\mu} \left(1 - \frac{h_0}{H}\right)^2. \quad (28)$$

თუ (28)-ე განტოლებას გავამრავლებთ და გავყოფთ 3-ზე,

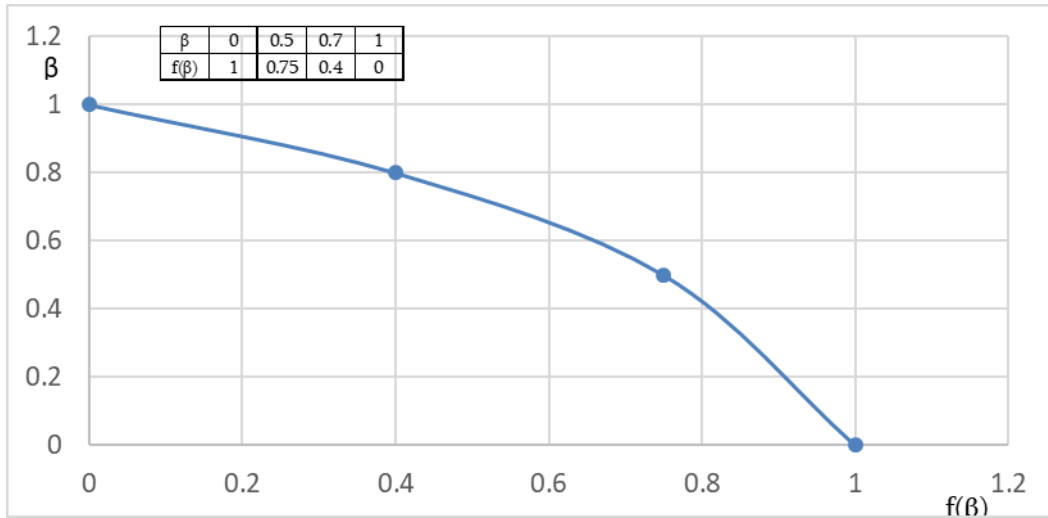
$$\bar{V} = \frac{\gamma_i H^2}{3\mu} \left(1 - \frac{h_0}{H}\right)^2 \left(1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{h_0}{H}\right), \quad (29)$$

თუ შემოვიღებთ აღნიშვნას  $\beta = \frac{h_0}{H}$ , მაშინ



$$f(\beta) = \left(1 - \frac{h_0}{H}\right)^2 \left(1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{h_0}{H}\right) = (1 - \beta)^2 \left(1 + \frac{1}{2}\beta\right). \quad (30)$$

თვალსაჩინოების მიზნით მოცემულია გრაფიკული დამოკიდებულება  $\beta = f(\beta)$  (ნახ. 3):



ნახ. 3. გრაფიკული დამოკიდებულება  $f(\beta) = F(\beta)$

წარმოდგენილი გრაფიკითა და (29)-ე საანგარიშო დამოკიდებულებით შესაძლებელია განისაზღვროს ღვარცოფის საშუალო სიჩქარე.

### დასკვნა

ჩატარებული თეორიული კვლევების საფუძველზე შეიძლება ჩამოყალიბდეს შემდეგი სახის ძირითადი დასკვნები:

- ბმულ ღვარცოფთა ენერგეტიკული მახასიათებლები რეოლოგიის განმსაზღვრელი პარამეტრების ფუნქციას წარმოადგენს;
- ღვარცოფთა ენერგეტიკული მახასიათებლების განსაზღვრის დროს ძაბვასა და სიჩქარის გრადიენტს შორის ხარისხობრივი დამოკიდებულების საფუძველზე მიღებული მოძრაობის ინდექსის დამოკიდებულებას რეოლოგიასთან კავშირში ჰიპერბოლის სახე აქვს და ბმულობის შინაგანი ხახუნის კუთხის გაზრდით, როცა მისი ექვივალენტის სიდიდე ღვარცოფის სიღრმის ტოლია, მხები ძაბვა სიბლანტის მნიშვნელობის ტოლია;
- ღვარცოფის საშუალო სიჩქარე, როცა მოძრაობის ინდექსის სიდიდე ერთის ტოლია, რეოლოგიასთან კავშირში ცვალებადი სიდიდეა და, როცა საწყისი ძვრის წინაღობის სიდიდე მხები ძაბვის მნიშვნელობის ტოლია, ნაკადი წყვეტს მოძრაობას.
- ძაბვასა და სიჩქარის გრადიენტს შორის განზოგადებულ ფორმაში გამოყენებული მათემატიკური მოდელის საფუძველზე მიღებულია ნაკადის ძირითადი განმსაზღვრელი მახასიათებლების საანგარიშო დამოკიდებულება.



ლიტერატურა

1. **Gavardashvili G., Kukhalashvili E., Supatashvili T., Iremashvili I., Quparashvili I., Bziava K., Natroshvili G.** - Using the “CAPRA” Methodology for Analysis of the Critical State of the Zhinvali Earth dam and Risks. Conference Proceedings, Istanbul, Turkey, Jan. 30-31, 2019, Part XVII;
2. **Gavardashvili G., Kukhalashvili E., Supatashvili T., Natroshvili G., Bziava K., Quparashvili I.** - The Research of Water Levels in the Zhinvali Water Reservoir and Results of Field Research on the Debris Flow Tributaries of the River Tetri Aragvi Flowing in it. Conference Proceedings, Rome, Italy, Jan. 17-18, 2019, Part V.
3. **Беручашвили Г. М.** - Некоторые вопросы динамики селевого потока и его воздействия с сооружениями. ВКН Материалы IV всесоюзной конференций по селевым потокам. Алма-Ата, Изд-во АНКаз ССР, 1959г. стр. 132-144;
4. **Виноградов Ю.Б.** - Этюды о селевых потоках. А.А.Гидрометеоиздат, 1980, 144 с.
5. **Гагошидзе М.С.** - Селевые явления и борьба с ними. Издательство «Сабчота Сакартвело», Тбилиси, 1970, 386 с.
6. **Мирцхулава Ц.Е.** - Оценка риска повреждения противоселевых сооружений. Труды ВНИИ ГИМ, вып. 4, М., 1975, стр. 48-62.
7. **ყრუაშვილი ი., კუხალაშვილი ე., ინაშვილი ი., ბზიავა კ.** - ღვარცოფული მოვლენები, რისკი, პროგნოზი, დაცვა. სტუ, თბილისი, 2017, 250 გვ.
8. **Кухалашвили Э. Г.** - Об адаптации законов механики неньютоновских систем для описания динамики трехслойной модели структурных (грязокаменных) селевых потоков. Сообщения АНГрузССР, т.112, 31, Тбилиси, 1983. стр.133-116;
9. **კუხალაშვილი ე., ინაშვილი ი., ბზიავა კ., ყრუაშვილი ი., ლორთქიფანიძე დ.** - ღვარცოფსადენში ტალღურად მოძრავი ბმული ღვარცოფის მახასიათებლების დადგენა. სტუ, №: „ჰიდროინჟინერია“, №12 (19-20), თბილისი. 2015, გვ. 70-75.
10. **Kukhalashvili E., Gavardashvili G., Kupreishvili Sh.** - Expected Risks of Cohesive Debris flows and Fighting against them). LAP - Lambert Academic Publishing, Germany, 2018, 88 p.
11. **Мирцхулава Ц.Е.** - Оценка риска повреждения противоселевых сооружений. Труды ВНИИ ГИМ, вып. 4, М., 1975, стр. 48-62.
12. **Натишвили О.Г., Тевзадзе В.И.** - Гидравлические закономерности связанных селей. Тбилиси, «Мецниереба» 1996 г., 156 с.
13. **Натишвили О.Г., Тевзадзе В.И.** - Волны в селях. Москва, ООО Издательство «Научмехиздат», 2011, 160 с.
14. **Натишвили О.Г., Тевзадзе В.И.** - Основы динамики селей. Тбилиси, 2007 г., 214 с.
15. **Натишвили О.Г., Тевзадзе В.И.** - Одномерные наносонесущие русловые потоки. Москва, ООО издательство «Научнотехиздат» 2012 г., 192 с.
16. **Натишвили О.Г., Круаშვილი И.Г.** - Защита инфраструктуры объектов от селевых потоков (экологические проблемы). LAP- Lambert. Academic Publishing, Germany, 2016, 104 p.
17. **Тевзадзе В.И., Кухалашვილი Э. Г., Квирквелиა И.Б.** - Трехслойная модель движения (высококонцентрированного) селевого потока, селевые потоки. Сб. 8., Гидрометеоиздат, 1984г., стр. 29-32.
18. **Флеишман С.М.** - Сели. Гидрометеоиздат, Л.1978 г., 312 с.
19. **Яно К., Дaido А.** - Фундаментальные изучения грязекаменных селевых потоков. Труды института «защиты от стихийных бедствий», т.14, 1981г. стр. 68-93.

ტყის ბუნებრივი თესლითი განახლება კახეთის მშრალი ეკოტოპის (Siccum) ისლისსაფარიან მუხნარებში (Quercetum carexosum) და მათი დაცვითი ფუნქციის ამალღების რეკომენდაციები

მ. სამადაშვილი <sup>1)</sup>, გ. გაგოშიძე <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
ქართული უნივერსიტეტის ქუჩა N 1, 2200, თელავი, საქართველო

<sup>2)</sup> საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
მ. კოსტავას 77, 0175, თბილისი, საქართველო

*E-mail: g.gagoshidze.gtu.ge*

საქართველოს მრავალფეროვანი და უაღრესად ხელსაყრელი ბუნებრივი, ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობები განაპირობებს ქვეყნის ტყის ეკოსისტემების ბიომრავალფეროვნებას, განსაკუთრებით ტყემცენარეულობისას, მათგან კი ტყისშემქმნელი ძირითადი მერქნიანი სახეობებისას, რომელთა შორის გამოკვეთილი ადგილი ქართული მუხის კორომებს აქვთ მიკუთვნებული. Q.iberica-ს საქართველოში მუხის ბუნებრივად გავრცელებულ სხვა სახეობებს შორის გამორჩეული მდგომარეობა უჭირავს და, მართალია წმინდა კორომების სახით ნაკლებად, მაგრამ გაბატონებით და სხვა მერქნიანი სახეობების კორომებში მნიშვნელოვანი შერევით, საკმაოდ დიდ ფართობებზეა წარმოდგენილი.

აღმოსავლეთ საქართველოში ქართული მუხა ყველა რეგიონშია წარმოდგენილი და მათ შორის კახეთის რეგიონის მდინარეების - ალაზნისა და იორის შიდა და ქვემო დინების აუზებში - შიდა კახეთში (მდ. ალაზნის მარჯვენა სანაპირო), გაღმა მხარეს (მდ. ალაზნის მარცხენა სანაპირო - კახეთის კავკასიონის ქედის ფერდობები), გარე კახეთში (მდ. ივრის შუაწელი) და ქიზიყშიც (მდ. იორისა და ალაზნის ქვემო წელს შორის არსებული ტერიტორია).

აღნიშნულ ტერიტორიებზე, მუხის კორომებში, ამ სახეობის გაბატონებითა და მნიშვნელოვანი შერევით, წარმოდგენილია ასევე ჩვეულებრივი წაბლი, კავკასიური რცხილა, კავკასიური ცაცხვი, ჩვეულებრივი იფანი, თხმელი, კორპიანი თელა, ჩვეულებრივი თელა, მინდვრის ნეკერჩხალი, ქორაფი და უმნიშვნელოდ სხვა სახეობები. ქვეტყის სახეობებიდან მნიშვნელოვნად არის წარმოდგენილი-ჯაგრცხილა, შინდი, მაყვალი და სხვა, ბალახოვანი მცენარეებიდან - წივანა, ისლი, თივაქასრა, კილამური, არჯაკელი და სხვა. სწორედ მერქნიანი მცენარეებისა და ცოცხალი საფარის აღნიშნული სახეობების მნიშვნელოვანი მონაწილეობით ქმნის მუხა კორომებს - ეკოტოპებისა და ტყის ცალკეული ტიპების მიხედვით [1].

ქვემოთ მოგვყავს სანიმუშო ფართობებზე ბუნებრივი განახლების კვლევის შედეგები კახეთის რეგიონში, კორომებში მუხის გაბატონებითა და მნიშვნელოვანი შერევით.

ისლის საფარიან მუხნარში ბუნებრივი განახლება შესწავლილი იქნა მდ. ილტოს ხეობაში, სოფ. ბაბანეურის მიდამოებში, ზღვის დონიდან 600-700 მ-ის სიმაღლეზე, სამხრეთ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ ექსპოზიციის, 10-12<sup>0</sup>-მდე დაქანების ფერდობებზე - ნეშომპალა-კარბონატული ნიადაგებით. აღებული იქნა 2 სანიმუშო ფართობი ზომით 50მ×50მ (2500 მ<sup>2</sup>). მათი საშუალო მონაცემები მოყვანილია №1 ცხრილში.

ცხრილი 1

კორომის საბურველის შეკრულობა	ცოცხალი საფარით ან ქვეტყით დაფარულობის ხარისხი (%), დომინანტი სახეობა	საიმედო მოზარდის სიმაღლე (მ)	საიმედო მოზარდის რაოდენობა სახეობების მიხედვით (ათასი ც/ჰა)				
			მუხა	რცხილა	იფანი	კორპიანი თელა	ბალამწარა
1	2	3	4	5	6	7	8
დაბალი	<u>Carex buschiorum</u>	0,5-დე	0,06	0,02	0,001	0,01	0,004
0,3-0,4	60-70	0,6-1,0	0,011	0,001	-	0,01	-
		1,1-1,5	0,002	0,01	-	0,05	-
		1,6-2,0	0,005	0,001	0,001	0,02	-
		2,0-ზე მეტი	0,001	0,001	0,002	-	0,001
		სულ:0,211=221ძ.	0,079	0,033	0,004	0,09	0,005
საშუალო	<u>Carex buschiorum</u>	0,5-დე	0,04	0,09	0,009	0,02	-
0,5-0,6-0,7	40-50	0,6-1,0	0,01	0,01	0,01	-	-
		1,1-1,5	0,001	0,001	-	-	0,007
		1,6-2,0	0,009	0,001	-	-	-
		2,0-ზე მეტი	0,02	0,01	0,01	0,02	0,001
		სულ: 0,269=269 ძ.	0,08	0,112	0,029	0,04	0,008
ჯამი: 0,480 = 480 ძირი			0,159	0,145	0,033	0,13	0,013

როგორც ცხრილიდან ჩანს, კვლევები ჩატარდა კორომებში მუხის გაბატონებით, სადაც ასევე წარმოდგენილი იყო სხვა მერქნიანი სახეობებიც, კერძოდ – კავკასიური რცხილა, ჩვეულებრივი იფანი, კორპიანი თელა და ბალამწარა, სხვა მერქნიანები – უმნიშვნელოდ.

პირველი სანიმუშო ფართობი აღებული იქნა კორომში დაბალი (0,3-0,4) საბურველის შეკრულობით, სადაც ისლის საფარით ნიადაგის დაფარულობის ხარისხი 60-დან 70%-მდე მერყეობდა.

აღმონაცენ – ნორჩნარ – მოზარდის ბუნებრივი განახლების შესწავლა წარმოებდა საქართველოს სატყეო მეურნეობის სახელმწიფო დეპარტამენტისა და საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ვ. გულისაშვილის სახელობის სამთო მეტყევეობის ინსტიტუტის მიერ მომზადებული (2000 წ.) ტყის ბუნებრივი განახლების შეფასების შკალის მიხედვით, სადაც უმთავრესი კრიტერიუმია ბუნებრივი განახლების რაოდენობრივი მაჩვენებლის შეფასება მოზარდის სიმაღლეების მიხედვით [2].

ცხრილის მიხედვით, სანიმუშო ფართობის 10 საადრიცხვო ბაქანზე, რომლებიც აღებული იქნა დიაგონალებზე, 1 ჰა-ზე მუხის მოზარდის საერთო რაოდენობა 0,079 ათ.ც-ს, ანუ 79 ცალს შეადგენს, აქედან 0,5 მ-მდე სიმაღლის ეგზემპლარები 60 ც., ანუ მუხების საერთო რაოდენობის 76%-ია, 0,6 მ = 1,0 მ-მდე სიმაღლის – 11 ც. ანუ იმავე რაოდენობის 14%, 1,1 მ-დან 2 მ-ზე მეტია დანარჩენი 8 ძირი, რომელიც 10%-ის ტოლია.

როგორც ვხედავთ, მუხის ბუნებრივი თესლითი განახლება უკიდურესად არადამაკმაყოფილებელია, რისი ძირითადი მიზეზიც ისლის საფარის ძლიერ განვითარებაა, ასევე დღის განმავლობაში ხანგრძლივად განათებული სამხრეთი ექსპოზიციის ფერდობი, რაც

მიუხედავად მუხის ქსეროფილური ბუნებისა, კლიმატის მატების ფონზე უარყოფითად მოქმედებს მუხის ბუნებრივ განახლებაზე, მუხის ნაყოფების მასობრივი შეგროვება მოსახლეობის მიერ შინაური პირუტყვისა და ფრინველის (დაფქვილი სახით) გამოსაკვებად და ტყეში დარჩენილი რკოს ათვისება შინაური, გარეული ცხოველებისა და მღრღნელებისაგან.

რაც შეეხება დანარჩენი მერქნიანი სახეობების ბუნებრივ განახლებას, მათგან ყველაზე უკეთესი მაჩვენებელი აქვს კორპიან თელას, რომელიც ქსეროფილური თვისებებით აშკარად აჭარბებს როგორც მუხას, ისე დანარჩენ მერქნიანებს და საერთო ჯამში დანარჩენი სახეობების ბუნებრივი განახლების მაჩვენებელს ერთად აღებულს, მხოლოდ 31 ძირი მოზარდით ჩამორჩება. აქვე უნდა აღნიშნოს ის ფაქტიც, რომ მიუხედავად 0,5 მ-მდე სიმაღლის აღმონაცენ-ნორჩნარის მეტი რაოდენობისა (60 ძირი), რომლითაც მუხა სჭარბობს იმავე სიმაღლის დანარჩენი სახეობების შესაბამისი ბიოლოგიური ხნოვანების ეგზემპლარების საერთო რაოდენობას, ეს მონაცემი ვერ ჩაითვლება საიმედოდ უპირველესად ყოვლისა სიმცირისა და ამასთანავე იმის გამო, რომ მუხის აღმონაცენ-ნორჩნარის მხოლოდ მცირე პროცენტი შეიძლება გადავიდეს მოზარდის ხნოვანებაში ისლის საფარის კონკურენციისა და ჰაერის ტემპერატურის ყოველწიური მატების გამო. დანარჩენ სახეობებთან შეადრებით ამ მხრივ რამდენადმე უკეთესი მაჩვენებელი – 50 ძირი, ისევ მხოლოდ კორპიან თელას გააჩნია 1,1-1,5 მ სიმაღლეზე და მიუხედავად მისი ასევე რაოდენობრივი სიმცირისა, ეს ციფრი თითქმის ორჯერ აღემატება დანარჩენი სახეობების იმავე და მეტი სიმაღლის ეგზემპლარების მაჩვენებელს ერთად აღებულს. თუ თელის მოზარდის რაოდენობას კიდევ დაემატება 1,6-2,0 მ სიმაღლის მისი 20 ძირი საიმედო მოზარდი, მაშინ განსხვავება უკვე თითქმის 3-ჯერ გაიზრდება.

ცხრილის მიხედვით თითქმის ისეთივე მძიმე მდგომარეობაა ბუნებრივი თესლითი განახლების თვალსაზრისით იმავე ეკოტოპისა და ტყის ტიპის კორომებში, საბურველის საშუალო (0,5-0,6-0,7) შეკრულობის პირობებში, სადაც ისლის მიერ ნიადაგის დაფარულობის ხარისხი 40-50%-ისფარგლებშია.

ბუნებრივი განახლების შესწავლა აღნიშნულ კორომში წარმოებდა იმავე მეთოდიკის მიხედვით, რომლითაც წინა შემთხვევაში. კვლევის შედეგების მიხედვით, სანიმუშო ფართობზე, რომელიც აღებული იქნა ახმეტის მუნიციპალიტეტის პანკისის ხეობაში ე.წ. „მადმასპეროზიის“ მიდამოებში, 13ა-ზე მუხის მოზარდის საერთო რაოდენობა სულ 80 ძირით იყო წარმოდგენილი. მათგან 40 ძირი ანუ მუხის მთელი რაოდენობის 50% 0,5 მ-მდე სიმაღლისა იყო, 10 ძირი ანუ შესაბამისი რაოდენობის 12,5% - 0,6-დან 1,0 მ-მდე, იგივე პროცენტითა და რაოდენობით იყო წარმოდგენილი მოზარდი სიმაღლით – 1,1-დან 2,0 მ-მდე, ხოლო 20 ძირი აღირიცხა მოზარდი - 2 მ-ზე მაღალი, რაც მუხის მთელი რაოდენობის 25%-ს შეადგენს. როგორც ვხედავთ, მუხის ბუნებრივი განახლება კორომის საბურველის საშუალო შეკრულობის პირობებშიც განათების პირობების გაუარესების გამო ძლიერ არადაამაკმაყოფილებელია. აქვე არ შეიძლება გამოვრიცხოთ ისლის ფაქტორი, რომელიც ასევე აუარესებს მუხის განახლებას.

დანარჩენი მერქნიანი სახეობებიდან მუხაზე უკეთესი მაჩვენებლით ხასიათდება რცხილა, რომელსაც უკვე კონკურენციას ვეღარ უწევს ისლის საფარი და რომლის მოზარდიც მუხისაზე უკეთ გრძნობს თავს საბურველის საშუალო შეკრულობის პირობებში, თუმცა არსებული კრიტერიუმებით, მისი განახლებაც უკიდურესად არადაამაკმაყოფილებელია. მესამე ადგილზეა და სულ რაღაც 40 ძირით არის წარმოდგენილი კორპიანი თელის მოზარდი, ხოლო დანარჩენი სახეობებისა – უმნიშვნელოდ.

როგორც იმავე ცხრილიდან ირკვევა, ისლის საფარიან მუხნარებში მისი ბუნებრივი განახლების მაჩვენებელი უკიდურესად არაადამაკმაყოფილებელია ისევე, როგორც საერთოდ, ბუნებრივი განახლებისა და, თუ შევაჯამებთ პირველი სანიმუშო ფართობის მონაცემებს, მივიღებთ, რომ კორომის საბურველის დაბალი შეკრულობის პირობებში აღმონაცენ – ნორჩნარისა და საიმედო მოზარდის საერთო რაოდენობიდან, რომელიც მეტად მცირეა (211 ძირი), მუხის განახლებაზე მოდის 37%, კორპიან თელაზე – 43 %, რხილაზე – 16 %, ხოლო 4% – იფნისა და ბალამწარას განახლებაზე.

რაც შეეხება კორომის საბურველის საშუალო შეკრულობის პირობებში ბუნებრივ განახლებას, მისი უაღრესად დაბალი საერთო მაჩვენებლის ფონზე, ცალკეული მერქნიანი სახეობების განახლება შემდეგი სახითაა წარმოდგენილი, კერძოდ – მუხის ბუნებრივი განახლება კორომის საერთო მაჩვენებლის 30%-ს შეადგენს, რცხილისა – 56%-ს, იფნისა–11%-ს, ხოლო დანარჩენი სახეობებისა უმნიშვნელოა.

საერთო ჯამში ჩვენს მიერ შესწავლილ ისლის საფარიან მუხნარებში, როგორც საერთოდ, ისე ცალკეული სახეობების – ქართული მუხის, კავკასიური რცხილის, ჩვეულებრივი იფანის, კორპიანი თელის, ბალამწარისა და სხვა მერქნიანი ტყისშემქნელი სახეობების ბუნებრივი თესლითი განახლება, უკიდურესად არაადამაკმაყოფილებელია, რისი ძირითადი მიზეზიც ისლის საფარის ძლიერი განვითარება, ჰაერის ტემპერატურის სისტემატიურად ყოველწლიური მატება და ზემოთ დასახელებული სხვა ბიოტური ფაქტორებია.

## დასკვნა

როგორც ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევის შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს:

1. კახეთის რეგიონში შესწავლილ ქართული მუხის ისლის საფარიან ტყის ტიპში, ამონაყრითი ბუნებრივი განახლება პრაქტიკულად არ არსებობს;
2. ყველა მუხნარის ტყის ტიპში, საბურველის შეკრულობის როგორც დაბალი (0,3-0,4), ისე საშუალო (0,5-0,6-0,7) ხარისხის პირობებში ბუნებრივი თესლითი განახლებაც არაადამაკმაყოფილებელია.
3. არაადამაკმაყოფილებელი ბუნებრივი განახლების მიზეზები კომპლექსურია, კერძოდ:
  - გლობალური დათბობის ტენდენცია-ტემპერატურის ყოველწლიური მატებით;
  - სხვადასხვა სახის პირუტყვის დაურეგულირებელი ძოვება;
  - მუხის ნაყოფის (რკოს) მასობრივი შეგროვება, ბაგურ და ზოგადად გადახურულ სადგომებში განთავსებული პირუტყვის გამოსაკვებად;
  - მუხის ნაყოფის (დაფქვილი სახით) გამოყენება შინაური ფრინველის საკვებ რაციონში დანამატის სახით;
  - მუხის ნაყოფის შეგროვება ყავის სუროგატად გამოყენების მიზნით;
  - მუხის ნაყოფის მასიური ათვისება – დაზიანება გარეული ნადირის, მღრღნელების, ენტომოფაუნის მიერ და სოკოვანი დაავადებების მიზეზით;
  - მუხნარებისა და მუხაშერეული კორომების ინტენსიური ჭრების გამო, კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე, კლიმატურ-ნიადაგური პირობების კიდევ უფრო გაუარესება;
  - მუხნარების ხელოვნური განახლებისათვის (კულტივირებისათვის) სანერგე მეუნეობების არარსებობა;

- ეფექტური სატყეო სტრუქტურების გაუქმება და არაეფექტური სამეურნეო ერთეულების ფუნქციონირება;
  - აღნიშნული სატყეო-სამეურნეო ერთეულების მიერ ტყის ეკოსისტემების მართვისა და მასზე კონტროლის მექანიზმების შესუსტება;
  - ტყეების დაცვის, მოვლისა და კვლავწარმოების სფეროში პროფესიონალების დეფიციტი;
  - მუხნარების მაღალი ბიოლოგიური ხნოვანება, შესუსტებული რეპროდუქციული უნარი;
4. აღნიშნული მდგომარეობა უკიდურესად უარყოფით გავლენას ახდენს მუხაშერეული კორომების ნიადაგდაცვით და წყალშენახვით პოტენციალზეც.

### გასატარებელი სამეურნეო ღონისძიებები:

1. ტყეების ინვენტარიზაციის სამუშაოების ოპტიმიზაცია;
2. კონტროლის გაძლიერება მუხნარებისა და ზოგადად ტყეების ექსპლუატაციაზე;
3. ძოვების ინტენსიობის რეგულირება;
4. მუხნარების ფიტოსანიტარული მდგომარეობის მონიტორინგი, საპრევენციო ღონისძიებების დამუშავება და პრაქტიკული განხორციელება;
5. კონტროლი მუხის ნაყოფის შეგროვებაზე;
6. სანერგე მეურნეობების აღდგენა მუხნარებისა და, ზოგადად, ტყეების კვლავწარმოებისათვის;
7. განსაკუთრებით მოწყვლად სატყეო მონაკვეთებზე, საიმედო მოზარდის დაცვისათვის შემოღობვის პრაქტიკის გამოყენება;
8. ბალახოვანი საფარისა და ქვეტყის სიხშირის რეგულირების მეთოდების გამოყენება;
9. ხანძარსაწინააღმდეგო საპრევენციო ღონისძიებების დამუშავება საჭიროების შემთხვევაში გამოსაყენებლად;
10. კონტროლი ინვაზიური სახეობების გავრცელებაზე, რეგულირების შესაბამისი ღონისძიებების მომზადებით;
11. ეროზირებულ და განსაკუთრებით დაფერდებულ ტერიტორიებზე ფიტოსამელიორაციო ღონისძიებების გამოყენება.

### ლიტერატურა

1. გ. გაგომიძე. „კახეთის მდ. ალაზნის მარცხენა სანაპიროს ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობები და ტყემცენარეულობა“. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, №24, თბილისი, 2009 წ., გვ. 87-91;
2. ჭრის წესები საქართველოს ტყეებში. თბილისი, 2000 წ., გვ. 41-47.

## СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛИВНЫХ БОРОЗД И ИХ ПОЛИВНОЙ СПОСОБНОСТИ

Самхарадзе В.И.

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
пр. И. Чавчавадзе 60<sup>б</sup>, 0179, г. Тбилиси, Грузия  
*E-mail: vsamxaradze@mail.ru*

### Введение

Поверхностные способы орошения в настоящее время являются влагозарядке, а также создают на засоленных почвах нисходящие промывные токи; невысокие капитальные вложения в строительство сети.

Другой более эффективный, но и более сложный способ самыми распространенными. В аридной зоне ими поливается 89% орошаемых земель, в основном, в Грузии, Казахстане, Азербайджане и республиках Средней Азии. Это объясняется целым рядом достоинств данных способов: простая и надежная эксплуатация; небольшие затраты энергии на проведение полива; не зависят от ветра; обеспечивают хорошее промачивание почвогрунтов при регулировании равномерности увлажнения по длине борозд заключается в искусственном изменении коэффициента впитывания воды в почву по их длине. В этом случае для нарезки борозд рекомендуется использовать специальный универсальный бороздодел, который одновременно с нарезкой прикатывает головную часть борозды, уменьшая коэффициент впитывания. Среднюю часть нарезают обычным способом, а концевую – с одновременным устройством щели, обеспечивающей увеличение водопоглощающей способности почвы. Некоторое повышение стоимости нарезки поливной сети окупается экономией поливной воды и прибавкой урожая сельскохозяйственных культур.

Улучшить условия механизации сельскохозяйственных работ, повысить коэффициент земельного использования (КЗИ) можно удлинением длины борозды. Но удлинение лимитируется сложным рельефом и высокой водопроницаемостью почв, недопустимостью больших срезов плодородного слоя почвы. При удлинении борозд требуется более тщательная планировка (до 100 м<sup>3</sup>/га и более).

Простота и низкая себестоимость метода поверхностного бороздового полива делает его одним из наиболее распространенных. Несмотря на то, что он менее эффективен, чем дождевание, капельное, подпочвенное и другие методы орошения такой метод применяется почти на 90% орошаемых землях Грузии.

Поверхностный бороздовой полив имеет многовековую историю применения не только в Грузии, но и в мире. Однако, ряд существенных вопросов, имеющих важное значение повышения его эффективности, не нашли своего решения. До сегодняшнего дня не решены вопросы выбора оптимальных размеров борозды, равномерного увлажнения ее стен и дна.

Решению указанной проблемы посвящен ряд научных исследований, в которых выделяются работы американских ученых, предлагающих прерывистую подачу воды, при этом, поступающий в борозду расход уменьшается на 20...25%, а время подачи – 25-30% [1].

Необходимо отметить исследования, где решение проблемы оптимизации полива осуществляется за счет устройства закрытых борозд [2], а также дифференциального уплотнения дна борозды [3].

С точки зрения авторов, наиболее перспективными являются работы, предлагающие уплотне-

ние дна борозды, что значительно увеличивает ее длину и равномерность увлажнения. Однако, для уплотнения контуров прорезанной борозды требуется создание специального, агрегированного с трактором механизма, что является достаточно сложной задачей.

### Основная часть

Описана новая конструкция бороздодела, имеющая ряд преимуществ перед существующими образцами.

В настоящее время поливные борозды нарезаются в обработанных почвах плужными бороздоделами различных модификаций. При этом формирование борозд производится копанием, что вызывает растрескивание откосов и дна. Наличие трещин резко увеличивает фильтрацию, которая приводит к затоплению поверхности буквально в 5...10 м от начала борозды и значительно уменьшает эффективную длину борозды.

Важно отметить, что трещины на поверхности борозды создают условия, при которых даже при незначительном расходе воды частицы почвы легко отрываются и перемещаются вместе с потоком, из-за чего впоследствии образуется очаг формирования водной эрозии почв.

Таким образом, борозды, нарезанные плужными бороздоделами, имеют два существенных недостатка: малую длину и вызванный копанием отрыв и перемещением водным потоком мелких частиц почвы.

Существующее положение обуславливает необходимость разработки новых механизмов и технологий нарезки борозд, обеспечивающих увеличение длины их действия, а также – уменьшение водной эрозии почв.

Конструктивные изменения каткового бороздодела БКН-300, разработанные в Институте водного хозяйства, позволили получить катковый рабочий орган для нарезки оросительных борозд (рис. 1) [4].

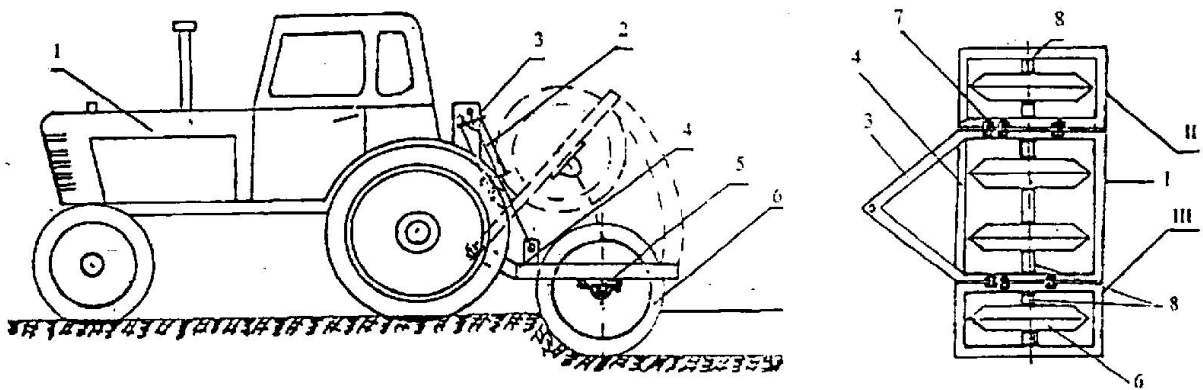


Рис. 1. Катковый бороздодел: 1-трактор; 2-гидроцилиндр; 3-навесное устройство; 4-рама; I,II,III-центральная и периферические секции рамы соответственно; 5-ось; 6-режущий диск; 7-болт; 8-втулки

Катковый бороздодел формирует борозды по новой технологии: резанием и уплотнением. Рабочий орган с помощью гидроцилиндра трактора углубляется в почву и после перемещения трактора оставляет за собой поливные борозды с треугольным сечением, имеющие уплотненные откосы. Степень уплотнения откосов незначительна, но она не мешает фильтрации воды и не создает в борозде противодиффузионный экран. Откосы борозды устойчивы, без трещин, что позволяет увеличить как длину поливной борозды, так и срок ее службы, исключая затопление в начале оросительного участка и значительно уменьшая интенсивность эрозионного процесса.

Катковый бороздодел работает следующим образом. С помощью гидроцилиндра (2) рама (4)



## СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛИВНЫХ БОРОЗД И ИХ ПОЛИВНОЙ СПОСОБНОСТИ

опускается вниз вместе с рабочими дисками. При передвижении трактора, диски посаженные на ось, перемещаются в почве и с помощью качения нарезают поливные борозды с уплотненными откосами. Расстояние между дисками регулируется втулками (8) различной длины. Одним проходом формируется несколько борозд.

В зависимости от условий полива, бороздодел имеет возможность одновременно формировать  $2n+2$  борозд. Например, при поливе виноградников используется центральная секция с двумя дисками. Для полива однолетних культур к центральной секции с помощью болтов крепятся периферические секции с необходимым количеством дисков.

Ориентировочная цена такого каткового бороздодела составляет 5000 долларов США, срок его службы 5 лет.

Применение для нарезки поливных борозд предлагаемого механизма в значительной степени улучшает качество полива и повышает продуктивность орошаемого гектара. Так, урожайность орошаемых виноградников возрастает только за счет повышения качества полива на 5...10 %, что в денежном выражении составляет 80 долл.США/га. При годовой производительности механизма 48 га виноградных плантаций, прирост продуктивности виноградников на один механизм в год достигает 3,84 тыс.долл.США.

Величина чистого приведенного эффекта от применения механизма (NPV) при коэффициенте дисконтирования 15% определяется в размере 9,82 тыс.долл.США. Соответственно, индекс рентабельности инвестиции (PI) составляет 2,96, а дисконтированного срока их окупаемости (DPP) – 2 года.

### Выводы

Таким образом, предложенный катковый бороздодел имеет широкую сферу применения, обеспечивает высокое качество нарезки поливных борозд, имеющих устойчивые откосы, исключает осложненное перемещение стока, затопление в начале поливной борозды, значительно уменьшает интенсивность водной эрозии почвы, отличается высокой экономичностью, простотой конструкции, устойчивостью в работе.

### Литература

1. **Iruno F.** Infiltration under Surge irrigation. Transaction of ASAE. 1985, 28 p.;
2. **Тугуши Г.Е.** Вопросы теории и техники поверхностного орошения. /Дисс. на соиск. степени д-ра техн. наук. Тбилиси, 1971;
3. **Модебадзе Н.Л.** Определение гидравлических параметров водного потока при бороздовом и полосовом способах полива. //Тр. ГрузНИИГиМ – "Вопросы мелиорации в горных и предгорных условиях". Тбилиси, 1988;
4. Патент U579. Устройство для нарезки каналов на заболоченных участках // В.И. Самхарадзе, 1999.

## THE RESULTS OF VISUAL SURVEY OF AZAT RESERVOIR

V. Tokmajyan

Shushi University of Technology

*E-mail: tokmajyanv@gmail.com*

### INTRODUCTION

Regulating the annual flows of Azat river, Azat reservoir provides both the irrigation of agricultural areas and the water supply for many facilities of production. Due to the circumstance that dozens of settlements, important communication routes and highways of international importance are located below Azat reservoir, the hydropower plant becomes not only a facility of primary importance but also a high risky structure.

**Conflict setting.** Therefore, ensuring the safety conditions at Azat reservoir and its nodes is of vital and strategic importance. In this regard, the exploration of safety standards of the reservoir is of primary importance.

**Research results.** In order to clarify the scope of the current problems to be investigated in the structures of Azat reservoir, the results of the visual surveys revealed are as the following:

- 1) The flows from the clay dam, which are subjected to constant monitoring, are stable, but laboratory investigations of these waters are not carried out in order to determine whether there is any scouring for small grains from the earth dam.
- 2) To obtain the depressive curve of the dam the piezometric net does not operate (except for two piezometers). It is necessary to study the technical state of the piezometric network and to develop recommendations for their rehabilitation, to conduct surveys on seepage stability, to compare quantitative and qualitative indicators of seepage flows with design values and risk assessment.
- 3) In the case of high horizons of the reservoir unplanned seepage flows occur on the right bank, which are noticeable in the middle of the lower bay to the right and left of the disastrous spillway channel. Research should be done to study the causes of occurring such flows and to develop engineering measures to neutralize this phenomenon as much as possible.
- 4) For the purpose of revealing the technical condition of the disastrous spillway it is necessary to conduct studies to clarify the level of decay of the reinforced concrete floor and in some places the walls as well. This will allow to assess the extent of the measures for necessary repairing.
- 5) In order to determine the physical-mechanical properties of the ground of the dam it is necessary to dig at least 3 holes there and to test the obtained samples in laboratory.
- 6) Micro-circulation of the area should be carried out to determine seismic zone and possible seismic loads of the territory of the dam. It is necessary to perform calculations of strength and stability of the dam according to the results of laboratory testing and microcirculation of the hole samples.
- 7) Measurements should be implemented to determine the form of silt accumulations in the reservoir and their distribution (Fig. 1). It will become the basis for estimation the dead and effective storage of the reservoir and to foresee the further developments of this process.



**Fig. 1. The general view of the rim of the reservoir**

- 8) Urgent problems occurred in the system of reservoir depletion (hatchway node, outlet pipeline, service tunnel, hydro-mechanical equipment) (Fig.2). It is necessary to study the technical condition of the mentioned nodes, to assess the risks and to develop the activities of fundamental repairing.
- 9) The studies on technical conditions of the irrigation system of the reservoir, on the structures of irrigation tail water face (influent channel, trash screen, entry flat gate and the mechanisms of its management) and on the technical conditions of hydro-mechanical equipment of irrigation water conduit should be made along with developing suggestions.



**Fig. 2. The condition of the pipeline of reservoir depletion and the regulating closures on it**

- 10) To study the technical conditions of takeoff node of irrigation system and recalculation of hydraulic regime and to give suggestions for improving the operation of the node.
- 11) To implement surveys and give propositions for suggesting the ways of accumulating additional water storage in the reservoir.
- 12) To study the technical conditions of pipeline of reservoir depletion and to develop engineering measurements to provide its further safe operation.
- 13) To implement surveys for investigating the technical characteristics of the depletion pipeline tunnel passing through the bed of the reservoir (Fig. 3).



**Fig. 3. The emergency sections of underground tunnel**

It is also suggested to make studies and to give justifications for suggesting ways of storing additional water in reservoir [1]. It is necessary to also realize control geodesic activities (checking the level of elements of dam structures in project-calculating holes of the dam using the accuracy of the 2<sup>nd</sup> class at least) aimed at investigating and comparing silt accumulations and estimating their dynamics [2].

## CONCLUSION

Visual surveys may serve as a basis for conducting fundamental investigations and preparation of a security declaration using appropriate equipment in Azat reservoir.

## REFERENCES

1. Tokmajyan V.H. About economical investment of closures “AV-1” //3<sup>rd</sup> international scientific-technical conference “Modern problems of environmental protection, architecture and construction”, Tbilisi-Borjomi, 29 July - 4 August, 2013, p. 182-186.
2. Gabayan G.S., Tokmajyan V.H. Application of logical analysis in determination genesis of abnormality in the dams //Bulletin of Armenian National University of Engineering, series of “Hydrology and hydraulics”, Yerevan, 2014, N 1, p. 60-67.

მდინარის მყარი ნატანის ცვლილება კლიმატის მიმდინარე  
ცვალებადობის პირობებში

ჯ. ფანჩულიძე, რ. დიაკონიძე, ზ. ჭარბაძე, მ. შავლაყაძე,  
ნ. ნიბლაძე, ფ. ლორთქიფანიძე, ბ. დიაკონიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60<sup>ბ</sup>, 0179, ქ. თბილისი, საქართველო  
*E-mail: jumber.panchulidze@gmail.com*

შესავალი

გლობალური დათბობა დღევანდელი მსოფლიოს ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს პრობლემას წარმოადგენს. ატმოსფეროს ტემპერატურის მატების შედეგად, მიმდინარე კლიმატური ცვლილებების ფონზე, საგრძნობლად იმატა სტიქიების რიცხვმა. ოკეანის დონის ამაღლება, ზღვის სანაპირო ზოლის აბრაზიული პროცესების ზრდა, მდინარის ჰიდროლოგიური რეჟიმის ცვლილებები, ეროზიულ-ღვარცოფული და მეწყერული მოვლენების არეალის გაფართოება - ფაქტია, ნეგატიურად იმოქმედებს ბუნებრივ გარემოზე.

ძირითადი ნაწილი

გარკვეულ პერიოდამდე, გლობალური დათბობით გამოწვეული პრობლემების შესასწავლად და შესაფასებლად, ჰიდროლოგიაში საკმარისი იყო გვერდითა დაკვირვებათა გრძელი რიგი. გლობალური ცვლილებებიდან გამომდინარე, უნდა აღინიშნოს, რომ დღევანდელი გადასახედიდან, გლობალური დათბობით გამოწვეული პრობლემის დინამიკის შესწავლისა და კომპლექსურად გადაწყვეტისათვის შესამუშავებელი თანამედროვე ღონისძიებების ეფექტიანობა დამოკიდებული იქნება ცალკეული პრობლემის (ჩვენ შემთხვევაში - ჰიდროლოგიურის) თითოეული შემადგენელი კომპონენტის უახლოეს პერიოდში ნატურული დაკვირვებების შედეგად მიღებული მასალების შესწავლასა და მონიტორინგზე, ვინაიდან შესაბამისი უტყუარი პროგნოზისათვის აუცილებელი შეიქნა არა მარტო სისტემური დაკვირვებანი, არამედ კონტროლი გარემოს მდგომარეობის თანამედროვე ცვლილებებზე.

გლობალური ცვლილებების დამახასიათებელ ერთ-ერთ მთავარ ფაქტორს ჰიდროლოგიაში წარმოადგენს მდინარეთა მყარი ნატანი, როგორც ბალანსის დამამყარებელი სიდიდე ზღვის სანაპირო ზოლში მყარი ნატანის აკუმულაციასა და გარეცხვის მოცულობებს შორის [2].

ცნობილია, რომ მყარი ნატანის ხარჯი პირდაპირპროპორციულ დამოკიდებულებაშია წყლის ხარჯთან [3]. წყლის ხარჯი კი, თავის მხრივ, ძირითადად დამოკიდებულია: ატმოსფერული ნალექების - რაოდენობაზე, მის ხანგრძლივობაზე, განაწილებაზე დროსა და სივრცეში; თოვლისა და ყინვარების დნობის ინტენსივობასა და დროში გაადგოლებაზე; წყალშემკრები აუზის ნიადაგობრივ-მორფოლოგიურ თავისებურებაზე; მიწისქვეშა წყლების გენეზისზე და ა. შ. აქედან გამომდინარე, მყარი ნატანის რაოდენობრივი მაჩვენებლების პროგნოზირებისათვის, საჭიროა უახლესი, დაზუსტებული, ნატურული მონაცემების არსებობა ჩამონადენისწარმომქნელ ფაქტორებზე და შესაბამისად, წყლის ხარჯებსა და მყარი ნატანის სიდიდეებზე.

აქამდე არსებული მათემატიკური (კომპიუტერული) მოდელი, რომელიც მდინარის კალაპოტში მყარი ნატანის რაოდენობის პროგნოზირებას ეხებოდა, პროგრამირებული იყო არსებული სტატისტიკური მონაცემების ურთიერთხემოქმედებრივ პრინციპებზე და ლოგიკურია, გლობალური ცვლილებებით გამოწვეული შედეგობრივი მაჩვენებლების გარეშე, მოწყდა ფიზიკური პროცესების თანაურთიერთხემოქმედებრივ-შედეგობრივ ნორმებს [4], ამიტომ, დღევანდელი ვითარებიდან გამომდინარე, აუცილებლობა შეიქნა უახლესი ნატურული მონაცემების მოპოვებისა - მათი შედეგობრივი ანალიზისა და რეკომენდაციების შემუშავების მიზნით.

დასავლეთ საქართველოს მდინარეთაგან, რომლებიც უშუალოდ ერთიან შავ ზღვას, ტრანსპორტირებული მყარი ნატანის მოცულობებით გამოირჩევა მდ. ენგური და მდ. რიონი. ვინაიდან წყალსაცავები მნიშვნელოვნად ცვლიან მდინარეთა ჰიდროლოგიურ რეჟიმს - განსაკუთრებით მყარი ნატანის მოცულობების წყალსაცავში აკუმულირების გამო, აღნიშნულ მდინარეებზე დაკვირვებების მასალები აღებული იქნა წყალსაცავამდე არსებული ჰიდროლოგიური საგუშაგოებიდან. ნატანი, რომელიც წყალსაცავში გროვდება, ზღვის სანაპიროზე პლაჟამები მასალის მწვავე დეფიციტს ქმნის, რასაც პლაჟების წარეცხვა და სანაპიროს აბრაზია მოსდევს. ამიტომ, წყალსაცავამდე მყარი ნატანის გაანგარიშება საშუალებას მოგვცემს რეალურად შეფასდეს მოცემული წყალსაცავის გავლენა ზღვის სანაპიროს მდგრადობაზე და გაანგარიშებული იქნეს ზღვისპირა პლაჟის შესავსებად საჭირო ნატანის მოცულობა [1].

ქვემოთ მოცემული მასალები დამუშავებულია საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროს გარემოს ეროვნული სააგენტოს ჰიდრო-მეტეოროლოგიური დეპარტამენტის მონაცემების საფუძველზე (იხ. ცხრილი).

№	მდინარე, საფუშაგო	მყარ ნატანზე დაკვირვ. პერიოდი	$Q_{max}$ მ <sup>3</sup> /წმ	$R_{საშ}$ კგ/წმ	წყლის მასაში ნატანის %-ული შემცველობა დიამეტრის მიხედვით, d მმ/%											შენიშვნა	
					>100	100-50	50-20	20-10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,2	0,2-0,1	0,1-0,05		0,05-0,01
1	მდ. რიონი ს. ნამოხვანი	1932-1971 1971-1991	819	71	50,5	13,7	21,3	9,2	3,2	2,1	-	6,4	12,2	40,3	24,9	16,2	ფრაქციები-სათვის: d>1 და d<1 მონაცემები ცალკე-ცალკე გამოთვლილი
			900	76	51,5	20,1	17,5	8,1	2,8	-	8,1	14,8	30,9	25,8	20,4	-	
2	მდ. ენგური ს. ხუბერი	1930-1971 1971-1991	810	69	-	-	-	-	-	-	-	31,2	32,3	10,6	6,3	2,7	16,9
			888	74	-	-	-	-	-	-	-	-	24,6	34,5	8,1	10,5	10,1

როგორც ცხრილიდან ჩანს, წყლის ხარჯისა და შესაბამისად, მყარი ნატანის ხარჯების სიდიდეები არამკვეთრადგამოხატულად - უმნიშვნელოდაა გაზრდილი დაკვირვების პერიოდის მეორე (1971-1991 წწ.) ეტაპზე. თუმცა, როგორც ცნობილია, გლობალური დათბობით გამოწვეული ცვლილებები ძირითადად, უფრო ბოლო უახლოეს წლებშია დამახასიათებელი, რაც შემდგომი ექცედიციური დაკვირვებებით ირკვევა. ამიტომ, მიზანშეწონილია

(აუცილებელიც), შესასწავლ მდინარეებზე ლოკალური დაკვირვებები და მონიტორინგი განხორციელდეს კვლევის წინა ორი წლის განმავლობაში მაინც.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, გამომდინარე იქიდან, რომ მყარი ნატანის ხარჯი უშუალო დამოკიდებულებაშია წყლის ხარჯთან, საშუალება გვეძლევა, წყლის ხარჯებზე და მყარ ნატანზე, დაკვირვებების შედაგად მიღებული ნატურული მონაცემების საფუძველზე ავაგოთ  $R = f(Q)$  დამოკიდებულების მრუდი. აქედან გამომდინარე, განსახილველ კვეთში ბოლო ორი წლის ნატურული დაკვირვებებით მიღებული მონაცემების საფუძველზე აგებული  $R=f(Q)$  დამოკიდებულების მრუდის საშუალებით, შემდგომში, შესაძლებელი ხდება წყლის ხარჯებზე მონაცემების მოპოვების შედეგად მოვახდინოთ მყარი ნატანის ჩამონადენის მოცულობის უტყუარი პროგნოზირება. ანუ, უკვე შემდგომ, წყლის ხარჯებზე უახლესი ნატურული დაკვირვებებისა და მონიტორინგის შედეგად მიღებული მასალების საფუძველზე, ლოკალური ჰიდროკვეთისათვის, დაზუსტებული დამოკიდებულების მრუდით საშუალება გვეძლევა, რეალურად შეფასდეს შესასწავლ მდინარეებზე მყარი ნატანის რაოდენობრივ-ხარისხობრივი მაჩვენებლების ცვლილებები, გლობალური დათბობით გამოწვეული ცვლილებების შესაბამისად.

### დასკვნა

ვინაიდან მყარი ნატანის ხარჯი უშუალო დამოკიდებულებაშია წყლის ხარჯთან, კერძოდ, მდინარის წყლის ხარჯი ( $Q$  მ<sup>3</sup>/წმ) პირდაპირპროპორციულ კავშირშია ნატანის ( $R$  კგ/წმ) ხარჯთან, ამიტომ საკვლევ კვეთში ბოლო პერიოდის დაკვირვებების შედეგად მიღებული მონაცემების მიხედვით დაზუსტებული  $R = f(Q)$  დამოკიდებულების მრუდის საშუალებით, შესაძლებელი იქნება მყარი ნატანის უტყუარი რაოდენობრივი პროგნოზირება მხოლოდ წყლის ხარჯებზე უახლესი მონაცემების მოპოვების შედეგად.

### ლიტერატურა

1. ჯ.ფანჭულიძე, გ.მეტრეველი. „მთის წყალსაცავების გარემოზე ზემოქმედების შეფასების კრიტერიუმები“. მე-5 საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“; თბილისი, 16-19 ივლისი, 2015წ., გვ. 288-292.
2. P.B. Дякоидзе. «Методика установления стока взвешенных наносов для неизученных водосборов рек Грузии». Труды ГрузНИИГидротехники и Мелиорации; вып. 7. Тбилиси, 1980г., стр. 34-40.
3. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Ленинград. «Гидрометеиздат», 1984г., 447с.
4. З.Д. Копалиани, P.B. Дякоидзе, Д.Н. Панчулидзе. «Исследование проблем развития теории и методов расчета характеристик русловых процессов». მე-9 საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“ თბილისი, 25-27 ივლისი, 2019 წ. გვ. 145-153.



**ალაზნის საცდელი ნაკვეთის მლაშე ნიადაგების შეფასება**

**ო. ქუფარაშვილი, გ. კაკაშვილი, ლ. ტოკლიკიშვილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ო. ჭავჭავაძის გამზ. 60<sup>ბ</sup>, 0179, თბილისი, საქართველო  
**E-mail:** irma2qufarashvili@gmail.com

**შესავალი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დაქვემდებარებაში მყოფი ალაზნის საცდელ-სამელიორაციო ეკოლოგიური პუნქტის 45 ჰა საცდელი ნაკვეთის მლაშე ნიადაგებზე არსებული კოლექტორების წყლისა და მლაშე ნიადაგების ნიმუშების ქიმიურ-ლაბორატორიული კვლევის შედეგები.

ნიმუშების დამუშავებით დადგენილია წყლისა და ნიადაგის მარილიანობის მინერალიზაცია.

**ძირითადი ნაწილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დაქვემდებარებაში მყოფი ალაზნის საცდელ-სამელიორაციო ეკოლოგიური პუნქტის 45 ჰა საცდელი ნაკვეთის მლაშე ნიადაგების შესწავლის მიზნით 2015-2018 წლებში განხორციელდა საველე კვლევები პუნქტის მლაშე ნიადაგებზე. შესრულდა წყლისა და ნიადაგის სინჯების აღება წლის სხვადასხვა სეზონისთვის და მათი გამოკვლევა ინსტიტუტის ლაბორატორიაში.

კოლექტორებიდან აღებული წყლის სინჯების ლაბორატორიული შემოწმება ხდებოდა ამერიკული სტანდარტით, ჰაჩის ფირმის წყლის პორტატული ლაბორატორიის (DH900) დახმარებით, რომელსაც გააჩნია ძალიან დიდი სიზუსტე.

საველე კვლევებისას წყლის სინჯები აღებულ იქნა სპეციალურ პოლიეთილენის ლაბორატორიულ ჭურჭელში, ხოლო ნიადაგის ნიმუშები - სპეციალურ ბიოქსებში, რომელიც იმავე დღეს ჩამოტანილი იქნა ინსტიტუტის ლაბორატორიაში კვლევების განსახორციელებლად. ალაზნის ველის დამლაშებულ-მელიორირებულ მიწებზე არსებული კოლექტორების წყლისა და ნიადაგების მინერალიზაციის ლაბორატორიული კვლევების ჯამური მონაცემები მოყვანილია 1 და 2 ცხრილებში.

**ცხრილი 1**

**ალაზნის დამლაშებულ-მელიორირებულ მიწებზე არსებული კოლექტორების წყლის მინერალიზაცია**

ნიმუშის №	ნიმუშის აღების თარიღი	ნიმუშის აღების ადგილი	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> მგ/ლ	Cl <sup>-</sup> მგ/ლ	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> მგ/ლ	Ca <sup>2+</sup> მგ/ლ	Mg <sup>2+</sup> მგ/ლ	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> მგ/ლ	მშრალი ნაშთი
1	02.2018	I კოლ.	8,8	8,8	225,6	48,9	225	54,6	225,4	1034.6
2	04.2018	I კოლ.	9,8	9,8	225,6	48,9	445	54,6	225,4	1349.9
3	07.2018	I კოლ.	8,78	8,78	323,6	56,6	550	66,5	332,4	1603.2

ალაზნის საცდელი ნაკვეთის მლაშე ნიადაგების შეფასება

4	09.2018	I კოლ.	8,5	8,5	256,6	66,4	440.2	64,2	456,8	1656.2
5	11.2018	I კოლ.	9,2	9,2	188,6	78,2	362.5	54,2	646,5	1656.2
6	02.2018	II კოლ.	8,8	8,8	225,6	48,9	24.06	54,6	225,4	1034.6
7	04.2018	II კოლ.	9,8	9,8	225,6	48,9	44.2	54,6	225,4	1349.9
8	07.2018	II კოლ.	8,78	8,78	323,6	56,6	22.6	66,5	332,4	1603.2
9	09.2018	II კოლ.	8,5	8,5	256,6	66,4	36.6	64,2	456,8	1656.2
10	11.2018	II კოლ.	9,2	9,2	188,6	78,2	42.2	54,2	646,5	1656.2
11	02.2018	III კოლ.	8,8	8,8	225,6	48,9	226	54,6	225,4	1034.6
12	04.2018	III კოლ.	9,8	9,8	225,6	48,9	447	54,6	225,4	1349.9
13	07.2018	III კოლ.	8,78	8,78	323,6	56,6	565	66,5	332,4	1603.2
14	09.2018	III კოლ.	8,5	8,5	256,6	66,4	440	64,2	456,8	1656.2
15	11.2018	III კოლ.	9,2	9,2	188,6	78,2	364	54,2	646,5	1656.2
16	02.2018	IV კოლ.	8,8	8,8	225,6	48,9	24.13	54,6	225,4	1034.6
17	04.2018	IV კოლ.	9,8	9,8	225,6	48,9	44.3	54,6	225,4	1349.9
18	07.2018	IV კოლ.	8,78	8,78	323,6	56,6	22.81	66,5	332,4	1603.2
19	09.2018	IV კოლ.	8,5	8,5	256,6	66,4	42.7	64,2	456,8	1656.2
20	11.2018	IV კოლ.	9,2	9,2	188,6	78,2	36.4	54,2	646,5	1656.2

ცხრილი 2

დამლაშებულ-მელიორირებული ნიადაგების მინერალიზაცია

ნომერი ს/ს	სადაც აღების თარიღი	ნომერის აღების აღბ.	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> მგ/ლ	Cl <sup>-</sup> მგ/ლ	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> მგ/ლ	Ca <sup>2+</sup> მგ/ლ	Mg <sup>2+</sup> მგ/ლ	Na+ +K+ მგ/ლ	სიბ.მმგ* ქვე/ლ	შრალი ნაშთი, მგ/ლ
1	02.2018	I ნიბ.	6,75	292,8	355	760	320	288	53,13	28	2068,9
2	04.2018	I ნიბ.	7,57	561,2	667,4	989,9	560	480	4,83	48	2751,3
3	07.2018	I ნიბ.	7,65	610	589,6	990,6	480	360	33,81	47,2	3111,2
4	09.2018	I ნიბ.	7,13	463,6	360	398	300	98	58,42	25,2	1678
5	11.2018	I ნიბ.	6,75	292,8	355	760	320	288	53,13	28	2068,9
6	02.2018	II ნიბ.	7,57	561,2	667,4	989,9	560	480	4,83	48	2751,3
7	04.2018	II ნიბ.	7,65	610	589,6	990,6	480	360	33,81	47,2	3111,2
8	07.2018	II ნიბ.	7,13	463,6	360	398	300	98	58,42	25,2	1678
9	09.2018	II ნიბ.	6,75	292,8	355	760	320	288	53,13	28	2068,9
10	11.2018	II ნიბ.	7,57	561,2	667,4	989,9	560	480	4,83	48	2751,3
11	02.2018	III ნიბ.	7,65	610	589,6	990,6	480	360	33,81	47,2	3111,2
12	04.2018	III ნიბ.	7,13	463,6	360	398	300	98	58,42	25,2	1678
13	07.2018	III ნიბ.	6,75	292,8	355	760	320	288	53,13	28	2068,9
14	09.2018	III ნიბ.	7,57	561,2	667,4	989,9	560	480	4,83	48	2751,3
15	11.2018	III ნიბ.	7,65	610	589,6	990,6	480	360	33,81	47,2	3111,2
16	02.2018	IV ნიბ.	7,13	463,6	360	398	300	98	58,42	25,2	1678
17	04.2018	IV ნიბ.	6,75	292,8	355	760	320	288	53,13	28	2068,9
18	07.2018	IV ნიბ.	7,57	561,2	667,4	989,9	560	480	4,83	48	2751,3
19	09.2018	IV ნიბ.	7,65	610	589,6	990,6	480	360	33,81	47,2	3111,2
20	11.2018	IV ნიბ.	7,13	463,6	360	398	300	98	58,42	25,2	1678

## დასკვნა

1 და 2 ცხრილების ანალიზით შეიძლება დავასკვნათ, რომ ნიადაგისა და წყლის მინერალიზაციაზე (კოლექტორებში) დიდ გავლენას ახდენს სულფატ-იონი ( $\text{SO}_4$ )<sup>2-</sup> და კალციუმ-იონი ( $\text{Ca}$ )<sup>2+</sup>. არსებული კოლექტორების წყლისა და მლაშე ნიადაგების ნიმუშები არის საკმაოდ მაღალმინერალიზებული; წამყვანი ანიონი აღმოჩნდა სულფატი და წამყვანი კათიონი - კალციუმი; წყლის მჟავიანობა (pH) ნორმაშია. წყლები მიეკუთვნება სულფატური ტიპის კალციუმის ჯგუფის ტიპს; სიხისტის მიხედვით მიეკუთვნება ხისტი წყლის კატეგორიას. ამიტომ, ალაზნის ველზე ყურადღება უნდა გამახვილდეს დამლაშებული ნიადაგების სენსიტიურ მარილებზე, როგორცაა სულფატ-იონი ( $\text{SO}_4$ )<sup>2-</sup> და კალციუმ-იონი ( $\text{Ca}$ )<sup>2+</sup>.

საიმედოობისა და რისკის თეორიის გამოყენებით ალაზნის ველის მლაშე ნიადაგებზე დადგენილია წყლის სულფატ-იონის ( $\text{SO}_4$ )<sup>2-</sup> და კალციუმ-იონის ( $\text{Ca}$ )<sup>2+</sup> მინერალიზაციის ცვლილების ფუნქციის განაწილების კანონი, რომელიც აღიწერება ლოგარითმული განაწილებით ე.წ. სიზუსტის ნორმის გათვალისწინებით.

თეორიული და ლაბორატორიული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე დადგენილია ჩატარებული მეცნიერული კვლევების საიმედოობა (P) და რისკი (R), რომლის რაოდენობრივი მაჩვენებელი წყლის მინერალიზაციის შემთხვევაში ტოლია P=78%, R=22%.

## ლიტერატურა

1. საბაშვილი მ. „ალაზნის მარჯვენა სანაპიროს სამხრეთ-აღმოსავლეთის ნიადაგები“. თბილისი: მეცნიერებათა აკადემიის ნიადაგმცოდნეობის სექტორი. 1996, გვ. 236.
2. თ. სუპატაშვილი. ღვარცოფული ნატანის შესწავლა სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების გაზრდის მიზნით. მე-16 საერთაშორისო კონფერენციის „გარემოს დაცვა, ბიოლოგიური, ეკოლოგიური მეცნიერებები და ტექნოლოგია“. შრომათა კრებული. 2014, გვ. 80-82.
3. Gavardashvili G., Kukhalashvili E., Supatashvili T., Iremashvili I., Quparashvili I., Bziava K., Natroshvili G. “The Research of Water Levels in the Zhinvali Water Reservoir and Results of Field Research on the Debris Flow Tributaries of the River Tetri Aragvi Flowing in It”. Rome, Italy. 2019, Part-V (1). pp. 702 – 705.
4. Харебава Л., Чантладзе З., Чикваидзе Г. “Минерализация и химический состав грунтовых и промышленно-поливных вод засоленных земель правобережья р. Алазани.” Тр. ЗакРНИИ, вып. 2, Гидрометеиздат. 1985, ст. 70-73.

კოლხეთის დაბლობზე სოფლად მცხოვრები მოსახლეობის მიერ სასმელად გამოყენებული ჭების წყლის ქიმიური მახასიათებლების დადგენა (20.05.2019)

ლ. წულუკიძე, ე. თოფურია, გ. ჩახაია, ნ. კვაშილავა, ი. ხუბულავა,  
თ. სუპატაშვილი, ი. კვიციანი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზირი 60 ბ, 0179, თბილისი, საქართველო  
*E-mail:* levanitsulu@mail.ru

შესავალი

ადამიანთა საზოგადოების ისტორია - ეს ბუნებითსარგებლობის ისტორიაა, რომელიც მიმართულია ადამიანის მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად ბუნებრივი რესურსებისა და ბუნებრივი პირობების რაციონალური გამოყენების გზით. ჯერ კიდევ XX-ე საუკუნის დასაწყისში დედამიწის მოსახლეობა სვამდა სუფთა წყალს, სუნთქავდა სუფთა ჰაერს, მოიხმარდა ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტებს. რამდენიმე ათწლეულის შემდეგ კაცობრიობა აღმოჩნდა ეკოლოგიური კატასტროფის წინაშე. ბუნების სიკეთის ბოროტად გამოყენება, ბუნების სიმდიდრის არაგონივრული და არასწორი მოხმარება თანაბრად საზიანოა ბუნებისა და ადამიანისთვის.

უკანასკნელ პერიოდში ტექნიკურმა და ინფორმაციულმა პროგრესმა გამოიწვია გარემოს დაბინძურების მატება, პირველ რიგში - წყლის დაბინძურება, რამაც საფრთხე შეუქმნა ადამიანის ფიზიკურ და ფსიქიკურ ჯანმრთელობას.

მოსახლეობის ზრდა, მრეწველობისა და სოფლის მეურნეობის განვითარება იწვევს წყლის გამოყენების ზრდას. კაცობრიობის წინაშე დგას სუფთა წყლის შენარჩუნების მეტად რთული ამოცანა, რადგან ადამიანის ჯანმრთელობისთვის ერთ-ერთი უდიდესი მნიშვნელობა გააჩნია სასმელად გამოყენებული წყლის ხარისხს. დაბინძურებულმა წყალმა შეიძლება გამოიწვიოს სხვადასხვა სახის დაავადებები. ამისათვის აუცილებელია განხორციელდეს სასმელი წყლის ხარისხის მონიტორინგი.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია წყლის ხარისხის კონტროლი საქართველოს იმ რეგიონებში, სადაც არ არის ცენტრალური წყალმომარაგების სისტემა და მოსახლეობა იყენებს ინდივიდუალურ ზედაპირული და არტეზიული ჭების წყალს, რომლის ხარისხის კონტროლი ძალიან მწიკვია უსახსრობის გამო. წყლის დაბინძურებას ხშირად ადამიანები და მათი ნამოქმედარი იწვევს. ადამიანის სამეურნეო მოღვაწეობა ზოგჯერ არსებითად ცვლის არსებულ ბუნებრივ გარემოს (ფოტო 1), რაც განსაკუთრებით ვლინდება წყალში ქიმიური ნივთიერებებით დაბინძურებისას, რამაც შეიძლება ჯანმრთელობის სხვადასხვა დაზიანება გამოიწვიოს. ქიმიკატებით წყლის მოწამლვა ძირითადად გამოწვეულია პესტიციდებისა და სასუქების უკონტროლო და არასწორი გამოყენებით. პესტიციდებს გააჩნიათ ბიოლოგიური აქტივობა, იწვევს არა მარტო მწერებისა და მიკრობების, არამედ ცხოველებისა და ადამიანების დაღუპვასაც.

## ძირითადი ნაწილი

მინერალური სასუქების წარმოებისა და მოხმარების ფართო განვითარებასთან დაკავშირებით იქმნება გარემოს დაბინძურების მთელი რიგი პრობლემები. სასუქების (აზოტოვანი -  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , ფოსფოროვანი - მარტივი და ორმაგი სუპერფოსფატი  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ , ამოფოსი -  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ , კალიუმიანი -  $\text{KCl}$ ,  $\text{KNO}_3$ ) მაღალი დოზით სისტემატურად გამოყენებამ შეიძლება ძალიან დიდი ნეგატიური გავლენა მოახდინოს არა მარტო მცენარეებზე, არამედ მთელ ბიოსფეროზე [1-8].

ნიტრატული აზოტის დიდი მოძრაობის გამო ბიოსფეროსთვის აზოტოვანი სასუქები ყველაზე სახიფათოა. მთავარი პრობლემა ამ სასუქების ნიადაგიდან გამორეცხვაა. სწორედ ამ გზით ხდება ბმული აზოტი გრუნტის წყლებში და, მამსადადამე, ჰის წყალშიც. ნიტრატებისა და მათი მეტაბოლიტებით (ნიტრიტები და ნიტროზო ნაერთები) მაღალი შემცველობის წყლის მუდმივად მოხმარება იწვევს სისხლის და გულ-სისხლძარღვთა, სასუნთქი ორგანოებისა და საშარდე სისტემების დაავადებებს, ასევე, ნიტრიტები კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში ამინებთან და ამიდებთან შეერთებისას წარმოქმნიან კანცეროგენულ ნიტროზამინებს, რომლებიც ხანგრძლივი ზემოქმედებისას იწვევენ კუჭის კიბოს.

შედარებით ნაკლებად საშიშია ფოსფოროვანი სასუქები. ფოსფატ-იონი ნაკლებად ძვრადია, რომლებიც მტკიცედ მაგრდება ნიადაგში და ნაკლებად ტოქსიკურია ადამიანებისთვის, თუმცა ნიადაგიდან გამორეცხვისას გროვდება წყალში და მისი გადაჭარბებული რაოდენობის მოხვედრა ორგანიზმში რა თქმა უნდა არასასურველი და სახიფათოა.

სასმელად გამოყენებული ჭების წყლის ბიოლოგიური დაბინძურების კერებია ჰის სიახლოვეს მოწყობილი საქონლის სადგომები, არაიზოლირებული საპირფარეშოები და საკანალიზაციო სისტემები (ფოტო 2).

ზემოაღნიშნული პრობლემა განსაკუთრებული სიმწვავეთ დგას კოლხეთის დაბლობის სოფლის მოსახლეობისთვის, რომლებიც სასამელად ძირითადად იყენებენ ჭების წყალს. ჭები ძირითადად გაჭრილია 2-30 მეტრი სიღრმის ფენებში, რომელთა ხარისხის ჰიდრომონიტორინგი დღეისთვის უსახსრობის გამო სათანადოდ ვერ ხორციელდება.

ყოველივე ზემოთქმული მიუთითებს იმაზე, რომ კოლხეთის დაბლობზე, პირველ ეტაპზე, საჭიროა დაბინძურების წყაროების მონიტორინგი და მის არეალში არსებული ჭების წყლის ქიმიური და მიკრობიოლოგიური შემადგენლობის დადგენა, ხოლო მეორე ეტაპზე კი - ჰის წყლების ხარისხის ეფექტური მართვის მექანიზმების შემუშავება.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩვენ მიერ განხორციელდა კოლხეთის დაბლობის 7 მუნიციპალიტეტში სოფლად მცხოვრები მოსახლეობის მიერ სასამელად გამოყენებული ჭების წყლის ხარისხის შემოწმება და თითოეული მუნიციპალიტეტის სამ სოფელში მოხდა ქიმიური დაბინძურების მახასიათებლების დადგენა (ფოტო 1, 2).



ფოტო. 1. სასმელად გამოყენებული ჭის სიახლოვეს არსებული ქიმიზირებული მცენარეული კულტურები



ფოტო. 2. სასმელად გამოყენებული ჭა საქონლის სადგომთან ახლოს

ჭის წყლის ქიმიური ანალიზი კეთდებოდა ადგილზე, მობილური ქიმიური ლაბორატორიის (CEL Advanced Drinking Water Laboratory) საშუალებით (ფოტო 3).



ფოტო. 3. მობილური ქიმიური ლაბორატორია (CEL Advanced Drinking Water Laboratory)

კვლევის შედეგები მოცემულია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

სოფლის მოსახლეობის მიერ სასმელად გამოყენებული ჭის წყლების ქიმიური ანალიზის შედეგები (მაისი 2019 წ.)

სინჯის ადგილის ადგილი	კოორდინატები		სიღრმე	pH	ნიტრატი NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ნიტრიტი NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ფოსფატი PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Fe
	X	Y						mg/l
აბაშა, სოფ. მარანი მგალობლიშვილის ქ. 7	4209455	4217744	5	7.77	1.6	0.017	6,5	0.071
აბაშა, სოფ. საბოკუჩაო	4213105	4210906	5	7.81	1.6	0.005	2.0	1.05
აბაშა, სოფ. საბოკუჩაო	4213273	4210835	5	7.56	0.9	0.008	3.49	0.06
სენაკი, სოფ. ნოსირი	4215916	4206589	11	8.01	1.2	0.013	4.0	0.08
სენაკი, სოფ. ეკი	4219821	4204490	7	7.88	5.0	0.003	3.67	1.42
სენაკი, სოფ. ზანა	4221850	4205198	14	7.64	0.7	0.004	3.32	1.3
ხობი, დადიანის	4218568	4255233	5	8.00	1.1	0.009	1.68	0.02

ლ. წულუკიძე, ე. თოფურია, გ. ჩახაია, ნ. კვაშილავა, ი. ხუბულავა,  
თ. სუპატაშვილი, ი. კვიციანი

ქუჩა №152								
ხობი, სოფ. შუა ქვალონი	4217243	4257025	4	7.99	1.0	0.007	3.65	0.08
ხობი, სოფ. პირველი მაისი, რუსთაველის ქ. 119.	4221059	4150859	8	7.55	0.9	0.003	3.00	0.04
ზუგდიდი, სოფ. ჭითაწყარო	4229212	4151345	9	7.42	7.42	0.003	2.34	0.028
ზუგდიდი, სოფ. ოდიში	4231991	4154267	8	7.44	5.3	0.003	2.37	0.08
ზუგდიდი, სოფ. კორცხელი	4233381	4156210	15	8.02	3.2	0.007	2.75	0.1
წალენჯიხა, სოფ. ფაბრიკა	42137204	4202826	7	7.85	0.5	0.015	2.25	0.07
წალენჯიხა, სოფ. ნაკიფუ	4235839	4205373	9	7.65	1.5	0.019	2.8	0
წალენჯიხა, სოფ. ნაკი	4236311	4205957	5	7.88	2.2	0.012	3.55	0.14
ჩხოროწყუ, სოფ. პატარა (ქვედა) ჩხოროწყუ	4228307	4206320	8	7.44	0.4	0.017	3.6	0.02
ჩხოროწყუ, სოფ. მუხური	4235979	4209939	6	7.54	1.6	0.011	1.75	0.01
ჩხოროწყუ, სოფ. ჭოლა	4233533	4210933	11	7.88	1.1	0.002	3.76	0.01
მარტვილი, სოფ. ტალერი	4232493	4218809	6	7.99	1.6	0.013	0.79	0.0
მარტვილი, სოფ. დიდი ჭყონი	4230709	4219506	5	7.85	0.7	0.006	4.51	0.03
მარტვილი, სოფ. ხუნწი	4223358	4223255	6	7.92	2.0	0.001	3.0	0.01
ზღვრული დასაშვ. კონცენტრაცია, მგ/ლ					50	0.2	3.5	0.3

2019 წლის მაისში კოლხეთის დაბლობის 7 რაიონის ტერიტორიაზე, 21 სოფელში, მოსახლეობის მიერ სასმელად გამოყენებული ჭის წყლების დაბინძურების ხარისხის შემოწმების მიზნით ჩატარებული ანალიზების შედეგების მიხედვით, ჩვენ მიერ საანალიზოდ შერჩეული ჭების წყლებში ნიტრიტების შემცველობა მერყეობს 0,001მგ/ლ -დან 0, 019მგ/ლ-მდე, ნიტრატები 0,4მგ/ლ-დან 5,3მგ/ლ-მდე, ფოსფატების საერთო რაოდენობა 1,68მგ/ლ-დან 6,5მგ/ლ-მდე, ხოლო რკინის - 0,01მგ/ლ-დან 1.42-მდე.

შედეგები შედარებულია საქართველოს სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტის მონაცემებთან, რომლის მიხედვითაც ნიტრატის და ნიტრიტის შემცველობა 21 სინჯიდან არც ერთ სინჯში არ აღემატება ზღვ-ს. ნიტრატებთან შედარებით, მძიმე მდგომარეობაა ფოსფატების შემცველობასთან დაკავშირებით. 21 სინჯიდან 8 სინჯში მაღალი მაჩვენებელი მივიღეთ. ყველაზე გადაჭარბებული შემცველობა აბაშის რაიონის სოფ. მარანში აღმოჩნდა-6,5მგ/ლ, ასევე მარტვილის რაიონის სოფ. დიდ ჭყონში - 4,5მგ/ლ. რკინის შემცველობა აღემატება ზღვ-ს სამ



სინჯში, კერძოდ აბაშის რაიონის სოფ. საბოკუჩაო - 1, 05მგ/ლ და სენაკის რაიონი სოფ. ეკი-1,42მგ/ლ.

რადგან საანალიზოდ შერჩეული ყველა ჭის წყალი გამოყენებულია სასმელად, შედეგების დამუშავების დროს ასევე გამოვიყენეთ ჩამოსხმული სასმელი წყლის ხარისხისადმი წაყენებული სანიტარულ-ჰიგიენური მოთხოვნები, რომლის მიხედვითაც ნიტრიტის შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს 0,005 მგ/ლ. ჩვენ მიერ შერჩეული 21 საანალიზო ჭიდან ნიტრიტის შემცველობა 13 სინჯში აღემატება 0,005 მგ/ლ-ს [7].

## დასკვნა

ზემოთაღნიშნული კვლევის მონაცემებზე დაყრდნობით შეიძლება დავასკვნათ, რომ თუკი 21 სინჯში აღმოჩნდა ზდკ-ზე გადაჭარბებული მაჩვენებლები, ე.ი მთლიანად კოლხეთის დაბლობზე სასმელი წყლის დაბინძურების ხარისხი საკმაოდ მაღალია და ეს პრობლემა ატარებს როგორც ეკოლოგიურ, ასევე სოციალურ ხასიათს. ამისათვის აუცილებელია დაბინძურების ნეიტრალიზებისათვის საჭირო რეკომენდაციების მომზადება, შემდგომში ჭის წყლების დაბინძურების ასაცილებლად, რაც რეალური საფუძველი გახდება ჩვენი ქვეყნის მოსახლეობის ჯანმრთელობის გაუმჯობესებისა და ჯანსაღი თაობის აღზრდისათვის.

## ლიტერატურა

1. ვ. ერისთავი, ა. დანელია, რ. ალასანია, ლ. ალასანია, ლ. არხიპოვა. გარემოს გაჭუჭყიანების წყაროები და მათი ლიკვიდაციის ტექნიკური ღონისძიებები. გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი, 1985. გვ. 224.
2. <https://ekofact.com/2010/05/30/76/>
3. <http://www.ambioni.ge/rogor-dgundeba-vargisia-tu-ara-wyali-sasmelad>
4. <http://batumelebi.netgazeti.ge/news/5910/#sthash.mnow3OB8.dpuf>
5. The technical reglament of drinking water.
6. Nitrate and nitrite in drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality.
7. The health requirements approval forbottled drinking water quality.
8. ზ. ბარდაჩიძე. მინერალური სასუქებისა და სოდაპროდუქტების ტექნოლოგია. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი 2013, გვ. 148.

ლაბორატორიულ პირობებში მუხრან-საგურამოს ველის ნიადაგების ზღვრული წყალტევადობისა და მოცულობითი წონის მაჩვენებლის განსაზღვრა

ო. ხარაიშვილი<sup>1)</sup>, მ. კიკაბიძე<sup>1),2)</sup>, ნ. მებონია<sup>1)</sup>, მ. ლომიშვილი<sup>1)</sup>, ქ. როყვა<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

0160, დ. გურამიშვილის გამზ. N 71, ქ. თბილისი, საქართველო

<sup>2)</sup> საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის

წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი

0179, ჭავჭავაძის გამზ.60<sup>ბ</sup>, თბილისი, საქართველო,

**E:mail:** Xaraihvili-nona@yandex.ru, makomako429@mail.ru,

n.mebonia@agrun.edu.ge, maia.kikabidze@bk.ru

საქართველოს სოფლის მეურნეობის შემდგომი წინსვლა და განვითარება წარმოუდგენელია სასოფლო-სამეურნეო მელიორაციის აღორძინების გარეშე, რაც აღნიშნულია ქვეყნის სოფლის მეურნეობის განვითარების სტრატეგიის კონცეფციაში.

საქართველოს კლიმატური პირობებიდან გამომდინარე, ქვეყნის ბევრ რეგიონში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების უხვი და სტაბილური მოსავლის მიღება მორწყვის გარეშე შეუძლებელია. ისტორიულად აპრობირებული რწყვის ხერხები (მაგ. კვლებში რწყვა), რომელიც უმრავლეს შემთხვევაში დღემდე მასიურად გამოიყენება, ხასიათდება ბევრი ნაკლოვანებით, რომელთაგან შეიძლება აღინიშნოს აღნიშნული ხერხით რწყვის თავისებურების გამო მცენარისთვის საჭიროზე გაცილებით მეტი წყლის მიწოდების აუცილებლობა, რწყვის შემდეგ მიწის ზედაპირზე ქერქის წარმოქმნა, მიწის ზედაპირის სპეციალური დამუშავების (მოშანდაკების) აუცილებლობა და სხვა. აუცილებელია აღინიშნოს, რომ ზოგიერთი კულტურის მოყვანის დროს რწყვის ამ ხერხებს დღემდე ალტერნატივა არ გააჩნია. ამავე დროს ბევრ რეგიონში სხვა კულტურების მოყვანის შემთხვევაში უპირატესობა უნდა მიენიჭოს რწყვის თანამედროვე რესურსდამზოგავ ტექნოლოგიებს (მაგ. წვეთოვანი ან დაწვიმებითი რწყვა) [1,2].

რწყვის რეჟიმების ოპტიმიზაციის აქტუალობა გამოიხატება იმით, რომ არსებული სამელიორაციო სისტემების რეაბილიტაცია სოფლის მეურნეობის სამინისტროსა და კომპანია „საქართველოს მელიორაციის“ პრიორიტეტული ამოცანაა (დღეისთვის ფაქტიურად ირწყვება მელიორირებული ფონდის 28%). ახლო მომავალში უნდა ვივარაუდოთ მელიორირებული მიწების ექსპლუატაცია სრული დატვირთვით. ამ შემთხვევაში სარწყავი წყლის რესურსების არსებული შეზღუდვებისას გეგმიური და, შესაბამისად, ფაქტიური წყალმოხმარება იქნება მკაცრად ლიმიტირებული. ამასთან კავშირში, მნიშვნელოვანია რწყვის ისეთი ტექნოლოგიების დანერგვა და პოპულარიზაცია, რომლებიც ხელს შეუწყობენ სარწყავი წყლის ეკონომიას.

ეს პრობლემა განსაკუთრებით ყურადსაღებია კლიმატის ნავარაუდები ცვლილების გათვალისწინებით. მეტეოროლოგიური პროგნოზებით XXI საუკუნის ბოლოსთვის

საქართველოში მოსალოდნელია ტემპერატურის მატება და ნალექების კლება. ეს ტენდენცია ვრცელდება როგორც საშუალო წლიურ, ასევე ზაფხულის თვეების მონაცემებზე, რაც ბუნებრივია, იმოქმედებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების რწყვის რეჟიმებზე. თუ დავამატებთ, რომ ტემპერატურის მატება და ნალექების კლება მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს მთიან და მაღალმთიან რეგიონებში, ცხადი ხდება, რომ 75–80 წლის შემდეგ სარწყავი წყალი შეიძლება დეფიციტური გახდეს.

ჰაერში წყლის დეფიციტზეა დამოკიდებული ოპტიმალური ტენიანობის პირობებში მცენარის მიერ წყლის მთლიანი ხარჯვა (ტრანსპირაცია და ნიადაგის ზედაპირიდან აორთქლება). აღნიშნული დეფიციტის ზრდასთან ერთად იზრდება მცენარის მიერ წყლის მთლიანი ხარჯვა.

ატმოსფერული ნალექები სავეგეტაციო პერიოდში ხშირ შემთხვევაში ვერ უზრუნველყოფენ შეფარდებას ჰაერში წყლის დეფიციტსა და მთლიან ხარჯვას შორის და სინამდვილეში ადგილი აქვს მათ შორის ზოგჯერ საგრძნობ სხვაობას. ამიტომ რწყვის ამოცანას შეადგენს ამ სხვაობის მინიმუმამდე დაყვანა, რაც საჭიროებს მორწყვის ნორმების დადგენას, ვადების შერჩევას და კორექტირებას. რადგან რწყვა დროის გარკვეულ ინტერვალში ტარდება, ცხადია ამ ინტერვალში ნიადაგის ტენიანობა ცვლილებას განიცდის. რწყვის საშუალებით უნდა დამყარდეს მცენარისათვის სასურველი წყლისა და ჰაერის რეჟიმი ნიადაგის აქტიურ ფენაში (იმ ფენაში, სადაც გავრცელებულია მცენარეთა სისტემის ძირითადი ნაწილი) [3, 4].

აქტიური ფენა დამოკიდებულია როგორც თვით კულტურაზე, ისე ნიადაგის გატენიანების ინტენსივობაზე და სიღრმეზე. მცირე სიღრმეზე გატენიანების გამო აქტიური ფენა შეიძლება მცირე იყოს, სასურველი არ არის ფესვთა სისტემის სიღრმის ხელოვნურად შემცირება, ვინაიდან ამით შემცირდება მცენარისათვის გამოსაყენებელი ნიადაგის მოცულობაც და, მასთან ერთად, საკვები ნივთიერების მიწოდება.

აქტიური ფენის ჩვეულებრივ სიღრმედ თვლიან: ბოსტნეული მცენარეებისათვის 0,3-0,5 მ. მინდვრის მცენარეებისათვის 0.6-0.7 მ. მრავალწლიანი ნარგავებისათვის 0,7-0,8-1 მ. ერთი და იმავე მცენარისათვის აქტიური ფენა განვითარების ფაზების მიხედვით იცვლება.

მორწყვის ნორმის განსაზღვრა რამდენიმე წესით შეიძლება, თუ გამორკვეული გვაქვს ნიადაგში არსებული წყლის მარაგი და ვიცით ნიადაგის მაქსიმალური ტენიანობა (ზღვრული წყალტევადობა), მათი სხვაობა მოგვცემს მორწყვის ნორმას. ტენიანობის მაქსიმუმის მაჩვენებელია ზღვრული წყალტევადობა [5].

$$m = W_{\text{მაქ}} - W_0 \quad (1)$$

სადაც:  $m$  არის მორწყვის ნორმა ( $\text{მ}^3$  ჰა-ზე) ;

$W$  - მაქსიმალური რაოდენობა ( $\text{მ}^3$ );

$W_0$  - ნიადაგში არსებული წყლის მარაგი ( $\text{მ}^3$ ).

კვლევებით დადასტურებულია, რომ მელიორაციაში ზღვრულ წყალტევადობას მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს, რადგან ამ თვისებით ნიადაგი შეაკავებს და შემდეგ ამარაგებს მცენარეს სასარგებლო ტენით. ნიადაგს რომ ეს უნარი არ ჰქონდეს, მაშინ

ტენის მთელი მარაგი სიღრმეში ჩაიჟონება და მცენარისათვის უსარგებლო იქნებოდა. მცენარისათვის ოპტიმალური ტენიანობის ზედა საზღვრად მიღებულია სწორედ ზღვრული წყალტევადობა, ხოლო ქვედა საზღვრად მისი 70%...80%-ზე საჭიროა მორწყვის ჩატარება, ვინაიდან მცენარე თანდათანობით კარგავს ტენის შეთვისების უნარს და იწყებს ჭკნობას.

ცხრილ 1-ში მოცემულია მუხრან-საგურამოს ველის ნიადაგის სხვადასხვა ტიპისათვის ზღვრული წყალტევადობის მახასიათებლები, ხოლო ცხრილ 2-ში შემოთავაზებულია მოცულობითი მასის  $\alpha$  მაჩვენებლები. ლაბორატორიული კვლევები ჩატარდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სასოფლო-სამეურნეო მელიორაციის ლაბორატორიაში.

ცხრილი 1

ნიადაგის ზღვრული წყალტევადობა

#	მახასიათებლების დახასიათება	განზ. ერთ.	რაოდენობა
1	ნიმუშის ალების სიღრმე	სმ	16-32
2	ცილინდრის N		5
3	ცილინდრის წონა ბადით და სველი ფილტრის ქაღალდით, $m_1$	გრ	241.01
4	ცილინდრის წონა ფილტრითა და ნიადაგით, $m_2$	გრ	2541.8
5	ნიადაგის წონა ცილინდრში, $m_3 = m_2 - m_1 = 2541,8 - 241.01 = 2300,79$	გრ	2300,79
6	ნიადაგის ტენი პროცენტებში, $r$	%	26,85
7	აბსოლუტურად მშრალი ნიადაგის წონა ცილინდრში, $m_4 = 100 \times m_3 : 100 + r = 100 * 2300,79 + 26,85 = 2813,79$	გრ	2813,79
8	გაჟღენთილი ნიადაგის წონა ცილინდრით ბადით, $m_5$	გრ	2612,15
9	გაჟღენთილი ნიადაგის წონა $m_6 = m_5 - m_1 = 2612,15 - 241.01 = 2371.19$	გრ	2371,19
10	წყლის წონა გაჟღენთილ ნიადაგში $m_7 = m_6 - m_4 = 2371,19 - 241.01 = 557,7$	გრ	557.7
11	ნიადაგის ზღვრული წყალტევადობა აბსოლუტურად მშრალი ნიადაგის წონის მიმართ პროცენტებში $m_8 = m_7 \times 100 : m_4 = 557.7 \times 100 : 2813,79 = 30,71$	%	30,71

ცხრილი 2

ნიადაგის მოცულობითი მასის მაჩვენებლები

#	დასახელება	განზ. ერთეული	ცდით მიღებული შედეგები
1	ნიმუშის ალების სიღრმე	სმ	16-32
2	ცილინდრის #	7	
3	ცარიელი ცილინდრის $m_1$	გრ	328,9
4	ცილინდრის და ნიადაგის წონა $m_2$	გრ	2891,5

5	ცილინდრში მოთავსებული ნიადაგის წონა $m_3 = m_2 - m_1 = 2891,5 - 328,9 = 2562,6$	გრ	2562,6
6	ნიადაგის ტენი $r$	%	26,85
7	ცილინდრში არსებული ნიადაგის წონა აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაში $m_4 = 100 \times m_3 : 100 + r = 100 * 2562,6 : 100 + 26,85 = 2020,18$	გრ	2020.18
8	ცილინდრის რადიუსი $R$	სმ	6.0
9	ნიადაგის სისქე ცილინდრში $H$	სმ	15,8
10	ნიადაგის მოცულობა $W = \pi R^2 H = 3.14 \times 36 \times 15,8 = 1786.0$	სმ <sup>3</sup>	1786.0
11	მოცულობითი წონა $\alpha = m_4 : W = 2020,18 : 1786.0 = 1,3$	გრ/სმ <sup>3</sup>	1.3

### დასკვნა

მიღებული შედეგები საშუალებას მისცემს ადგილობრივ მოსახლეობას და ფერმერებს ცალკეული სასოფლო-სამეურნეო კულტურის რწყვის რეჟიმის გაანგარიშების შემდეგ განსაზღვროს მთლიანი სარწყავი ფართობის რწყვის რეჟიმი თვითნებური კულტურის წყალმოთხოვნილების გათვალისწინებით. ამის შედეგად მივიღებთ სარწყავი წყლის საჭირო მოცულობას, რომელიც უნდა მიეწოდოს მთელ სარწყავ ფართობს პერიოდულად, გარკვეულ ინტერვალებში, ისეთი საინჟინრო მელიორაციული საკითხების გადასაწყვეტად, როგორცაა: ყველა კულტურის მოსარწყავად საჭირო წყლის რაოდენობა, დროის ამა თუ იმ მომენტში დროის ერთეულში საჭირო წყალი, როგორი უნდა იყოს არხების გამტარუნარიანობა და, მაშასადამე, მათი ზომები, რამდენად აკმაყოფილებს კვების წყარო სარწყავი წყლის მოთხოვნებს და ა.შ., საჭიროა გვეჩვენოს სარწყავი წყლის მოთხოვნილების საერთო სურათი, რომელიც გვიჩვენებს, თუ რა რაოდენობის წყალია საჭირო ცალკეული პერიოდების დროის ერთეულში.

### ლიტერატურა

1. გ. ტულუში. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მორწყვის წესები და მათი სრულყოფის გზები. თბილისი, 1986 წ., 242 გვ.;
2. გ. გავარდაშვილი. ირიგაცია, დრენაჟი, ეროზია. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი, მეორე გამოცემა, 2018 წ., 410 გვ.;
3. დ. გუბელაძე, ო. ხარაიშვილი. სასოფლო-სამეურნეო მელიორაცია. სალექციო კურსი. სტუ., 2015 წ., 180 გვ.;
4. გ. ტულუში, პ. ტულუში, ო. ხარაიშვილი. სასოფლო-სამეურნეო ჰიდროტექნიკური მელიორაცია, მიწების მორწყვის განსაკუთრებული სახეები, გაწყლოვანება და წყალმომარაგება. თბილისი, 2000წ., 78 გვ.;
5. ი. ჩხენკელი. სასოფლო-სამეურნეო მელიორაცია. თბილისი, 1970, 276 გვ.

**ИННОВАЦИОННАЯ НАПЛАВНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ВОДОЗАБОРНОГО  
СООРУЖЕНИЯ В СОСТАВЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА  
СИСТЕМ МНОГОЦЕЛЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДСКИХ  
ХОЗЯЙСТВ И ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ**

**Хецуриани Е.Д.<sup>1), 2)</sup>, Бондаренко В.Л.<sup>3)</sup>, Ылясов А.И.<sup>4)</sup>,  
Штавакер М.И.<sup>3)</sup>, Хецуриани Т.Е.<sup>5)</sup>**

<sup>1)</sup> Южно-Российский Государственный Политехнический Университет (НПИ)  
им. М.И. Платова

ул. Просвещения 132, Ростовская обл., 346428, г. Новочеркасск, Российская Федерация;

<sup>2)</sup> Донской Государственный Технический Университет

Пл. Гагарина 1, 344000, Ростов-на-Дону, Российская Федерация;

<sup>3)</sup> Новочеркасский Инженерно-Мелиоративный Институт

Донского Государственного Аграрного Университета

ул. Пушкинская 111, Новочеркасск, Российская Федерация;

<sup>4)</sup> Филиал WTL (США) в Азии,

ул. Новаторов д. 7А корп. 2, г. Москва, Российская Федерация;

<sup>5)</sup> Ростовский Государственный Медицинский Университет

пер. Нахичеванский 29, г. Ростов на Дону, Российская Федерация

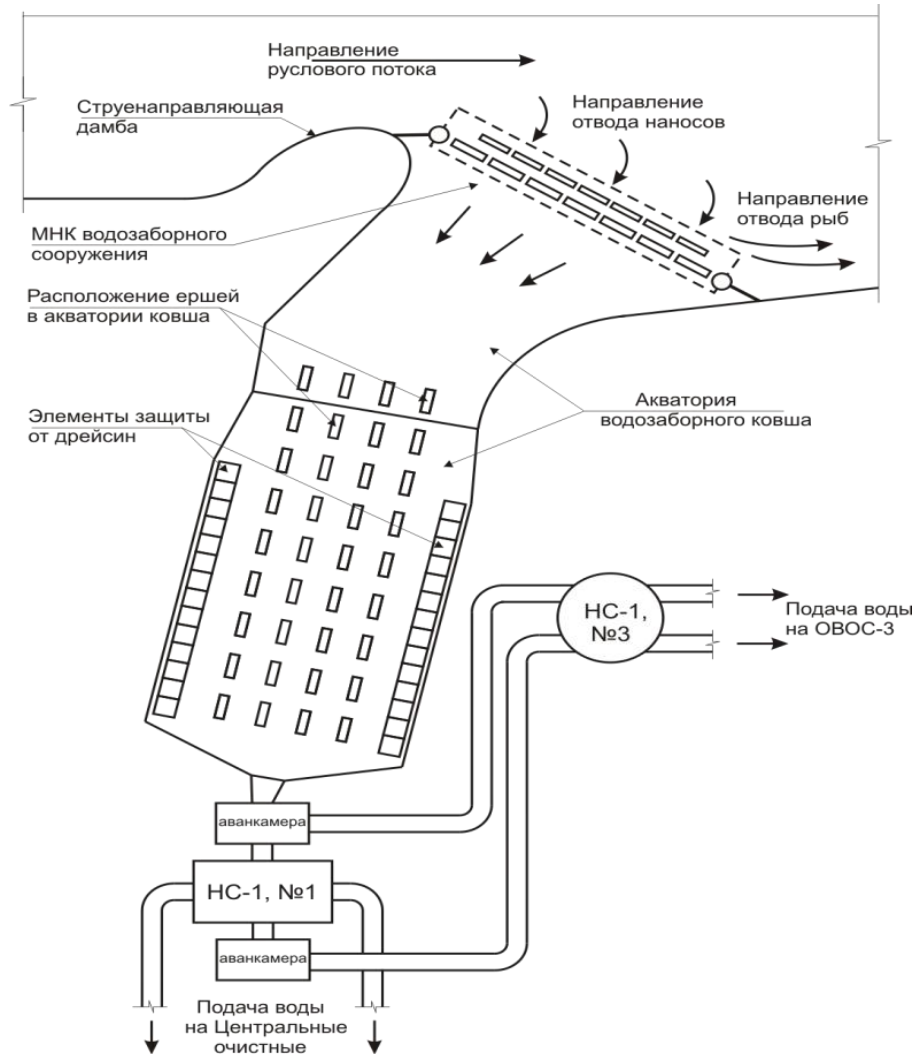
*E-mail: goodga@mail.ru; nimi.TBiP@yandex.ru, allaberdi\_il@mail.ru,*

*Shtawkader.marya@yandex.ru. xeczuriani.tima@mail.ru*

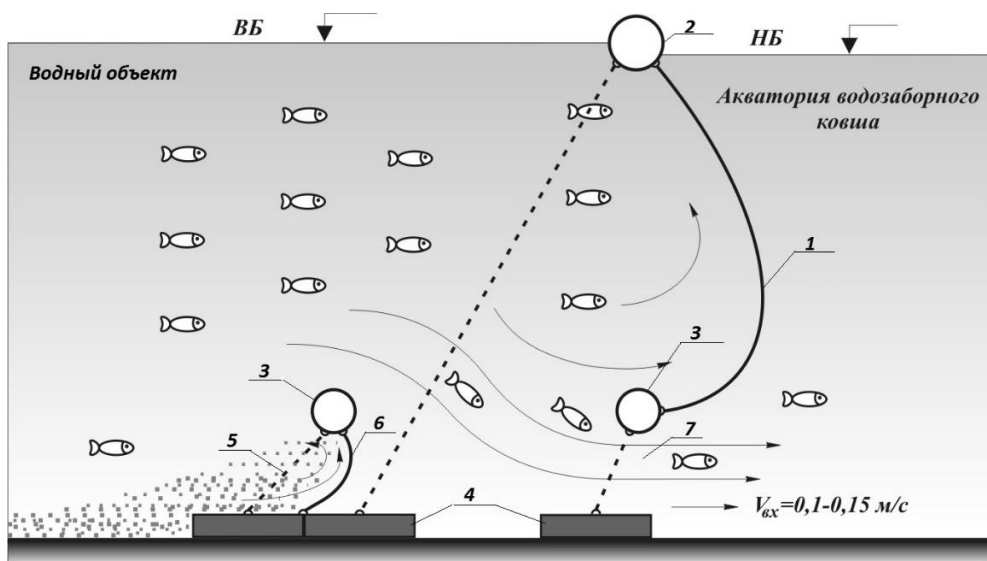
**Введение**

В развитии нового методологического подхода возникла необходимость в пересмотре действующей многие десятилетия конструктивной парадигме, связанной с использованием традиционных конструктивных материалов (металл, бетон, железобетон) при создании различных типов водозаборных сооружений и на «В.Т.К.». Следует отметить, что действующие в настоящее время различные типы водозаборных сооружений из традиционных материалов не отвечают современным требованиям по показателям ЭП и, соответственно, не могут обеспечивать необходимую ЭБ [2-4].

Для обеспечения ЭП в отдельных конструктивных элементах и конструкциях в целом водозаборном сооружении в составе «В.Т.К.» нами был принят новый конструкционный материал в виде высокопрочной синтетической ткани, который широко используется в строительстве трансформируемых конструкций для различного функционального назначения. Для водозаборных сооружений «С.М.В.» городских хозяйств тканевые материалы, как показали результаты исследований, используются в создании мягких наплавных конструкций (МНК), выполняемых из высокопрочных синтетических тканевых материалов, размещаемых в расчетном створе водного объекта с учетом гидравлической структуры водного потока [6]. МНК водозаборного сооружения включает в себя подвижный гибкий экран, размещаемый на глубине водного потока в расчётном береговом створе водного объекта, верхняя кромка которого крепится к системе поверхностных поплавков (2), а нижняя кромка - к системе заглубленных поплавков (3), которые удерживаются в плановом размещении на водной поверхности и на глубине якорными устройствами (4) через гибкие связи (5). Заглубленный гибкий экран (6) размещается на определенном расстоянии от водозаборного окна (7), который выполняет функцию отвода донных видов ихтиофауны и донных наносов от водозаборного окна, в котором скорость водного потока  $u$ , исходя из физических особенностей ихтиофауны, не должна превышать 0,1-0,15 м/с.



**Рис. 1. Водозаборный технологический комплекс «Системы многоцелевого водоснабжения» городов Ростов-на-Дону, Аксай, Батайск**



**Рис. 2. МНК Водозаборного сооружения в составе «В.Т.К.» «С.М.В.»:**  
**1-гибкий экран задаваемой формы по глубине водного потока; 2-система поверхностных поплавков;**  
**3-системы заглубленных поплавков; 4- якорные устройства; 5- гибкие связи;**  
**6- заглубленный гибкий экран; 7- водозаборное окно**



## Материалы и методы

Исследованиями установлено, что МНК водозаборного сооружения в составе «В.Т.К.» ПТС «П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.» обладает рядом конструктивных и функциональных преимуществ в сравнении с водозаборными сооружениями, выполненными из традиционных материалов. Наиболее важными преимущественными показателями являются:

- высокий уровень ЭП к окружающей природной среде [1-3];
- многофункциональность, связанная с обеспечением сохранения биоразнообразия ихтиофауны и водной растительности в водном объекте, защиты водозаборного ковша от донных и взвешенных наносов, шуги и плавающих предметов, поступающих из водного объекта [12-13];
- возможность быстрого монтажа и демонтажа сооружения;
- достаточно низкая масса и высокая транспортабельность;
- широкие возможности в автоматизации и управлении и др.

Для МНК водозаборных сооружений в составе «В.Т.К.» городских хозяйства объектов экономики разработаны три базовых конструктивных элемента: перегораживание верхних слоев водного потока гибким экраном, перемеживание нижних слоев водного потока гибким экраном (1) (рис. 2); перегораживание нижних (донных) слоев водного потока гибким экраном (6) (рис. 2); перегораживающий гибкий экран по всей глубине водного потока в виде глухой части сооружения для сопряжения с беговыми устоями на водном объекте [6].

Для обеспечения устойчивой функциональной работы МНК водозаборного сооружения важными расчетными элементами являются: - определение гидростатического, гидродинамического давления и волновые нагрузки на гибкий экран (1,6), по данным которых выполняется расчет мягкой оболочки гибких экранов.

## Результаты исследований

При отборе расчетных расходов воды через донное водозаборное окно (рис. 2), суммарный гидростатический и скоростной напор водного потока определяется по формуле:

$$Z_0 = \frac{v^2}{2gM^2} \quad , \quad (1)$$

где  $M$  – коэффициент расхода для затопленного отверстия с плавными боковыми подходами,  $M=0,8-0,85$ ;  $v$  – скорость подхода водного потока к сооружению (рис. 1).

Удельный расход ( $q$ ) отбора воды в водозаборном окне определяется по формуле:

$$q = m\sqrt{2g}H^{3/2} \quad , \quad (2)$$

где  $m$  – коэффициент расхода для подтопленного водослива, определяемый по формуле Базена:

$$m = \left(0,405 - \frac{0,0027}{H}\right) \cdot 1,05 \left(1 + 0,2 \frac{H-Z}{\rho}\right) \cdot \sqrt{Z/H} \quad ,$$

где  $H$  – напор воды на гребне водослива.

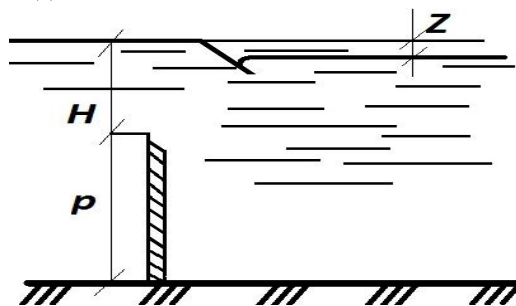


Рисунок 3. Расчетная схема для определения  $Z$

Определение перепада  $Z$  сводится к решению нелинейного уравнения в неявной форме по  $Z$ :

$$q = \left[ (0,405 - \frac{0,0027}{H}) \cdot 1,05(1 + 0,2 \frac{H-Z}{\rho}) \cdot \sqrt{\frac{Z}{H}} \right] \cdot \sqrt{2g} H^{3/2} \quad (3)$$

Суммарный напор на гибкий экран состоит из статического перепада В.Б. и Н.Б. (рис. 1)  $Z$  и скоростного напора  $\frac{v^2}{2gM^2}$ .

Волновая нагрузка от ветровых и судовых волн на гибкий экран (1) определяется с учётом скоростного напора частиц воды, где в расчёте принимается относительная скорость  $u_{отн}$  элемента оболочки гибкого экрана  $u_{об}$  и воды  $u_{вод}$ , спроецированной на нормаль  $\bar{n}$  элемента оболочки (рис. 4). Скоростной напор от волны  $P^{вол}$  определяется:

$$P^{вол} = \frac{u_{отн} \bar{n}}{2g}, \quad (4)$$

а с учетом направления  $P^{вол} = \frac{|u_{отн} \bar{n}| u_{отн} \bar{n}}{2g}$

$$u_{отн} = u_{вод} - u_{об} \quad (5)$$

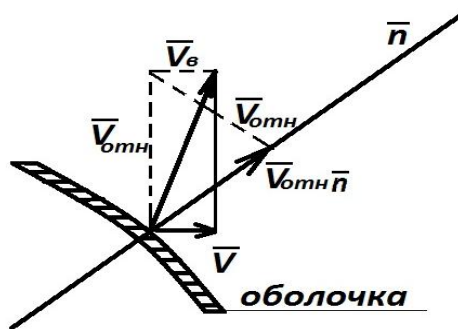


Рисунок 4. Векторная схема скоростей

В реальных условиях на водных объектах встречаются преимущественно прогрессивные волны, поэтому скорость частиц воды рекомендуется определять по зависимостям:

$$u_z^{вод} = Ce^{kz} k \cos(\sigma t + kx) \quad (6)$$

$$u_z^{вод} = kCe^{kz} \sin(\sigma t + kx) \quad , \quad (7)$$

где  $\sigma$  – угловая скорость;  $k = \sigma^2/g$  – волновое число;  $C = ag/$  – постоянная интегрирования;  $a$  – амплитуда волны;  $x$  и  $z$  – координаты точек воды;  $t$  – время.

Скорость элементов оболочки гибкого экрана для каждого момента времени определяется по формуле:

$$u_{xi}^{об} = \frac{dx_i^{об}}{dt}; \quad u_{zi}^{об} = \frac{dz_i^{об}}{dt} \quad , \quad (8)$$

где  $u_{xi}^{об}$  и  $u_{zi}^{об}$  – перемещение  $i$ -ого элемента оболочки гибкого экрана за время  $dt$  в направлении  $X$  и  $Z$  соответственно.

Расчет выполняется численным методом по разработанной нами программе для LBM (ЭВМ).

Методика расчета конструктивных элементов МНК

На основе результатов теоретических исследований МНК, в которых гибкий экран из тканевых материалов рассматривается как цилиндрическая оболочка, расчет цилиндрической оболочки выполняется на основе решения системы линейных уравнений в соответствии расчетной схемы (рис. 5 а).

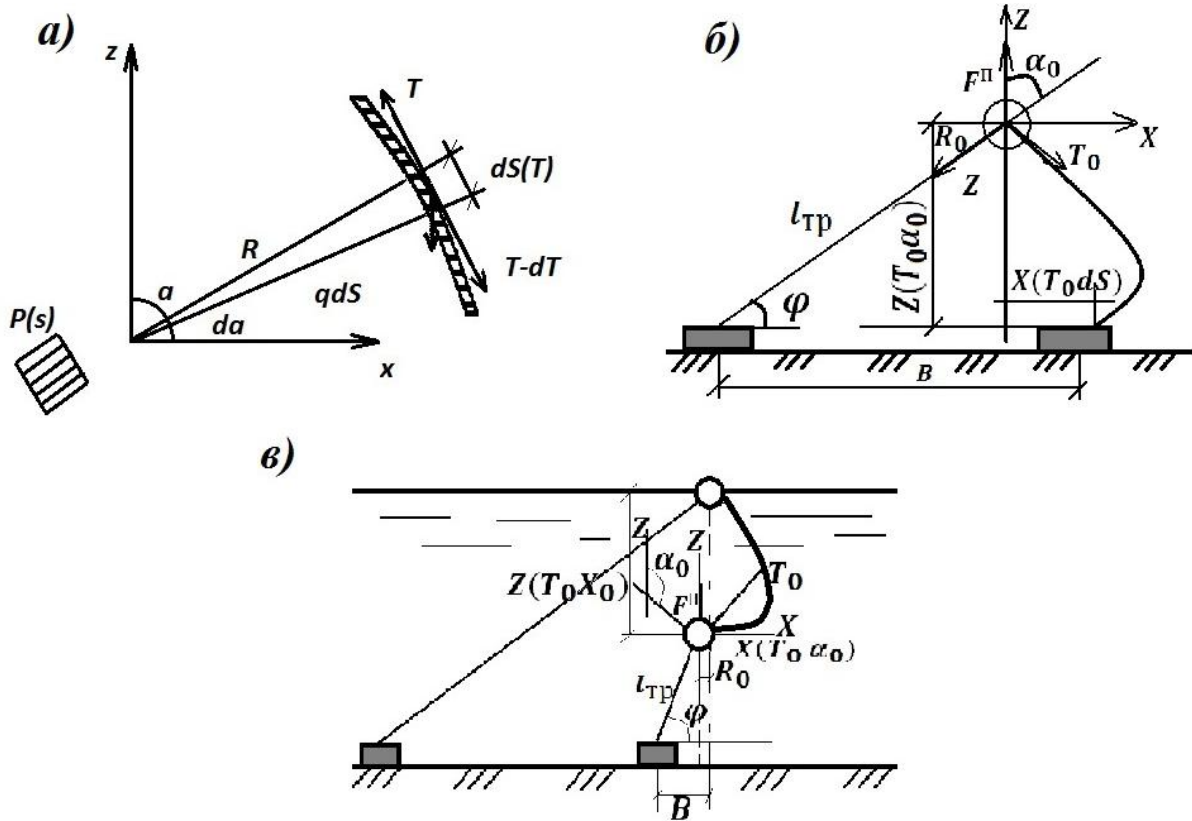


Рисунок 5. а - Расчетная схема для составления дифференциальных уравнений; б - Расчетная схема для углублённого гибкого экрана; в - расчетная схема для гибкого экрана (1)

$$\begin{cases} ds = \frac{d(T \cos \alpha) \cos \alpha}{P \sin \alpha} \\ dz = \frac{d(T \sin \alpha) \sin \alpha}{P \cos \alpha - q} \\ ds = \frac{T d\alpha}{P} \end{cases} \quad (9)$$

Решение системы уравнений (9) при учете нелинейности функциональных зависимостей  $p=f(s)$  и  $ds=f(T)$  выполняется по разработанной программе на ЭВМ.

Инженерный расчет основан на разбивке мягкой оболочки на конечное число взаимосвязанных элементов. Процедура расчета  $i$ -го элемента гибкого экрана оболочки выполняется в последовательности:

$$T_{i+1} = T_i - q_0 \left( Z_i + \Delta S_i \frac{\sin \alpha_i}{2} \right) \quad (10)$$

$$\Delta S_{i+1} = \frac{l_{ЭК}(T_i)}{n}$$

$$\Delta \alpha = P \left( Z_i + \Delta S_i \frac{\sin \alpha_i}{2} \right) \quad (11)$$

$$\alpha_{i+1}$$

$$\Delta \alpha = \alpha_i + \Delta \alpha \quad (12)$$

$$X_{i+1} = X_i + \Delta S_i \cos \alpha_{i+1} \quad (13)$$

$$Z_{i+1} = Z_i + \Delta S_i \sin \alpha_{i+1} \quad (14)$$

Где  $q_0$  погонный вес экрана – оболочки;  $T_i$  - усилие в  $i$ -ом элементе;  $\Delta S_i$  - шаг по длине оболочки;  $l_{\text{эк}}(T_i)$  - длина экрана оболочки (периметр по высоте);  $\alpha$ ,  $\Delta\alpha$  – текущий угол и приращение по углу;  $X_i$ ,  $Z_i$ ,  $X_{i+1}$ ,  $Z_{i+1}$  - координаты концов элемента. Расчет выполняется по программе, составленной для ИВМ и ЭВМ

Определение усилия  $T_0$  и начального угла  $\alpha_0$  выполняется методом Ньютона-Канторовича, при котором процедура расчета экрана-оболочки разделяется на две функции:

$$\begin{cases} X_{\text{эк}}(T_0, \alpha_0) = D \\ Z_{\text{эк}}(T_0, \alpha_0) = H \end{cases}, \quad (15)$$

Где  $D$  - смещение по  $X$  между верхней и нижней крошки экрана-оболочки;  $H$  - превышение верхней кромки над нижней крошкой.

Для случая, когда положение верхней кромки и нижней кромки гибкой экрана-оболочки зависит от выталкивающей силы поверхностной и заглубленной систем поплавков,  $F^n$  функции нагрузки  $p(z)$ , составляется уравнения «параметров» по  $X$  и по  $Z$ , а действующий фактор «завязывается» в определений геометрических параметров водозаборного сооружения. Так, для составления системы уравнений для расчета донного заглубленного гибкого экрана (рис. 5,б) составляются уравнения равновесия системы заглубленных поплавков (рис.5,б):

$$\begin{cases} F\Pi = R_{\text{тп}} \cdot \sin \varphi + T_0 \cdot \sin \alpha_0 \\ R_{\text{тп}} \cdot \cos \varphi = T_0 \cdot \cos \alpha_0 \end{cases} \quad (16)$$

Откуда значение угла ( $\varphi$ ) определяется по формуле:

$$\varphi = \arctg \left( \frac{F^n - T_0 \sin \alpha_0}{T_0 \cos \alpha_0} \right) \quad (17)$$

и уравнения «Периметров» запишутся:

$$\begin{cases} f_1'' = X(T_0, \alpha_0) - B + l_{\text{тп}} \cdot \cos \varphi = 0 \\ f_2 = X(T_0, \alpha_0) - l_{\text{тп}} \cdot \cos \varphi \end{cases} \quad (18)$$

Аналогичные уравнения периметров будут при расчете вертикального полотнища-экрана с системой поверхностных и заглубленных поплавков и гибких связей (рис. 2(1)).

Расчет усилий в тканевом полотнище-экрана выполняется с учетом гидростатического и гидродинамического воздействия от волновых нагрузок.

Расчет выполняется по методу предельных состояний, т.е. наибольшее усилие не должно превышать его несущей способности:

$$T \leq \frac{\gamma_{cd} \cdot R}{\gamma_n \cdot \gamma_{ic}} \quad (19)$$

где  $T$  - наибольшее расчетное усилие;  $\gamma_{cd}$  - коэффициент условий работы;  $\gamma_n$  - коэффициент сочетания нагрузок;  $R$  - несущая способность системы поплавков.

Расчетное усилие в тканевом материале полотнище-экране определяется по выражению:

$$T = T^n \cdot K_0 \cdot K_{\text{дв}} \cdot K_{\text{ст}} \cdot K_{\text{дл}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{дин}} \cdot K_{\text{у.р.}} \cdot K_{\text{шв.}}$$

где  $T^n$  - нормативное усилие в ткани гибкого экрана, кН/м;  $K_0=0,7-0,8$ -коэффициент однородности материала;  $K_{\text{дв}}=0,9$ -коэффициент длительности прочности;  $K_{\text{т}}=0,80-0,95$ -температурный коэффициент;  $K_{\text{дин}}=0,80-0,95$ -динамический коэффициент;  $K_{\text{шв.}}=0,80-0,95$ -коэффициент прочности швов;  $K_{\text{у.р.}}$ -коэффициент условий работы.

Для обеспечения эксплуатационной надежности возникающие усилия в тканевом гибком экране рекомендуется уменьшать в пределах от 2-х до 7 раз [6].

На основе результатов исследований и опыта эксплуатации конструкции из тканевых материалов системы поверхностных и заглубленных поплавков рекомендуется выполнять из стальных электросварных прямошовных труб (ГОСТ 10704-76 ст. СЭВ 490-77).

На стадии проектирования периметр вертикального полотнища-экрана ( $L_{в.п.}$ ) конструктивно определяется из выражения:

$$L_{в.п.} = Z \cdot K_p + a + hb/2 \quad (20)$$

где  $Z$  высота поверхностного слоя водного потока (рис. 5.в) определяется разностью отметок систем поверхностных и заглубленных поплавков;  $K_p$  - конструктивный коэффициент, принимаемый в пределах 1,5-1,6;  $a$  - конструктивно принимается в зависимости от колебания уровней воды на водном объекте в период эксплуатации водозаборного сооружения;  $h$ -высота ветровой волны на водном объекте 5% обеспеченности или высоты волны от речных судов.

Рабочий периметр заглубленного вспомогательного гибкого экрана ( $b$ )(рис. 5,б) конструктивно определяется выражением:

$$L_{з.п.} = (1.4 - 1.5)h_{ок} , \quad (21)$$

где  $h_{ок}$  - высота водозаборного окна.

Пространственное размещение заглубленного донного гибкого экрана (рис. 2) относительно вертикального подвижного полотнища-экрана определяется расстоянием ( $B$ ), которое принимается из условий необходимой гидравлической структуры потока перед водозаборным окном для отвода молоди донных видов рыб, донных наносов и составляет в пределах (1,75-2,5)  $h_{ок}$ .

### Расчет гибких связей и якорных устройств

Исследованиями установлено, что максимальные напряжения в гибких связях возникают при волновых нагрузках на систему поверхностных поплавков (рис. 2). Оценка волновых нагрузок на МНК водозаборного сооружения выполняется в соответствии со СНиП 2.06.04-82 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения» (волновые, ледовые и от судов).

Максимальное усилие в гибкой связи (каната) возникает в месте крепления с системой поверхностных поплавков и определяется по выражению:

$$N_{max} = \sqrt{R^2 + (F_A - F)^2} \leq R \quad (22)$$

Уравнение формы гибкой связи при угле атаки волны  $\alpha=90$  град. и возможности неучета её массы имеют вид:

$$\begin{cases} X = \frac{1}{2}[ch(C_i) - ch(\alpha z + C_i)] \\ l_{св} = \frac{1}{2}[ch(\alpha z + C_i)ch(C_i)] \end{cases} , \quad (23)$$

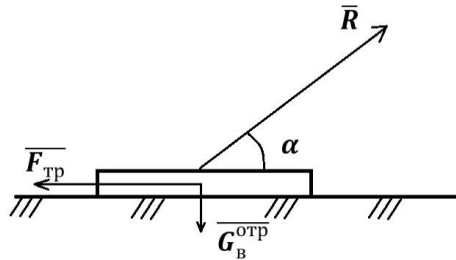
где  $C_i = \ln tg \frac{q_b}{q} - \alpha h$

Для общего случая ( $q=0$ ,  $\alpha \leq 2 \leq 90$ град.  $\delta=f(z)$ ) разработана программа численного расчета на ЭВМ.

$$N_{max} = f_1(h, \lambda, C, d); \quad x = f_2(h, \lambda, C, d, z); \quad l = f_3(h, \lambda, C, d, z) , \quad (24)$$

где  $h$  высота волны;  $\lambda$  - длина волны;  $C$  - скорость волны;  $d_n$  - диаметр поплавков;  $Z$  - переменная ( $0 \leq Z \leq h$ ).

Якорные устройства выполняются из железобетона в виде плит с петлями для крепления гибких связей. Якорные устройства удерживаются силами гравитации, трения о грунт и присасывания к грунту (рис.6).



**Рисунок 6. Расчетная схема якорного устройства, где  $f_{тр}$ -коэффициент трения бетона о грунт;  
 $G_{Q.Y.}$ -масса взвешенного в воде якорного устройства**

Масса якорного устройства должна составлять не менее:

$$G_{Q.Y.} = \frac{R(\cos\alpha + f_{тр}\sin\alpha)}{f_{тр}} \quad (24)$$

Объем железобетонной плиты определяется по формуле:

$$V_{Q.Y.} = \frac{G_{Q.Y.}}{\gamma_б - \gamma_в} \quad , \quad (25)$$

где  $\gamma_б$  удельный вес железобетона,  $\gamma_б=24-25\text{кН/м}^3$ ;  $\gamma_в$  - удельный вес воды  $\gamma_в=10\text{кН/м}^3$ .

Коэффициент трения бетона по грунту  $f_{тр}$ , в воде: по суглинку 0,3-0,45; по песку мелкому 0,4-0,55; по крупному песку 0,5-0,7; по гравию 0,6-0,8.

### Выводы

1. Анализ конструкций водозаборных сооружений, выполняемых из традиционных материалов (металл, бетон, железобетон) показал низкий уровень экологической приемлемости к окружающим природным средам и недостаточность обеспечения современных экологических требований;
2. Использование высокопрочных синтетических тканевых материалов позволило создать МНК водозаборного сооружения в составе «В.Т.К.», что позволяет повысить уровень экологической приемлемости и обеспечить экологическую безопасность по основным критериальным показателям;
3. На основе результатов теоретических исследований МНК водозаборного сооружения в составе «В.Т.К.», разработаны методики расчета конструктивных элементов из тканевых материалов при различных режимах работы сооружения во взаимодействии с водной средой водного объекта.

### Литература

1. Бондаренко В. Л., Блясов А. И., Хецуриани Е. Д. Монография - Научно-методологические основы природно-технических систем в использовании водных ресурсов: территории бассейновых геосистем., Новочеркасск, 2019.
2. Бондаренко В. Л., Скибин Г. М., Азаров В. Н., Семенова Е. А., Приваленко В. В. Экологическая безопасность в природообустройстве, водопользовании и строительстве: оценка экологического состояния бассейновых геосистем: Монография, Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова. – Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2016. – 419 с.
3. Бондаренко В. Л., Семенова Е. А., Алиферов А. В., Клименко О. В. Природно-технические системы в использовании водных ресурсов: территории бассейновых геосистем: монография. Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2016. 204 с.
4. Бондаренко В. Л., Дьяченко В. Б. Оценка экологического состояния бассейновой геосистемы в процессах использования водных ресурсов // Проблемы региональной экологии № 2, 2005 – С. 86–92.

5. Будыко М. И., Дроздов О. А. О влагообороте на ограниченной территории суши // Вопросы гидрометеорологической эффективности полезащитного лесоразведения. – Л.: Гидрометеоздат, 1950.– 248 с.
6. Волосухин В. А., Бондаренко В. Л. Строительные системы охраны водных ресурсов с использованием конструкций из тканевых материалов: монография, Новочеркасская гос. мелиор. академия. – Новочеркасск, Колорит, 2008. -164 с.
7. Лосев К. С. Экологические проблемы и перспективы устойчивого развития России в XXI веке.– М.: «Космосинформ». – 2001. – 400 с.
8. Речные бассейны / под ред. А. М. Черняева; РосНИИВХ.– Екатеринбург: Изд. «Агроэкология», 1999. – 356 с.
9. Хецуриани Е.Д., Костюков В.П., Угроватова Е.Г. 2016 Гидрологические исследования на реке Дон-в-Александровский ОСВ Водозаборные сооружения // Procedia техники. – Том. 150: (2-я Международная конференция по Промышленному машиностроению, ICIE, 2016; Челябинск; Российская федерация; 19 мая 2016) С. 2358-2363.
10. Хецуриани Е.Д., Хецуриани Т.Е. 2016 года будут приняты меры по борьбе с эвтрофикацией водоемов // (приоритетных задач и стратегий развития сельскохозяйственной науки: Сб. наука тр. на базе стажера. Научно-практ. конф., 25 мая 2016 / FTSNiOEVENISIS). – Тольятти, - С. 11-13.
11. Хецуриани Е.Д., Фесенко Л. Н., Богачев А. Н., Мордвинув М. М., Пурас Г. Н., Душенко А. Ю., Бечвая Р. С., Пельчер А. В. Анализ работы Александровского ковшевого водозабора с учетом руслового режима и рыбоводнобиологических показателей реки Дон // Инженерный вестник Дона: [электрон. журнал]. 2015. №4
12. Хецуриани Е.Д., Костюков В. П., Хецуриани Т. Е. Analysis and Evaluation of Parameters Determining Maximum Efficiency of Fish Protection // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2017. – Vol. 262
13. Хецуриани Е.Д., Бондаренко В. Л., Полянский Н. А. Methodological bases of creation and development of a new type of natural and technical system of multipurpose water use un urban areas // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – Vol. 262.
14. Хецуриани Е.Д.,Бондаренко В.Л., Блясов А.И., Семенова Е.А. The results of the research on the pipelines protection from Dreissena on the water intake technological complexes of multi-purpose water supply systems for urban farms [Электронныйресурс] IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2019. - Vol. 698 : International Scientific Conference "Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development", 1–5 October 2019, Kislovodsk, Russian Federation. - № 055041. - URL : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/698/5/055041/pdf>
15. Хецуриани Е.Д.,Бондаренко В.Л., Блясов А.И., Семенова Е.А. Lightweight constructions in technical water supply systems of thermal and nuclear power plants [Электронныйресурс] IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. Vol. 698: International Scientific Conference "Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development", 1–5 October 2019, Kislovodsk, Russian Federation. № 055042. - URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/698/5/055042/pdf>
16. Хецуриани Е.Д., Бондаренко В.Л., Блясов А. И., Семенова Е.А Innovative design solutions to ensure the environmental safety in the existing water intake technological complexes of water systems for urban farms [Электронный ресурс] IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2019. - Vol. 698: International Scientific Conference "Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development", 1–5 October 2019, Kislovodsk, Russian Federation. - № 055040. - URL : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/698/5/055040/pdf>
17. Хецуриани Е.Д.,Бондаренко В.Л., Блясов А.И., Семенова Е.А. Development of protective measures providing environmental safety in areas affected by water-intake constructions of urban households IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2019. Vol. 698: International Scientific Conference "Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development", 1–5 October 2019, Kislovodsk, Russian Federation. - № 077053. URL :<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/698/7/077053/pdf>.



---

---

## ანოტაციები

გარემოს დაცვა

### აზერბაიჯანში მცირე მდინარეების ეკოსისტემების აღდგენის ღონისძიებები

ი. აგაევი, ბ. აჰმადოვი, ტ. ზეინალოვი, ა. მუსლუმოვი

აზერბაიჯანის ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის სამეცნიერო-საწარმოო ასოციაცია  
ბაქო, აზერბაიჯანი

წარმოდგენილი სტატია ეძღვნება აზერბაიჯანის ტერიტორიაზე გამავალი მცირე მდინარეების გარემოს არსებულ ეკოლოგიურ პირობებს. განსაზღვრულია მათზე მავნე ზემოქმედების მიზეზები და მოცემულია ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუმჯობესების ღონისძიებები.

**საკვანძო სიტყვები:** მდინარე, აუზი, მდინარის კალაპოტი, დინება, ნაგებობა, ფლორა, ფაუნა, ეკოსისტემა, ეროზია.

ჰიდროლოგია და მეტეოროლოგია

### მდინარე მტკვარზე წყალდიდობის პოზიტიური ზემოქმედება გარემოზე

ვ. ალიევი<sup>1)</sup>, ზ. რამაზანლი<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> აზერბაიჯანის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტი

<sup>2)</sup> აზერბაიჯანის სახელმწიფო პედაგოგიური უნივერსიტეტი  
ბაქო, აზერბაიჯანი

სტატია ეძღვნება მტკვარი-არაქსის დაბლობის ტბა-მდინარეთა სისტემების პრობლემებს. კვლევის ობიექტებია ტბები - ჰაჯიკაბული, მეჰმანი და სარისუ. შესწავლილია მათი მორფომეტრიული პარამეტრები და წყლის ქიმიური თვისებები 2010 წლის წყალდიდობამდე და მის შემდეგ. დადგენილია წყალდიდობის შემდეგ ტბებში წყლის ხარისხის მნიშვნელოვანი აღდგენა. ბუნებრივი რეჟიმის შედეგად ხდება ნახშირწყალბადის იონების ზრდა 30-60%-ით და ქლორისა და სულფატების იონების შემცირება 8-12%-ით. ტბების ზედაპირის ფართობი 50-90%-ით იზრდება. ეს ფაქტორები მიუთითებს წყალდიდობის დადებით გავლენაზე მდინარე მტკვარსა და ტბების ეკოსისტემაზე.

**საკვანძო სიტყვები:** მდინარე მტკვარი, კალაპოტური პროცესები, წყალდიდობა, ტბა-მდინარეთა სისტემები.



ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია

**კალაპოტური დეფორმაციების ექსპერიმენტული კვლევა**

**დ. გუბელაძე <sup>1)2)</sup>, ო. ხარაიშვილი <sup>1)</sup>, მ. კიკაბიძე <sup>1)2)</sup>, ნ. მეზონია <sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის

<sup>2)</sup> საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის

ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო

ღია ნაკადის კალაპოტის წყალგამტარ ქვედა შრეში ინდუცირებული დინების გავლენით გამოწვეული კალაპოტური დეფორმაციის გაანგარიშების მეთოდების შემდგომი სრულყოფა და მისი გადაწყვეტის საინჟინრო მეთოდების შემუშავება წყლისმიერი ეროზიული პროცესების შესწავლის ერთ-ერთი აქტუალური საკითხია.

წყლის რესურსების რაციონალური გამოყენებისა და გარემოს ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნების მიზნით წყალგამტარ კალაპოტებში კალაპოტწარმომქმნელი პროცესების დარეგულირების დროს თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის მონაცემების ანალიზის საფუძველზე მიღებული საანგარიშო დამოკიდებულებების პრაქტიკული რეალიზაცია მნიშვნელოვნად დაეხმარება საპროექტო და სამშენებლო ორგანიზაციებს წყალსამეურნეო ობიექტების დაპროექტების, მშენებლობისა და ექსპლუატაციის ეფექტური და საიმედო მეთოდების შემუშავებაში.

**საკვანძო სიტყვები:** კალაპოტი, წყლისმიერი ეროზია, კალაპოტქვეშა შრე, ეკოლოგიური წონასწორობა, ნაკადი, ჰიდროდინამიკური სტრუქტურა.

ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია

**კოლხეთის დაბლობზე სამიარუსიანი კომბინირებული  
დრენაჟის საველე კვლევა და მისი შეფასება**

**მ. გუგუჩია <sup>1)</sup>, ჯ. მიგინიშვილი <sup>1)</sup>, გ. ვახტანგიშვილი<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> გარემოს დაცვის ეკოცენტრი

<sup>2)</sup> საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის

ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო

ნაშრომში სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის საველე კვლევის მიზნით კოლხეთის დაბლობზე დიდი ჯიხაიშის საკვლევ პოლიგონზე მოეწყო ექსპერიმენტალური უბანი.

სამიარუსიან კომბინირებულ დრენაჟზე საველე ექსპერიმენტების განხორციელების მიზნით ადგილზე გაყვანილ იქნა ტრანშეა ორ რიგად, რომლის ზომებიც იყო: სიგრძე 18 მ, სიღრმე - 1,2 მ, ხოლო სიგანე - 0,6 მ.

საველე კვლევების მონაცემებით დადგენილია სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის ჰიდროლოგიური ეფექტურობა.

**საკვანძო სიტყვები:** კოლხეთის დაბლობი, სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟი.

**ძველ ცივილიზაციებსა და საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული წყალმომარაგების, წყალარინებისა და გათბობის სისტემები**

**ო. დენისოვა<sup>1)</sup>, ნ. მეფარიშვილი<sup>1)</sup>, კ. ბზიავა<sup>1),2)</sup>, ი. ლეჟავა<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

<sup>2)</sup> საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის

ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო

ადამიანს ნორმალური არსებობისთვის ესაჭიროება წყალი, სითბო და კარგი სანიტარულ-ჰიგიენური პირობები. თანამედროვე ადამიანის საცხოვრებელი, როგორც წესი, აღჭურვილია ცენტრალური ან ავტონომიური წყალმომარაგება-წყალარინების და გათბობის სისტემებით და წარმოადგენს არსებობისთვის კეთილმოწყობილ და კომფორტულ გარემოს. აღსანიშნავია, რომ ჩვენი წინაპრებიც ახერხებდნენ თავიანთი საცხოვრებლის კეთილმოწყობას. სტატიაში განხილულია წყალმომარაგება-წყალარინების და გათბობის სისტემების განვითარების მოკლე ისტორია; გამოკვლეულია საქართველოს ტერიტორიაზე, არმაზციხე-ბაგინეთში, ძალისის ნაქალაქარისა და არმაზისხევში არსებული საინჟინრო ღირშესანიშნაობები, რომელთა რიცხვს მიეკუთვნება: წყალსადენები, წყლის რეზერვუარები, საცურაო აუზი, საკანალიზაციო სისტემა, სამეფო აბანო და დედოფლის აბანო ჰიპოკაუსტის ტიპის გათბობის სისტემით. საქართველოს ტერიტორიაზე არაერთი ანტიკური ხანის ნაქალაქარი თუ ციხესიმაგრე არის აღმოჩენილი, რომელიც მაღალი დონის ინფრასტრუქტურით გამოირჩეოდა. საინჟინრო სისტემები და ნაგებობები შესაბამებოდა ანტიკური რომის სამშენებლო ტრადიციებს. ყოველივე ეს მიუთითებს იმდროინდელი საქართველოს მაღალ სანიტარულ-ჰიგიენურ კულტურაზე.

**საკვანძო სიტყვები:** გათბობის სისტემა, თერმები, კანალიზაცია, საცურაო აუზი, წყალსადენი, ჰიპოკაუსტი.

**ფოთისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიების ეკოლოგიური უსაფრთხოების დაცვის ღონისძიებები**

**რ. დიაკონიძე, ჯ. ფანჩულიძე, თ. ბუტულაშვილი, მ. შავლაყაძე,  
ზ. ჭარბაძე, ქ. დადიანი, ნ. ნიბლაძე, ბ. დიაკონიძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის

ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო

ნაშრომში განხილულია ქ. ფოთისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიების ეკოლოგიური უსაფრთხოების დაცვის საკითხები, კერძოდ: დატბორვისა და ზღვის სანაპირო ზოლის ტალღური ზემოქმედებისაგან დაცვა, პალიასტომის ტბის ჰიდროლოგიური რეჟიმის დარეგულირება ისეთი სახით, რომ ტბიდან ჭარბი (ზედმეტი) წყლის ჩადინება თავისუფლად განხორციელდეს შავ ზღვაში და არ მოხდეს ტბის მიმდებარე ტერიტორიების დატბორვა.

განხილულია პალიასტომის ტბის ძველი ჰიდროლოგიური რეჟიმის აღდგენისა და მისი კვლავ გამტკნარების საკითხი.

ნაშრომში წარმოდგენილია ყველა ზემოაღნიშნული პრობლემების დარეგულირების რეკომენდაციები, მათ შორის, მითითებულია ქ. ფოთიდან მე-7 კმ-ზე, მდინარე რიონზე არსებული ჰიდროტექნიკური ნაგებობის - წყალგამყოფი კვანძის, როგორც ფოთის დატბორვისაგან დაცვის ერთ-ერთ ძირითად საშუალებაზე, მისი გამოყენება უნდა განხორციელდეს არსებული ექსპლუატაციის წესების მიხედვით, რომელიც დამუშავებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში (2010 წ.).

**საკვანძო სიტყვები:** წყალგამყოფი კვანძი, წყლის ხარჯი, მყარი ნატანი, წყლის დონეები.

**ჰიდროლოგია**

**მინგაჩაურის წყალსაცავის თანამედროვე ჰიდროლოგიური მდგომარეობის შეფასება**

**ფ. იმანოვი, რ. ისმაილოვი**

ღია სააქციო საზოგადოება „აზერსუ“,  
სამეცნიერო კვლევითი და საპროექტო ინსტიტუტი „სუკანალი“  
ბაქო, აზერბაიჯანი

სტატია ეძღვნება მინგაჩაურის წყალსაცავის თანამედროვე ჰიდროლოგიური მდგომარეობის ანალიზს. ნაჩვენებია, რომ 1977-2018 წლებისთვის, განსაკუთრებით 1988 წლის შემდეგ, წყალსაცავში წყლის დონე კლებულობს, რაც უკავშირდება მისი მკვებავი მდინარეებიდან წყლის შემოდინების შემცირებას. ბოლოს იგი შევსებული იყო წყალუხვ 2010 წელს.

აღინიშნა, რომ მდ. მტკვარზე მინგაჩაურისა და სხვა წყალსაცავების მშენებლობის შემდეგ, წყლისა და ნატანის ნაკადის რეჟიმი მკვეთრად შეიცვალა ქვედა ბიეფში. ამრიგად, წყლისა და შეტივნარებული ნატანის ხარჯი მტკვრის სათავეში თითქმის 50%-ით შემცირდა.

**საკვანძო სიტყვები:** წყალსაცავი, წყლის დონე, წყლის ბალანსი, წყლის ხარჯი, შეტივნარებული ნალექი.

**ჰიდროტექნიკა**

**მთის წყალსაცავების და მათი კასკადების ენერგორესურსების გამოყენების ეფექტურობა**

**ი. იორდანიშვილი, კ. იორდანიშვილი, ე. ხოსროშვილი,  
გ. ნატროშვილი, დ. ფოცხვერია, ლ. ბილანიშვილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო

განხილულია მთისწინეთისა და მთის წყალსაცავების და მათი კასკადების ექსპლუატაციის ეფექტურობა. შემოთავაზებულია საქართველოს მთისწინებისა და მთის

წყალსაცავების ეფექტური მშენებლობის შესაძლებლობა, რომელიც დაფუძნებულია შვეიცარიის ტერიტორიის გეომორფოლოგიური და კლიმატური პირობების იდენტურობაზე, სადაც განსაკუთრებით განვითარებულია მთის ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობა.

*საკვანძო სიტყვები:* მთის წყალსაცავები, ეფექტურობა, ჰიდროელექტროენერჯია.

ჰიდროტექნიკა

### კაშხლების კრიტიკული მდგომარეობის შეფასება

ი. იორდანიშვილი, ი. ირემაშვილი, გ. ნატროშვილი,  
კ. იორდანიშვილი, მ. გლუნჩაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო

მსოფლიოს 500-მდე კაშხლის (მიწის, ქავანაყარი და ბეტონის) დაზიანების, ავარიების და კატასტროფების ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, რომ ყველაზე სენსიტიური კაშხლების ტიპია - მიწის. დადგენილია თითოეული ტიპის კაშხლისათვის წყობიდან გამოსვლის ყველაზე ხშირი მიზეზები. შემოთავაზებულია კაშხლების უსაფრთხოების კრიტერიუმების განსაზღვრის მეთოდიკა.

*საკვანძო სიტყვები:* კაშხლები, დაზიანება, ავარია, კატასტროფა, უსაფრთხოება.

ჰიდროტექნიკა

### მიწის კაშხლების ტანის სიმკვრივის კონტროლის პრესიომეტრიული მეთოდი

ლ. იტრიაშვილი, ე. ხოსროშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო

სტატიაში მოყვანილია მიწის კაშხლების ტანის გრუნტების სიმკვრივის ხარისხის გეოტექნიკური კონტროლის ექსპერიმენტალური კვლევების შედეგები პრესიომეტრის გამოყენებით. მოყვანილია სამუშაოთა წარმოების, გაანგარიშების და კორელაციური დამოკიდებულებების შედგენის მეთოდიკა. ალგეთის კაშხლის მაგალითზე ნაჩვენებია მეთოდის ეფექტიანობა.

*საკვანძო სიტყვები:* კაშხალი, გრუნტი, სიმკვრივე, ულტრაბგერა, ხარისხი, კონტროლი.

**აღმოსავლეთ საქართველოს მორწყვის თავისებურებები და პერსპექტივები  
(მდ. მტკვრის აუზი)**

**ლ. იტრიაშვილი, მ. გლუნჩაძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო

განხილვება აღმოსავლეთ საქართველოში (მდ. ყურის აუზი) ირიგაციის განვითარების ექვსი ისტორიული პერიოდი. ნაჩვენებია გეოგრაფიული, ნიადაგური, კლიმატური და ტოპოგრაფიული მიზეზები, რამაც შექმნა რწყვის თავისებურებები. მოყვანილია ირიგაციის დადებითი და უარყოფითი ასპექტების ანალიზი ირიგაციის განვითარების სხვადასხვა პერიოდში. ნაჩვენებია თანამედროვე ეტაპზე რწყვის განვითარების გზები.

*საკვანძო სიტყვები:* არიდულობა, მორწყვა, რეგულირება, განვითარება, პერსპექტივები.

**სარწყავი სისტემების შიდასამეურნეო ქსელის  
ექსპლუატაციის პერსპექტივები**

**ე. კეჩხოშვილი, მ. ვართანოვი, ვ. შურღაია**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო

სტატიაში განხილულია სარწყავი სისტემების ე.წ. შიდასამეურნეო ქსელის ექსპლუატაციის ორგანიზების სქემა ფერმერთა გაერთიანების გზით. მოკლედ აღწერილია ამ გაერთიანებების შექმნის და ფუნქციონირების სპეციფიკა. მოყვანილია ასეთი გაერთიანებების ფუნქციონირების დადებითი მხარეები.

*საკვანძო სიტყვები:* მელიორაცია, სარწყავი სისტემების ექსპლუატაცია, შიდასამეურნეო ქსელი, ფერმერთა ამხანაგობები.

**მდინარე მტკვრის მარჯვენა ნაპირის მცირე მდინარეების ეკოლოგიური  
მდგომარეობა და მათი შეფასება**

**შ. კუპრეიშვილი, პ. სიჭინავა, თ. სუპატაშვილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო

თბილისში მდინარე მტკვრი -დედაქალაქს ორ ნაწილად ჰყოფს. მარცხენა ნაპირზე განთავსებული ქალაქის ნაწილი ავჭალიდან მდინარე ლოჭინამდეა გადაჭიმული და შედარებით მშვიდი რელიეფით ხასიათდება. მარჯვენა ნაპირი უფრო რელიეფურია – მტკვრის 13 ხეობისკენ თრიალეთის ქედის განტოტებებიდან დაშვებული ხევები.

საგულისხმოა, რომ თბილისის მდინარეებიდან მხოლოდ მტკვარი და ვერეა საფუძვლიანად შესწავლილი. ისინი ყოველთვის წარმოადგენდნენ მეცნიერების, მკვლევარების, შესაბამისი სპეციალისტების, ზოგადად - ფართო საზოგადოების ინტერესის საგანს. მიუხედავად ამისა, არ არის გადალახული ის კრიტიკული ზღვარი, რომელიც აუცილებელი აღმოჩნდებოდა ამ მდინარეების ღირებულებების სწორად გამოვლენის, შეფასებისა და დაცვისთვის, რომ საფუძვლიანად შესწავლილი იქნეს ის მცირე მდინარეები, რომლებიც ჩაედინებიან მტკვარში.

სტატიაში დასაბუთებულია მდინარე მტკვრის მცირე მდინარეების შესწავლის აუცილებლობა და შემოთავაზებულია მარჯვენა ნაპირის მცირე მდინარეების მოკლე აღწერა.

**საკვანძო სიტყვები:** მდინარე; ეკოლოგია; წყლის რესურსები.

**ჰიდროლოგია**

### მათემატიკური მოდელი ღვარცოფის ენერგეტიკული მახასიათებლების შეფასებისათვის

ე. კუხალაშვილი, გ. გავარდაშვილი, ი. ირემაშვილი,  
ლ. მაისაია, ნ. ბერაია, ხ. კიკნაძე, ქ. დადიანი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო

ღვარცოფთა რეგულირების საკითხები და საინჟინრო გადაწყვეტათა საპროექტო სამშენებლო ნორმები და წესები ნაკადის ენერგეტიკული სიდიდეების მახასიათებლების ზუსტ დადგენასთან უშუალოდ არის დაკავშირებული.

ნაშრომში ღვარცოფებში მხებ ძაბვასა და სიჩქარის გრადიენტს შორის კავშირის აღწერის მიზნით გამოყენებულია ხარისხობრივი მათემატიკური მოდელი, რომლის ამოხსნითა და ღვარცოფთა სპეციფიკური ბუნების გათვალისწინებით მიღებულია მოძრაობის ინდექსის, საშუალო და მაქსიმალური სიჩქარეების საანგარიშო დამოკიდებულებები.

**საკვანძო სიტყვები:** ღვარცოფი, მათემატიკური მოდელი, ენერგეტიკული მახასიათებლები, მხები ძაბვა, სიჩქარის გრადიენტი.

**დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები**

### ტყის ბუნებრივი თესლითი განახლება კახეთის მშრალი ეკოტოპის (Siccum) ისლისსაფარიან მუხნარებში (Quercetum carexosum) და მათი დაცვითი ფუნქციის ამალღების რეკომენდაციები

მ. სამადაშვილი<sup>1)</sup>, გ. გაგოშიძე<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
თბილისი, საქართველო

<sup>2)</sup> იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
თელავი, საქართველო

ახმეტის მუნიციპალიტეტის სოფელი ბაბანურის მიმდებარედ, მდ. ილტოს ხეობაში - ზღვის დონიდან 600-700 მ-ის სიმაღლეზე, სამხრეთი ექსპოზიციის ფერდობებზე კახეთის

ისლისსაფარიან მუხნარებში ბუნებრივი განახლება. აღმოჩნდა, რომ ბუნებრივი ამონაყრითი განახლება სანიმუშო ფართობებზე ფაქტიურად არ არსებობს პირუტყვის დაურეგულირებელი ძოვების გამო, ხოლო ბუნებრივი თესლითი განახლება - უკიდურესად არადამაკმაყოფილებელია, რისი პრევენციაც უნდა განხორციელდეს არამხოლოდ ქართული მუხის, არამედ, ზოგადად, ტყის ეკოსისტემების დაცვის, მოვლისა და აღდგენა-განახლების ხელისშეწყობის, სატყეო-სამეურნეო ღონისძიებათა ეფექტურობის გაზრდის უზრუნველსაყოფად, რადგან აღნიშნულ კორომებს, გარდა რიგი სხვა ფუნქციებისა, უკიდურესად დაკნინებული აქვს უპირველესი - ნიადაგდაცვითი და წყალშენახვითი ფუნქციებიც.

*საკვანძო სიტყვები:* ექსპოზიცია, კორომი, ანთროპოგენული, ამორტიზებული, რეპროდუქცია, ეკოსისტემა.

ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია

**სარწყავი კვლების მდგრადობისა და მათი მუშაობის შესაძლებლობების  
გახანგრძლივების გზები**

**ვ. სამხარაძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო

მდგრადი ფერდობების მქონე კვლების ჭრის მაღალი ხარისხი უზრუნველყოფს სარწყავი კვლების სიგრძის გაზრდას, გამორიცხავს ნაკადის გადაადგილების გართულებას, მნიშვნელოვნად ამცირებს ნიადაგის წყლისმიერი ეროზიის ინტენსივობას, გამოირჩევა მოწყობის მაღალი ეკონომიურობით, მუშაობისას მდგრადობით.

*საკვანძო სიტყვები:* კვლების ჭრა, წყლისმიერი ეროზია, საგორი კვალსაჭრელი.

ჰიდროლოგია

**აზატის წყალსაცავის ვიზუალური კვლევის შედეგები**

**ვ. ტოკმაჯიანი**

შუშის ტექნოლოგიური უნივერსიტეტი  
შუში

აზატის წყალსაცავს გააჩნია სტრატეგიული მნიშვნელობა სომხეთის რესპუბლიკისთვის. მდ. აზატის წლიური ჩამონადენის რეგულირება უზრუნველყოფს როგორც სასოფლო-სამეურნეო მიწების მორწყვის, ასევე ეროვნული წარმოების ობიექტების წყალმომარაგების მოთხოვნებს. აზატის წყალსაცავის ვიზუალური კვლევები ჩატარდა ჰიდრონაგებობის სხვადასხვა პრობლემების დასაზუსტებლად. კვლევის საგანი იყო კაშხალი, წყალსაგდები და სხვ.

*საკვანძო სიტყვები:* წყალსაცავი, კაშხალი, წყალსაგდები.



ჰიდროლოგია და მეტეოროლოგია

**მდინარის მყარი ნატანის ცვლილება კლიმატის  
მიმდინარე ცვალებადობის პირობებში**

**ჯ. ფანჩულიძე, რ. დიაკონიძე, ზ. ჭარბაძე, მ. შავლაყაძე,  
ნ. ნიბლაძე, ფ. ლორთქიფანიძე, ბ. დიაკონიძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო

სტატიაში აღწერილია შეუსწავლელი მდინარეებისათვის მყარი ნატანის განსაზღვრის პრინციპი, ლოკალური კვეთისათვის დაზუსტებული  $R = f(Q)$  დამოკიდებულების მრუდის აგებით - ნატურული დაკვირვებებისა და მონიტორინგის შედეგად მიღებული მასალების საფუძველზე.

*საკვანძო სიტყვები:* მდინარე, წყლის ხარჯი, მყარი ჩამონადენი.

ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია

**ალაზნის საცდელი ნაკვეთის მლაშე ნიადაგების შეფასება**

**ი. ქუფარაშვილი, გ. კაკაშვილი, ლ. ტოკლიკიშვილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო

სტატიაში აღწერილია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დაქვემდებარებაში მყოფი ალაზნის საცდელ-სამელიორაციო ეკოლოგიური პუნქტის 45 ჰა საცდელი ნაკვეთის მლაშე ნიადაგებზეარსებული კოლექტორების წყლისა და მლაშე ნიადაგების ნიმუშების ქიმიურ-ლაბორატორიული კვლევის შედეგები.

ნიმუშების დამუშავებით დადგენილია წყლისა და ნიადაგის მარილიანობის მინერალიზაცია.

*საკვანძო სიტყვები:* ანიონი, კათიონი, ნიადაგი, წყალი, კოლექტორი.

**კოლხეთის დაბლობზე სოფლად მცხოვრები მოსახლეობის მიერ სასმელად გამოყენებული ჭების წყლის ქიმიური მახასიათებლების დადგენა (20.05.2019)**

**ლ. წულუკიძე, ე. თოფურია, გ. ჩახაია, ნ. კვაშილავა, ი. ხუბულავა,  
თ. სუპატაშვილი, ი. კვიციანი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო

ნაშრომში დადგენილია კოლხეთის დაბლობზე მცხოვრები მოსახლეობის მიერ სასმელად გამოყენებული ჭების წყლის ქიმიური მახასიათებლები. მოცემულია კოლხეთის დაბლობის 7 მუნიციპალიტეტში სოფლად მცხოვრები მოსახლეობის მიერ სასმელად გამოყენებული ჭების წყლის ხარისხის მონიტორინგის შედეგები. მიღებულია დასკვნა, რომ მოსახლეობის მიერ სასმელად გამოყენებული ჭები საჭიროებენ პერმანენტულ კვლევებს მათი სასმელად ვარგისიანობის დასაზუსტებლად, ასევე აუცილებელია დაბინძურების კერების ნეიტრალიზებისათვის საჭირო რეკომენდაციების მომზადება შემდგომში ჭების წყლის დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად.

*საკვანძო სიტყვები:* წყლის ხარისხი, ზედაპირული წყლები, არტეზიული ჭის წყალი.

**ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია**

**ლაბორატორიულ პირობებში მუხრან-საგურამოს ველის ნიადაგების ზღვრული წყალტევადობის და მოცულობითი წონის მაჩვენებლის განსაზღვრა**

**ო. ხარაიშვილი<sup>1)</sup>, მ. კიკაბიძე<sup>2)</sup>, ნ. მეზონია<sup>1)</sup>, მ. ლომიშვილი<sup>1)</sup>, ქ. როყვა<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

<sup>2)</sup> საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო

დასაბუთებულია, რომ მორწყვის ნორმის განსაზღვრა შეიძლება, თუ გამოკვლეული გვაქვს ნიადაგში არსებული წყლის მარაგი და ვიცით ნიადაგის მაქსიმალური ტენიანობა-ზღვრული წყალტევადობა.

ლაბორატორიული კვლევების საფუძველზე შემოთავაზებულია მუხრან-საგურამოს ველის ნიადაგების ზღვრული წყალტევადობის და მოცულობითი წონის მაჩვენებლები, რომელიც საშუალებას მისცემს ადგილობრივ მოსახლეობას და ფერმერებს დაადგინონ მორწყვის ნორმის ოპტიმალური მნიშვნელობა.

*საკვანძო სიტყვები:* წყალი, მორწყვის ნორმა, მოცულობითი წონა, ზღვრული წყალტევადობა.

**წყალმიმღები ნაგებობის ინოვაციური მცურავი კონსტრუქცია სამოქალაქო მეურნეობების წყალმომარაგების მრავალმიზნობრივი და ეკონომიკური ობიექტების სისტემების ტექნოლოგიური კომპლექსის შემადგენლობაში**

ე. ხეცურიანი <sup>1)</sup> <sup>2)</sup>, ვ. ბონდარენკო <sup>3)</sup>, ა. ილიასოვი <sup>4)</sup>, მ. შტავადკერი <sup>3)</sup>, თ. ხეცურიანი <sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> მ.ი. პლატოვის სახელობის სამხრეთ-რუსეთის სახელმწიფო პოლიტექნიკური უნივერსიტეტი (NPI) ნოვოჩერკასკი, რუსეთის ფედერაცია;

<sup>2)</sup> დონის სახელმწიფო ტექნიკური უნივერსიტეტი დონის როსტოვი, რუსეთის ფედერაცია;

<sup>3)</sup> დონის სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტის ნოვოჩერკასკის ინჟინერიისა და მელიორაციის ინსტიტუტი ნოვოჩერკასკი, რუსეთის ფედერაცია;

<sup>4)</sup> WTL (აშშ) ფილიალი აზიაში, მოსკოვი, რუსეთის ფედერაცია;

<sup>5)</sup> როსტოვის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი დონის როსტოვი, რუსეთის ფედერაცია

წყალმიმღების ტექნოლოგიური კომპლექსი, როგორც არსებული და შექმნილი სპეციალიზებული ტიპის ბუნებრივ-ტექნიკური სისტემების "ბუნებრივი წყლის გარემო - წყალმიმღები ტექნოლოგიური კომპლექსი - მრავალმიზნობრივი ფუნქციური წყალმომარაგების სისტემა» შემადგენლობაში, მნიშვნელოვანი მულტიფუნქციური ტექნოგენური კომპონენტია, რომლის კონსტრუქციული სრულყოფა დამოკიდებულია მის ეკოლოგიურ გარემოზე, როგორც მისი გავლენის ზონებში გარემოს უსაფრთხოების უზრუნველყოფის დომინანტური ფაქტორი, როგორც ტექნოგენური კომპონენტი, გათვლილი რაოდენობაზე თანამედროვე ეკოლოგიური მოთხოვნების უზრუნველყოფით.

სამოქალაქო მეურნეობის, ეკონომიკის ობიექტების წყალმომარაგება ხორციელდება წყლის სავარაუდო ხარჯების წყლის ობიექტებიდან (მდინარე, წყალსაცავი) შერჩევით, რაც განაპირობებს რიგ მნიშვნელოვან ეკოლოგიურ პრობლემურ ამოცანებს, რომელთა შორის მთავარია იხტოფაუნის ბიოლოგიური მრავალფეროვნების შენარჩუნება (სხვადასხვა სახის თევზი, და ა.შ.) და წყლის მცენარეულობის, ტოქსიკური ლურჯი-მწვანე წყალმცენარეების და ა.შ. დაცვა.

ჩატარებული მრავალწლიანი კვლევის შედეგების ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ წყლის ობიექტში ბიოლოგიური მრავალფეროვნების შენარჩუნების ეკოლოგიური მოთხოვნების უზრუნველსაყოფად საჭიროა ახალი მეთოდოლოგიური მიდგომები.

**საკვანძო სიტყვები:** წყალმიმღების ტექნოლოგიური კომპლექსი, ბუნებრივ-ტექნიკური სისტემა, გარემოს ეკოლოგიური უსაფრთხოება, რბილი მცურავი კონსტრუქცია, კონსტრუქციის ფიზიკური და გეომეტრიული პარამეტრები.

---

## ABSTRACTS

### Environmental protection

#### MEASURES TO RECOVER OF SMALL RIVERS ECOSYSTEMS IN THE AZERBAIJAN

I. Agaev, B. Ahmadov, T. Zeynalov, A. Muslumov

Azerbaijan Scientific and Production Association of Hydraulic Engineering and Melioration  
Baku, Azerbaijan

The presented article is devoted to the existing ecological conditions of small rivers and near by territories; the reasons of deleterious effect on them are determined; measures taken for the restoration of ecological conditions are presented in the article.

**Keywords:** river, basin, riverbed, flow, torrent, construction, flora, fauna, ecosystem, erosion.

### Hydrology and Meteorology

#### THE POSITIVE ENVIRONMENTAL IMPACT FLOODS ON THE KURA RIVER

V. Aliyev<sup>1)</sup>, Z. Ramazanli<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Institute of Physics of the National Academy of Sciences of Azerbaijan

<sup>2)</sup> Azerbaijan State Pedagogical University  
Baku, Azerbaijan

The article is devoted to the problems of lake-river systems of the Kura River depression. The objects of study are Lake Hajikabul, Mehman and Sarysu. The morphometric parameters of the lakes and the chemical properties of water before and after the 2010 flood were studied. A significant restoration of water quality in the lakes has been established. As a result of the natural regime, there is an increase in hydrocarbon ions by 30-60% and a decrease in the components of the chloride and sulfate class by 8-12%. The surface area of the lakes increases by 50-90%. These facts indicate the positive impact of floods on the Kura River on the lake ecosystem.

**Keywords:** Kura River, riverbed processes, flooding, lake-river systems.

### Hydraulic engineering and irrigation

#### EXPERIMENTAL STUDY OF BED DEFORMATIONS

D. Gubeladze<sup>1),2)</sup>, O. Kharashvili<sup>1)</sup>, M. Kikabidze<sup>1),2)</sup>, N. Mebonia<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Georgian Technical University

<sup>2)</sup> Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

Further refinement of methods for the calculation of bed deformation caused by the influence of induced currents in the aquifer of the open flow bed and the development of engineering methods for its solution is one of the topical issues in the study of aquatic erosion processes. In order to rationally use water resources and maintain the ecological balance of the environment, the practical implementation of the calculated dependencies based on the analysis of theoretical and experimental research data in the regulation of bed-forming processes in watercourses will significantly help in design and construction.

**Keywords:** bed; Water erosion; Bed bottom layer; Ecological equilibrium; Flow; Hydrodynamic struck.

Hydraulic engineering and irrigation

**THE FIELD RESEARCH OF THREE TIER DRAINAGE ON THE COLCHIS LOWLAND AND ITS ASSESSMENT**

**M. Guguchia<sup>1)</sup>, J. Migineishvili<sup>1)</sup>, G. Vakhtangishvili<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Ecocenter for Environmental Protection

<sup>2)</sup> Tsothe Mirtskhulava Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

In order to research three tier drainage, on the Colchis lowland arranged experimental section on the Didi Jikhaishi research polygon.

For implementation field experiment on the polygon have been cut trench with two row, which sizes were: length 18 m, depth - 1.2 m, and width - 0.6 m.

By using field survey data has been established the field hydrological efficiency of three-tiered combined drainage.

**Keywords:** Colchis lowland, three-tiered combined drainage.

Hydraulic engineering

**WATER SUPPLY, SEWERAGE AND HEATING SYSTEMS EXISTING IN ANCIENT CIVILIZATIONS AND ON THE TERRITORY OF GEORGIA**

**I. Denisova<sup>1)</sup>, N. Meparishvili<sup>1)</sup>, K. Bziava<sup>1),2)</sup>, I. Lezhava<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> Georgian Technical University

<sup>2)</sup> Tsothe Mirtskhulava Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

For normal life, human being requires water, heat and appropriate sanitary and hygienic conditions. Habitation of a modern human being, as a rule, is equipped with both water supply and sewerage engineering, as well as centralized or autonomous heating systems and creates a comfortable and prosperous environment for life. It is noteworthy that our ancestors managed to comfortably equip their own habitat. The article provides a brief historical review of the development of traditional heating, water supply and sewage systems; It presents the results of the study of engineering attractions of Georgia such as: Armaztsikhe-Bagineti, Dzalisi and Armazishevi, which include: water supply, water reservoirs, swimming pool, sewage system, royal baths with the heating system Hypocaust; On the territory of Georgia there is a large number of ruins of ancient cities and fortresses, that were characterized with a highly developed infrastructure. The buildings and engineering systems located there are fully consistent with the ancient Roman construction traditions. All this indicates a high sanitary-hygienic culture of the ancient Georgia.

**Keywords:** antique bath, Heating system, hypocaust, sewerage, swimming pool, Water supply.

**ENVIRONMENTAL PROTECTION MEASURES  
OF POTI AND ADJACENT TERRITORIES**

**R. Diakonidze, J. Panchulidze, T. Butulashvili, M. Shavlakadze,  
Z. Charbadze, K. Dadiani, N. Nibladze, B. Diakonidze**

Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

The paper deals with environmental protection issues in Poti and its surrounding areas, in particular: protection against flooding and the riparian impact of Poti and its coastline, adjustment the hydrological regime of Lake Paliastom in such a way that excess (excessive) water from Paliastom can flow freely into the Black Sea and not to flood the areas adjacent to the lake. The issue of restoration of the old hydrological regime of Lake Paliastom and its freshing is discussed.

The paper presents recommendations for resolving all of the above mentioned problems, including references to one of the main means of protection of the hydraulic structure - watershed at Rioni River, 7 km from Poti, as one of the main means of protection against flooding in Poti, for which it must be used in accordance with existing operating rules, developed by Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University (2010).

**Keywords:** watershed, water consumption, solid alluvium, water levels.

**ASSESSMENT OF CONTEMPORARY HYDROLOGICAL CONDITION  
OF MINGACHEVIR RESERVOIR**

**F. Imanov, R. Ismayilov**

"Azersu" Open Joint Stock Company "Sukanal"  
Scientific-Research and Design Institute  
Baku, Azerbaijan

The article is devoted to the analysis of the current hydrological status of the Mingachevir reservoir. It is shown that for 1977-2018, especially after 1988, the water level in the reservoir decreases, which is associated with a decrease in the inflow of river water that feeds it. The last time the reservoir was completely filled in high water 2010.

It is noted that after the construction of the Mingachevir and other reservoirs on the Kura River, the water and sediment runoff regimes changed dramatically in the downstream. Thus, the annual water and suspended sediment runoff decreased by almost 50% at the mouth of the Kura River.

**Keywords:** water reservoir, water level, water balance, water discharge, suspended sediments.

Hydraulic engineering

**THE EFFICIENCY OF USING MOUNTAIN WATER RESERVOIRS AND  
THEIR CASCADES ENERGY RESOURCES**

**I. Iordanishvili, K. Iordanishvili, E. Khosroshvili, G. Natroshvili,  
D. Potskhveria, L. Bilanishvili**

Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

There is discussed the efficiency of operation of foothills and mountain reservoirs and their cascades. It has been suggested possibility of effective construction of Georgia foothills and mountain reservoirs, which is based on the identity of geomorphological and climate condition of Swiss territory, where is especially developed construction of mountain hydropower dams.

**Keywords:** mountain reservoirs, efficiency, hydroelectric power.

Hydraulic engineering

**ASSESSMENT OF CRITICAL CONDITION OF DAMS  
IN THE RIVER MTKVARI BASIN**

**I. Iordanishvili, I. Iremashvili, G. Natroshvili, K. Iordanishvili, M. Glunchadze**

Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

Based on the analysis of damage, accidents and disasters of around 500 dams (land, caverns and concrete) around the world, it is established that the most sensitive dams are land. The most common causes of breakout for each type of dam are identified. A methodology for determining the safety criteria for dams is proposed.

**Keywords:** dams, damage, breakdown, disaster, safety.

Hydraulic engineering

**PRESIOMETRIC METHOD OF LAND DAM BODY DENSITY CONTROL**

**L. Itriashvili, E. Khosroshvili**

Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

The article presents the results of experimental studies on the quality of geotechnical control of the density of ground bodies of land dams using a pressure gauge. Methods of work production, calculation and correlation relationships are presented. The effectiveness of the method has been shown on the example of the Algeti Dam.

**Keywords:** dam, ground, density, ultrasound, quality, control.

Hydraulic engineering and irrigation

**FEATURES AND PROSPECTS OF IRRIGATION  
OF EAST GEORGIA (RIVER BASIN KURA)**

**L. Itriashvili, E. Khosroshvili, M. Glunchadze**

Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

Six historical periods of the development of irrigation in East Georgia (the Kura river basin) are considered. The geographical, soil, climatic and topographic reasons that shaped the features of irrigation are shown. The analysis of the positive and negative aspects of irrigation at different periods of development. The ways of irrigation development at the present stage are shown.

**Keywords:** aridity, irrigation, features, regulation, development, prospects.

Hydraulic engineering and irrigation

**PROSPECTS OF IRRIGATION SYSTEMS  
INTERNAL NETWORK OPERATION**

**E. Kechkhoshvili, M. Vartanov, V. Shurgaia**

Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

The article reviews so called internal network operation organizational scheme of the irrigation systems through amalgamation of farmers. It briefly describes specificity of creation and functioning of these amalgamations and gives positive sides of functioning of such amalgamations.

**Keywords:** melioration, operation of irrigation systems, internal network, farmers' partnerships.

Hydrology

**ECOLOGICAL CONDITION OF SMALL RIVERS OF THE RIGHT EMBANKMENT OF  
RIVER MTKVARI AND THEIER ASSESSMENT**

**Sh. Kupreishvili, P. Sichinava, T. Supatashvili**

Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

The Mtkvari River in Tbilisi divides the city in two parts. The part of the city on the left bank is stretched from the Avchala River to Lochini and is characterized by relatively quiet relief. The right bank is more relieved - the gorges allowed for the 13th valley of the Mtkvari River from the Trialeti Range.

It is noteworthy that only Mtkvari and Vera are well studied from Tbilisi rivers. They were always the subject of science, researchers, relevant specialists, general public interest. In spite of this, there is not a critical limit that will be necessary to correctly diagnose, evaluate and safeguard the values of these rivers, to thoroughly examine the small rivers that come into the Mtkvari.

In the article, the need to study the small rivers of the Mtkvari river is justified and a short description of the right bank of the right bank is proposed.

**Keywords:** river; ecology; water resources.



**A MATHEMATICAL MODEL TO ASSESS MUDFLOW ENERGETIC PROPERTIES**

**E. Kukhalashvili, G. Gavardashvili, I. Iremashvili,  
L. Maisaia, N. Beraia, Kh. Kiknadze, K. Dadiani**

Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

Mudflow regulation issues and design building standards and rules of engineering solutions are directly associated with the exact identification of the energetic properties of a current.

The paper uses a quality mathematical model to describe the association between the tangent pressure and the velocity gradient of mudflows. By using the solution of the given mathematical model and by considering the specific nature of mudflows, the calculation dependencies for motion index and average and maximum velocities were obtained.

**Keywords:** mudflow, mathematical model, energetic properties, tangent pressure, velocity gradient.

**RENEWAL OF NATURAL FOREST SEED IN QUERCETUM CAREXOSUM DRY ECOTOPE (SICCUM) AND RECOMMENDATIONS FOR ENHANCING THEIR PROTECTIVE FUNCTION**

**M. Samadashvili, G. Gagoshidze**

Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia  
Iakob Gogebashvili Telavi State University  
Telavi, Georgia

We have studied natural resettlement in Kakheti islamic shrubs near the village of Babaneuri in the Akhmeta municipality, on the river Kakheti. In the Ilto Valley - 600-700 m above sea level, on the slopes of the southern exposure. It turned out that the natural amonaqriti update our sample taken by the orchards there are no unregulated livestock grazing due to the natural seed update - extremely unsatisfactory to the above reason, anthropogenic factors, at the foot of the left trees, damaged copies diminished reproductive ability, harmful to the body up arrangements and to enhance other reasons, to prevent the need to be carried out not only by Georgian oak, but in general forest ecosystems - the protection, care and rehabilitation-renewal promotion of forestry measures to increase the effectiveness of the provision, because the groves in addition to a number of other features, extremely depressed has primarily serve as soil protection and water storage.

**Keywords:** exposure, forest grove, anthropogenic, amortized, reproduction, ecosystem.

Hydraulic engineering and irrigation

**CUTTING OF IRRIGATION CANAL BY NEW  
CONSTRUCTION CANAL CUTTER**

**V. Samkharadze**

Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

In the work is considered energetically indicators of the different construction canal cutter, which was studied with tensometricly equipped soil. The model of better energy indicators became the foundation for the establishment of the principle scheme of the irrigation surveillance canal cutter, which ensures the formation of irrigation track trunks and tapes, provides the length of the tracking work.

**Keywords:** constructions, models, soil, canal, energetically indicators, canal cutter.

Hydraulic engineering

**THE RESULTS OF VISUAL SURVEY OF AZAT RESERVOIR**

**V. Tokmajyan**

Shushi University of Technology  
Shushi

Azat Reservoir has strategic importance for the Republic of Armenia. By regulating the annual flows of the Azat River, it ensures the demand for both irrigation of agricultural lands and water supply of national production facilities. A visual study was conducted to find out the scope of the problems to be examined in the structures of Azat Reservoir. The subject of study were the dam, the spillway etc. This article provides some of the results of our research.

**Keywords:** reservoir, dam, spillway.

Hydrology and Meteorology

**CHANGES OF SOLID ALLUVIUM OF RIVER IN CURRENT  
CLIMATE VARIABILITY CONDITIONS**

**J. Panchulidze, R. Diakonidze, G. Charbadze, M. Shavlakadze,  
N. Nibladze, F. Lortkifanidze, B. Diakonidze**

Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

The article describes the principle of determination of solid alluvium for unexplored rivers, based on the materials obtained through observations and monitoring by means of precise dependency  $R = f(Q)$  curve the local location, as a result of natural observation of water flow.

**Keywords:** river, water flow, solid runoff.

Hydraulic engineering and irrigation

**ASSESSMENT OF ALAZANI SALINE SOILS AT THE EXPERIMENTAL SITE**

**I. Kuparashvili, G. Kakashvili, L. Toklikishvili**

Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

The article describes the work of results of chemical-laboratory study of water and saline samples of collectors on the 45 ha trial plot of Ts. Mirtskhulava Water Management Institute. Mineralization of water and soil salinity is determined by specimen processing.

**Keywords:** anion, cation, soil, water, collector.

Environmental protection

**DETERMINING THE CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE WATER  
WELLS USED BY THE RURAL POPULATION IN THE KOLKHETI LOWLAND  
(20.05.2019)**

**L. Tsulukidze, E. Topuria, G. Chakhaia, N. Kvashilava, I. Khubulava,  
T. Supatashvili, I. Kvirkvelia**

Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

The paper determines the chemical characteristics of the water wells used by the rural population in the Kolkheti lowland. The results of the water quality examination of water wells used by rural population in 7 municipalities of Kolkheti have been listed. It is also necessary to prepare recommendations for the neutralization of polluting places to prevent further water pollution of the water wells.

**Keywords:** water quality, surface waters, artesian water.

Hydraulic engineering and irrigation

**DETERMINE THE MARGINAL WATERSHED AND VOLUMETRIC WEIGHT  
INDICATOR OF MUKHRAN-SAGURAMO VALLEY SOIL IN  
LABORATORY CONDITIONS**

**O. Xaraishvili<sup>1)</sup>, M. Kikabidze<sup>2)</sup>, N. Mebonia<sup>1)</sup>, M. Lomishvili<sup>1)</sup>, K. Rokva<sup>1)</sup>**

1) Georgian Technical University

2) Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

It is justified, that the irrigation norm can be estimated, if we have researched water in the soil and know the soil's maximum moisture-limit watershed.

On the basis of the laboratory studies, Mukhran-Saguramo Valley watershed and volumetric weight indicators are offered which will allow the local population and farmers to identify the optimal importance of irrigation.

**Keywords:** water, Irrigation rate, volumetric weight, Marginal water discharge.

**INNOVATIVE FLOATING WATER INTAKE STRUCTURE IN THE  
PROCESSING OF COMPLEX MULTI-PURPOSE SYSTEM OF WATER IN  
URBAN HOUSEHOLDS, ECONOMIC ENTITIES**

**E. Khetsuriani <sup>1),2)</sup>, V. Bondarenko <sup>3)</sup>, A. Ilyasov <sup>4)</sup>,  
M. Shtavdaker <sup>3)</sup>, T. Khetsuriani <sup>5)</sup>**

<sup>1)</sup> South-Russian State Polytechnic University (NPI) them. M.I. Platova  
Novocherkassk, Russian Federation;

<sup>2)</sup> Don State Technical University  
Rostov-on-Don, Russian Federation;

<sup>3)</sup> Novocherkassk Engineering and Reclamation Institute  
Don State Agrarian University  
Novocherkassk, Russian Federation;

<sup>4)</sup> Branch of WTL (USA) in Asia,  
Moscow, Russian Federation;

<sup>5)</sup> Rostov State Medical University  
Rostov-on-Don, Russian Federation

Water technological complex consisting of existing and upcoming specialized type of natural-technical systems PTS "Natural water environment - Water technological complex System of multi-purpose water supply" ("P. V. C.-V. T. K. S. M.") is an important multifunctional anthropogenic component from the constructive perfection of which depends on its environmental acceptability (EA) to environments as the dominant factor for ensuring environmental security (DL) in the zones of its influence. In the composition of the title "P. V. C.-V. T. K. S. M. V." "V. T. K." how the anthropogenic component is important, a functional which depends on a continuous water supply in urban, settlement and economic facilities, for example (TPP, NPP, TPP, etc.), in the estimated amount of providing modern environmental requirements. Water supply of urban economy, economic objects is carried out by selecting the estimated costs ( $Q \text{ m}^3/\text{s}$ ) of water from water bodies (river, reservoir), which causes a number of important environmental problems, the main of which are the preservation of the biological diversity of ichthyofauna (various species of fish, etc.) and aquatic vegetation, protection from toxic blue-green algae, river dryness, etc.

Based on the analysis of the results of years of research by us and many other authors of showed that to ensure the environmental requirements for the conservation of biological diversity in a water body in the selection of design water flow for "S. M. V." a need for new methodological approaches to ensure modern environmental requirements, which is the dominant of EB provision in zones of influence "V. T. K." in which the water intake structure directly interacting with a "P. V. S." water object.

**Keywords:** water intake technological complex, natural and technical system, environmental acceptability, environmental safety, soft surfacing structure, physical and geometric parameters of soft surfacing structure.

---

---

## АННОТАЦИИ

Охрана окружающей среды

### МЕРОПРИЯТИЯ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ МАЛЫХ РЕЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ АЗЕРБАЙДЖАНА

**Агаев И.А., Ахмедов Б.М., Зейналов Т.С., Муслумов А.М.**

Азербайджанское научно-производственное объединение  
гидротехники и мелиорации  
Баку, Азербайджан

Представленная статья посвящена существующему экологическому состоянию окружающей среды малых рек, протекающих в Азербайджане. Определены причины вредного воздействия на них и даны мероприятия по улучшению экологического состояния.

**Ключевые слова:** река, бассейн, русло, поток, сооружение, флора, фауна, экосистема, эрозия.

Гидрология и метеорология

### ПРОЯВЛЕНИЕ ПОЗИТИВНОГО ВЛИЯНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НАВОДНЕНИЙ НА РЕКЕ КУРА

**Алиев В.А.<sup>1)</sup>, Рамазанлы З.З.<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Институт физики НАН Азербайджана

<sup>2)</sup> Азербайджанский Государственный Педагогический университет  
Баку, Азербайджан

Статья посвящена проблемам озерно-речных систем Кура-Араксской низменности. Объекты исследования озера Гаджикабул, Мехман и Сарысу. Были изучены морфометрические параметры озер и химические свойства воды до и после наводнения 2010 года. Установлено значительное восстановление качества воды в озерах после наводнения. В результате естественного режима наблюдается увеличение ионов гидрокарбонатов на 30-60% и уменьшение ионов хлора и сульфата на 8-12%. Площадь поверхности озер увеличивается на 50-90%. Эти факты свидетельствуют о положительном воздействии наводнений на реке Кура на озерную экосистему.

**Ключевые слова:** река Кура, русловые процессы, наводнение, озерно-речные системы.

Гидротехника и мелиорация

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ РУСЛА

**Губеладзе Д.<sup>1), 2)</sup>, Харайшвили О.<sup>1)</sup>, Кикабидзе М.<sup>1), 2)</sup>, Мебония Н.<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> Грузинский технический университет

<sup>2)</sup> Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
Тбилиси, Грузия

Дальнейшее совершенствование методов расчета деформаций русла, вызванных влиянием индуцированных течений в водоносном горизонте открытого русла, и разработка инженерных методов их решения - одна из актуальных задач исследования процессов водной эрозии. В целях рационального использования водных ресурсов и поддержания экологического баланса окружающей

среды практическая реализация рассчитанных зависимостей на основе анализа данных теоретических и экспериментальных исследований в регулировании процессов руслообразования в водотоках существенно поможет при проектировании, строительстве гидротехнических сооружений.

**Ключевые слова:** русло; водная эрозия; нижний слой русла; экологическое равновесие; поток; гидродинамическая структура.

Гидротехника и мелиорация

## ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОЦЕНКА ТРЕХЪЯРУСНОГО КОМБИНИРОВАННОГО ДРЕНАЖА НА КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Гугучия М.<sup>1)</sup>, Мигинеишвили Дж.<sup>1)</sup>, Вахтангишвили Г.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Экоцентр защиты окружающей среды

<sup>2)</sup> Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
Тбилиси, Грузия

С целью проведения полевых исследований на трехъярусном комбинированном дренаже на Колхидской низменности, на исследовательском полигоне Диди Джихаиши был обустроен экспериментальный участок. На месте была проложена траншея в два ряда, размеры которой составляли 18м в длину, 1,2 м в глубину, а ширина – 0,60 м.

Полевыми исследованиями установлена гидрологическая эффективность трехъярусного комбинированного дренажа.

**Ключевые слова:** Колхидская низменность, трехъярусный комбинированный дренаж.

Гидротехника

## СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, КАНАЛИЗАЦИИ И ОТОПЛЕНИЯ, СУЩЕСТВУЮЩИЕ В ДРЕВНИХ ЦИВИЛИЗАЦИЯХ И НА ТЕРРИТОРИИ ГРУЗИИ

Денисова И.А.<sup>1)</sup>, Мепаришвили Н.М.<sup>1)</sup>, Бзиава К.Г.<sup>1),2)</sup>, Лежава И.В.<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Грузинский технический университет

<sup>2)</sup> Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
Тбилиси, Грузия

Для нормальной жизнедеятельности человеку необходимы наличие воды, тепла и хороших санитарно-гигиенических условий. Жилье современного человека, как правило, оснащено инженерными системами водоснабжения и канализации, а также, центральными или автономными системами отопления и представляет собой благоустроенную и комфортную среду для обитания. Примечательно, что и нашим предкам удавалось комфортно обустраивать собственное жилище. В статье дан краткий обзор истории развития систем отопления, водоснабжения и канализации; представлены результаты изучения инженерных достопримечательностей исторических памятников Грузии: Армазцихе-Багинети, древний город Дзалиси и Армазисхеви, в их числе водопровод, водохранилища, бассейны, системы канализации, царские бани с системой отопления «гипокауст». На территории Грузии много развалин античных городов и крепостей, в которых обнаружена высокоразвитая инфраструктура. Сооружения и инженерные системы построены по типу древнеримских строительных традиций. Все это указывает на высокую санитарно-гигиеническую культуру средневековой Грузии.

**Ключевые слова:** водопровод, канализация, система отопления, античная баня, гипокауст.

**ЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
Г. ПОТИ И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ**

**Диаконидзе Р.В., Панчулидзе Дж.Н., Бутулашвили Т., Шавлакадзе М.Л., Чарбадзе З.,  
Дадияни К., Нибладзе Н.Ш., Диаконидзе Б.Р.**

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
Тбилиси, Грузия

В работе рассматриваются вопросы защиты экологической безопасности г. Поти и его окрестностей, в частности: защита г. Поти и его окрестностей от затопления и прибрежной полосы моря от волнового воздействия, регулирование гидрологического режима озера Палиастоми таким образом, чтобы стекание излишков воды озера Палиастоми в Черное море могло свободно осуществляться и не затоплялись бы окрестности озера. Также рассмотрен вопрос восстановления старого гидрологического режима озера Палиастоми и вновь его опреснения.

В работе представлены рекомендации регулирования всех вышеупомянутых проблем, в том числе гидротехнического сооружения, расположенного на 7 км от г.Поти на реке Риони - вододелительного узла, как одного из основных средств защиты г. Поти от затопления, для чего его использование должно осуществляться согласно существующих правил, которые разработаны Институтом водного хозяйства им. Ц.Е. Мирцхулава Грузинского технического университета (2010 г).

**Ключевые слова:** вододелительный узел, расход воды, твердый сток, уровень воды.

**ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ  
МИНГАЧЕВИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

**Иманов Ф., Исмаилов Р.**

Открытое акционерное общество «Азерсу»,  
Научно-Исследовательский и Проектный Институт «Суканал»  
Баку, Азербайджан

Статья посвящена анализу современного гидрологического состояния Мингачевирского водохранилища. Показано, что за 1977-2018 гг., особенно после 1988 г. уровень воды в водохранилище снижается, что связано с уменьшением притока речных вод, питающих его. В последний раз он был полностью заполнен в многоводный 2010 г.

Отмечается, что после строительства Мингачевирского и других водохранилищ на Куре, водный режим и режим стока наносов резко изменились в нижнем бьефе. Так, расход воды и взвешенных наносов в устье Куры снизились почти на 50%.

**Ключевые слова:** водохранилище, уровень воды, водный баланс, расход воды, взвешенные наносы

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ГОРНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ И ИХ КАСКАДОВ

**Иорданишвили И.К., Иорданишвили К.Т., Хосрошвили Е.З.,  
Натрошвили Г.Н., Поцхверия Д.Ш., Биланишвили Л.Р.**

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
Тбилиси, Грузия

Рассмотрена эффективность эксплуатации горных и предгорных водохранилищ и их каскадов. Предлагается возможность эффективного строительства горных и предгорных водохранилищ, которое обосновывается идентичностью геоморфологических и климатических условий Швейцарии, где особенно развито строительство горных гидроэлектростанций.

**Ключевые слова:** горные водохранилища, эффективность, гидроэлектроэнергия.

## ОЦЕНКА КРИТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПЛОТИН

**Иорданишвили И., Иремашвили И., Натрошвили Г.,  
Иорданишвили К., Глунчадзе М.**

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
Тбилиси, Грузия

На основе анализа повреждений, аварий и катастроф около 500 плотин (земляные, каменно – набросные бетонные) по всему Миру установлено, что наиболее уязвимыми плотинами являются земляные. Определены наиболее распространенные причины прорыва для каждого типа плотин. Предложена методика определения критериев безопасности плотин.

**Ключевые слова:** плотины, повреждения, аварии, катастрофы, безопасность.

## ПРЕССИОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ ПЛОТНОСТИ ТЕЛА ЗЕМЛЯНЫХ ПЛОТИН

**Итриашвили Л.А., Хосрошвили Е.З.**

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
Тбилиси, Грузия

В статье приводятся результаты экспериментальных исследований по геотехническому контролю и качеством плотности грунтов тела земляных плотин, с использованием ультразвукового прессиометра.

Приводится методика проведения работ и методы расчетов и установления корреляционных зависимостей тарировочных номограмм. На примере Алгетской плотины показано эффективность метода.

**Ключевые слова:** плотина, грунт, плотность, ультразвук, качество, контроль.



Гидротехника и мелиорация

## ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОРОШЕНИЯ ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ (БАСЕЙН Р. КУРА)

**Итриашвили Л.А., Глунчадзе М.**

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
Тбилиси, Грузия

Рассмотрены шесть исторических периодов развития ирригации Восточной Грузии (бассейн реки Кура). Показаны географические, почвенные, климатические и топографические причины, которые формировали особенности орошения. Проведен анализ положительных и отрицательных аспектов ирригации на разных периодах развития. Показаны пути развития орошения на современном этапе.

*Ключевые слова:* аридность, ирригация, особенности, регулирование, развитие, перспективы.

Гидротехника и мелиорация

## ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОЙ СЕТИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

**Кечхошвили Э.М., Вартанов М.В., Шургая В.Ш.**

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
Тбилиси, Грузия

В статье рассмотрена организационная схема эксплуатации т.н. внутрихозяйственной сети оросительных систем путём фермерских объединений, кратко описана специфика создания и функционирования этих объединений, приведены положительные стороны их деятельности.

*Ключевые слова:* мелиорация, эксплуатация оросительных систем, внутрихозяйственная сеть, фермерские товарищества.

Гидрология

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ РЕК ПРАВОГО БЕРЕГА РЕКИ МТКВАРИ И ИХ ОЦЕНКА

**Купреишвили Ш., Сичинава П., Супаташвили Т.**

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
Тбилиси, Грузия

Река Мтквари в Тбилиси делит столицу на две части. Часть города, расположенная на левом берегу, простирается от Авчала до реки Лочини и отличается относительно спокойным рельефом. Правый берег более рельефный - к тринадцати ущельям реки Мтквари от притоков Триалетского хребта спускаются овраги.

Примечательно, что из рек Тбилиси основательно изучены только река Мтквари и Вере. Они всегда были предметом интереса науки, исследователей, профильных специалистов и широкой

общественности. Тем не менее, не преодолена та критическая черта, которая была бы необходима для надлежащего выявления, оценки, защиты и основательного изучения рек, впадающих в Мтквари.

В статье обоснована необходимость изучения малых рек реки Мтквари и дано краткое описание малых рек правого берега.

**Ключевые слова:** река; экология; водные ресурсы.

Гидротехника и мелиорация

## ОЦЕНКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЛЕВОГО ПОТОКА

Кухалашвили Э. Г., Гавардашвили Г. В., Иремашвили И. Р.,  
Маисая Л., Берая Н., Кикнадзе Х. Л., Дадиани К.

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
Тбилиси, Грузия

Вопросы регулирования селей и инженерные решения проектных и строительных норм непосредственно связаны с установлением энергетических характеристик селевого потока.

Для описания связей между касательными напряжениями и градиентами скоростей селевого потока использованы математически качественные модели, для решения которых с учетом специфики селей получены расчетные уравнения индексов движения, средних и максимальных скоростей.

**Ключевые слова:** селевые потоки, математические модели, энергетические характеристики, касательные напряжения, градиент скорости.

Исследования по изучению Земли

## ЕСТЕСТВЕННОЕ СЕМЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ В СУХИХ ЭКОТОПАХ (SICCUM) В ДУБРОВЫХ ЛЕСНЫХ ТИПАХ (QUERCETUM CAREXOSUM) КАХЕТИИ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ ИХ ЗАЩИТНОЙ ФУНКЦИИ

Самадашвили М.<sup>1)</sup>, Гагошидзе С.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Грузинский технический университет  
Тбилиси, Грузия

<sup>2)</sup> Телавский государственный университет им. Якоба Гогобашвили  
Грузинский технический университет  
Телави, Грузия

Естественное возобновление в Кахетинских лесных типах дуба грузинского (*Quercetum carexosum*) изучали в окрестностях села Бабанеури в Ахметского муниципалитета, в ушелии реки Илто - на высоте 600-700 м над уровнем моря, на склонах южной экспозиции. Установлено, что естественное вегетативное возобновление на отобранных нами пробных площадях практически отсутствует из-за нерегулируемого пастбища скота, а естественное семенное возобновление крайне неудовлетворительно из-за антропогенного фактора. Этого следует предотвращать, чтобы повысить эффективность лесохозяйственных мероприятий не только для грузинского дуба, но и для лесных экосистем в целом, поскольку эти рощи, помимо ряда других функций, сильно деградированы, прежде всего, почвой и растительностью.

**Ключевые слова:** экспозиция, древостой, антропогенное, амортизация, репродукция, экосистема.

Гидротехника и мелиорация

## ПУТИ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛИВНЫХ БОРОЗД И УДЛИНЕНИЕ ИХ ПОЛИВНОЙ СПОСОБНОСТИ

**Самхарадзе В.И.**

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
Тбилиси, Грузия

Удлинение длины борозды обеспечивает высокое качество нарезки поливных борозд, имеющих устойчивые откосы, исключает осложненное перемещение стока, значительно уменьшает интенсивность водной эрозии почвы, отличается высокой экономичностью, устойчивостью в работе, а также увеличить срок эксплуатации оросительной борозды

**Ключевые слова:** борозда резак, водная эрозия, катковый бороздодел.

Гидротехника

## РЕЗУЛЬТАТЫ ВИЗУАЛЬНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ АЗАТСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

**Токмаджян В.**

Шушийский технологический университет  
г. Шуши

Азатское водохранилище имеет стратегическое значение для Республики Армения. Регулируя годовой сток реки Азат, оно обеспечивает спрос, как на орошение сельскохозяйственных земель, так и на водоснабжение национальных производственных объектов. Визуальное исследование было проведено для уточнения различных проблем гидросооружении Азатского водохранилища. Предметом исследования были плотина, водосброс и др. В данной статье представлены некоторые результаты наших исследований.

**Ключевые слова:** водохранилище, плотина, водосброс.

Гидрология и метеорология

## ИЗМЕНЕНИЕ ТВЕРДОГО СТОКА РЕКИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННО МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

**Панчулидзе Дж., Диаконидзе Р., Чарбадзе З., Шавлакадзе М.,  
Нибладзе Н., Лорткипанидзе Ф., Диаконидзе Б.**

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
Тбилиси, Грузия

В статье даётся принцип определения и прогноза величины твёрдого стока для локальных створов неизученных рек, с построением уточненного, на основе данных натуральных наблюдений, графика зависимости  $R = f(Q)$ .

**Ключевые слова:** река, расход воды, твёрдый сток.

**ОЦЕНКА АЛАЗАНСКИХ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ НА  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ УЧАСТКЕ**

**Купарашвили И., Какашвили Г., Токликишвили Л.**

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
Тбилиси, Грузия

В статье описываются результаты химико-лабораторных исследований образцов коллекторов воды и засоленных почв на полигоне 45 га Института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава грузинского технического университета.

Минерализация воды и солености почвы определяется обработкой образцов.

**Ключевые слова:** анион, катион, почва, вода, коллектор.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ИЗ  
КОЛОДЦЕВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПИТЬЯ В КОЛХИДСКОЙ  
НИЗМЕННОСТИ (20.05.2019)**

**Цулукидзе Л.Н., Топурия Э.С., Чахая Г.Г., Квашилава Н.Г., Хубулава И.В.,  
Супаташвили Т.Л., Квирквелия И.Б.**

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
Тбилиси, Грузия

В статье изложены химические характеристики скважин, используемых для питья в Колхидской низменности. Приведены результаты мониторинга качества питьевой воды из колодцев, используемых сельскими жителями в 7 муниципалитетах Колхидской низменности. Принято заключение о том, что скважины, используемые населением, требуют постоянных исследований для определения их пригодности для питья, а также рекомендации по нейтрализации загрязняющих веществ для предотвращения дальнейшего загрязнения колодцев.

**Ключевые слова:** качество воды, поверхностные воды, артезианские колодезные воды.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
ПРЕДЕЛЬНОЙ ВЛАГОЁМКОСТИ И ОБЪЁМНОГО ВЕСА ПОЧВ  
МУХРАНСКО-САГУРАМСКОЙ ДОЛИНЫ**

**Хараишвили О.<sup>1)</sup>, Кикабидзе М.<sup>2)</sup>, Мебониа Н.<sup>1)</sup>, Ломишвили М.<sup>1)</sup>, Роква К.<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> Грузинский Технический Университет

<sup>2)</sup> Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
Тбилиси, Грузия

В статье обосновывается, что определение нормы полива возможно, если исследован существующий в почве запас влаги и известно значение максимальной влажности – предельная влагоёмкость.

На основании лабораторных исследований предложены показатели предельной влагоёмкости и объёмного веса почв Мухранско-Сагурамской долины, которые позволят местному населению и фермерам определить оптимальное значение нормы полива.

**Ключевые слова:** вода, норма полива, объёмный вес, предельная влагоёмкость.

Гидротехника и мелиорация

**ИННОВАЦИОННАЯ НАПЛАВНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ВОДОЗАБОРНОГО  
СООРУЖЕНИЯ В СОСТАВЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА  
СИСТЕМ МНОГОЦЕЛЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДСКИХ  
ХОЗЯЙСТВ И ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ**

**Хецуриани Е.Д.<sup>1), 2)</sup>, Бондаренко В.Л.<sup>3)</sup>, Ылясов А.И.<sup>4)</sup>,  
Штавакер М.И.<sup>3)</sup>, Хецуриани Т.Е.<sup>5)</sup>**

<sup>1)</sup> Южно-Российский Государственный Политехнический Университет (НПИ) им. М.И. Платова  
Новочеркасск, Российская Федерация;

<sup>2)</sup> Донской Государственный Технический Университет  
Ростов-на-Дону, Российская Федерация;

<sup>3)</sup> Новочеркасский Инженерно-Мелиоративный Институт  
Донского Государственного Аграрного Университета  
Новочеркасск, Российская Федерация;

<sup>4)</sup> Филиал WTL (США) в Азии,  
Москва, Российская Федерация;

<sup>5)</sup> Ростовский Государственный Медицинский Университет  
Ростов на Дону, Российская Федерация

Водозаборный технологический комплекс в составе действующих и создаваемых специализированного типа природно-технических систем ПТС «Природная водная среда - Водозаборный технологический комплекс - Система многоцелевого водоснабжения» («П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.») является важным многофункциональным техногенным компонентом, от конструктивного совершенства которого зависит его экологическая приемлемость (ЭП) [1] к окружающим средам, как доминирующего фактора по обеспечению экологической безопасности (ЭБ) в зонах его влияния. В составе ПТС «П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.» «В.Т.К.», как техногенный компонент, является главным, от функциональной работы которого зависит непрерывное водообеспечение городского хозяйства, населенного пункта и объектов экономики, к примеру (ТЭС, АЭС, ГРЭС и т.п.), в расчётном количестве с обеспечением современных экологических требований. Водообеспечение городского хозяйства, объектов экономики осуществляется путем отбора расчетных расходов ( $Q$  м<sup>3</sup>/с) воды из водных объектов (река, водохранилище), что обуславливает собой ряд важных экологических проблемных задач, основными из которых являются сохранение биологического разнообразия ихтиофауны (различные виды рыб и т.п.) и водной растительности, защиту от токсичных сине-зеленых водорослей, речной дрейсенy и др.

На основе анализа результатов многолетних исследований, проводимых нами [1-4] и многими другими авторами [5,7,8], было установлено, что для обеспечения экологических требований по сохранению биологического разнообразия в водном объекте при отборе расчетных расходов воды для «С.М.В.» необходимы новые методологические подходы по обеспечению современных экологических требований, в которых доминирующим является обеспечение ЭБ в зонах влияния «В.Т.К.», в котором водозаборное сооружение, непосредственно взаимодействует с «П.В.С.» водного объекта [14-17].

**Ключевые слова:** водозаборный технологический комплекс, природно-техническая система, экологическая приемлемость, экологическая безопасность, мягкая наплавная конструкция, физические и геометрические параметры мягкой наплавной конструкции.

---

## ქ რ ო ნ ი კ ა

### ინფორმაცია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მოღვაწეობის შესახებ 2019 წ.

ინსტიტუტში, რომელიც დაფუძნებულია 1929 წლიდან, ამჟამად მუშაობს 71 თანამშრომელი, აქედან 54 % მეცნიერი თანამშრომელია, მათ შორის: 1 - აკადემიკოსი, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის სოფლის მეურნეობის განყოფილების გამგე, 4 - საინჟინრო აკადემიის წევრი, 6 - მეცნიერებათა დოქტორი, 28 - აკადემიური დოქტორი, 4 - დოქტორანტი და 1 - მაგისტრანტი.

#### ინსტიტუტის სამეცნიერო კვლევითი საქმიანობა

- ❖ ინსტიტუტის მეცნიერი თანამშრომლების მიერ 2019 წლის პერიოდულ გამოცემებში გამოქვეყნდა 60-მდე სტატია, 2 სახელმძღვანელო და 1 მონოგრაფია;
- ❖ ინსტიტუტში მუშავდება სამეცნიერო პროგრამული დაფინანსების თემის „წყალთა მეურნეობისა და გარემოს დაცვის თანამედროვე პრობლემების კვლევა კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით“ (თემის სამეცნიერო ხელმძღვანელი პროფესორი გივი გავარდაშვილი) 6 ქვემიმართულება, რომლებიც აქტუალურია ქვეყანაში მიმდინარე განხორციელებული ბუნებრივი კატასტროფებისა და გარემოს დაცვის ღონისძიებების მეცნიერულად დამუშავების თვალსაზრისით;
- ❖ ინსტიტუტმა 2019 წელს გამოსცა 2 სამეცნიერო შრომათა კრებული: IX საერთაშორისო კონფერენციისა და მორიგი - #74 სამეცნიერო შრომათა კრებული.

#### ინსტიტუტის სამეცნიერო ურთიერთობები

##### საქართველო

- 2019 წლის 16-17 იანვარს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში გაიხსნა II საერთაშორისო სიმპოზიუმი „სეისმომედეგობა და საინჟინრო სეისმოლოგია“, რომელიც მიემდვნა პროფესორ გიორგი ქარცივაძის დაბადებიდან 100 წლისთავს. ღონისძიების ორგანიზატორები იყვნენ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტი და საქართველოს საინჟინრო აკადემია. სიმპოზიუმის თემატიკას წარმოადგენდა: გეოლოგია და საინჟინრო სეისმოლოგია; შენობებისა და საინჟინრო ნაგებობების სეისმომედეგობის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა; სეისმიური ნორმების სრულყოფა; დამანგრეველი მიწისძვრების შედეგები, შენობა-ნაგებობების აღდგენა-რეკონსტრუქცია; გამოყენებითი მექანიკა. სიმპოზიუმის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღეს სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის

წყალთა მეურნეობის მელიორაციული სისტემებისა და ექსპერტიზის განყოფილების უფროს მეცნიერ-თანამშრომელმა, ეკონომიკის მეცნიერებათა დოქტორ მარტინ ვართანოვმა და ზღვებისა და წყალსატევების განყოფილების უფროს მეცნიერ-თანამშრომელმა, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორ ედუარდ კუხალაშვილმა.

- **2019 წლის 6 თებერვალს** საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნულ აკადემიაში გაიმართა ბუნებრივი რესურსების დაცვისა და რაციონალური გამოყენების უწყებათაშორისო კომისიის სხდომა თემაზე: „მიწის ეროზია საქართველოში და გადაუდებელი სამუშაოები“. კომისიის სხდომაზე სიტყვით გამოვიდა ინსტიტუტის დირექტორი ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი. თემაზე: „საქართველოს ნიადაგების ეროზიის სახელმწიფო პროგრამის მომზადება (2020–2035 წწ.) კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით“.

•



**ფოტო 1 – 2. უწყებათაშორისი კომისიის მიმდინარეობისას**  
**Photo 1 - 2. During the meeting of the Interagency Commission**  
**Фото 1 - 2. Во время заседания Межведомственной комиссии**

- **2019 წლის 15 თებერვალს** უნგრეთის საელჩოში საქართველოში გაიმართა ბიზნეს-ფორუმი თემაზე „წყლის რესურსების მნიშვნელობა სოფლისა და ქალაქის განვითარებაში“. ფორუმის დასრულების შემდეგ ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი შეხვდა უნგრეთის საგანგებო და სრულუფლებიან ელჩს საქართველოში, ქალბატონ ვიქტორია ჰორვატს.



**ფოტო 3. უნგრეთის საელჩოში შეხვედრისას, მარცხნივ - უნგრეთის საგანგებო და სრულუფლებიანი ელჩი საქართველოში, ქალბატონი ვიქტორია ჰორვატი**

**Photo 3. At a meeting at the Hungarian Embassy. To the left - of Hungary**

**Ambassador to Georgia Ms. Victoria Horvat**

**Фото 3. На встрече в посольстве Венгрии. Слева посол Венгрии в Грузии**

**Виктория Хорват**

- **2019 წლის 23 თებერვალს** ინსტიტუტის მთავარ სპეციალისტმა ირმა ქუფარაშვილმა სტუ-ს სამშენებლო ფაკულტეტის ჰიდროინჟინერიის დეპარტამენტში წარმატებით დაიცვა სადოქტორო ნაშრომი თემაზე „კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით ალაზნის ველის დამლაშებული ფართობის შეფასება და მათი განმარტივების საინჟინრო ინოვაციური ღონისძიებების დამუშავება“. სამეცნიერო ხელმძღვანელი იყო სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი.



**ფოტო 4. დისერტაციის დაცვისას**

**Photo 4. During the defense of the dissertation**

**Фото 4. Во время защиты диссертации**



- 2019 წლის 25 მარტს სტუ-ს ც. მირცხულავას წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში იმყოფებოდნენ UNDP-ის პროექტის „KURA II“ ფარგლებში ტრანსსასაზღვრო მხარეთა ჩართულობის ექსპერტი, დოქტორი ჯენიენ მიტჩელი კომერსოლლუ (აშშ) და გარემოს ექსპერტი თორნიკე ბუბაშვილი. შეხვედრისას განიხილეს ინსტიტუტის ბაზაზე ერთობრივი საერთაშორისო კონფერენციის ჩატარების საკითხები.



ფოტო 5-6. ინსტიტუტში შეხვედრისას  
Photo 5-6. At a meeting at the Institute  
Фото 5-6. Во время встречи в Институте

- 2019 წლის 28 ივნისს სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორს ტექნ. მეცნ. დოქტორს, პროფესორ გივი გავარდაშვილს ჰქონდა სამუშაო შეხვედრა კალიფორნიის სახელმწიფო უნივერსიტეტის წყლის ტექნოლოგიის საერთაშორისო ცენტრისა და სარწყავი ტექნოლოგიის ცენტრის პროფესორებთან, გავა გოროჰუსა და ბილ ერისიანთან და თბილისში აშშ-ს საელჩოს თანამშრომელთან, ბატონ დემნა ძირკვაძესთან. შეხვედრის მიზანი იყო სამომავლო სამეცნიერო-კვლევითი გეგმების განხილვა.



ფოტო 7. სამუშაო შეხვედრისას (მარცხნიდან): დემნა ძირკვაძე (საქართველო), გავა გოროჰუ და ბილ ერისიანი (ფრესნო, აშშ), გივი გავარდაშვილი (საქართველო)

Photo 7. During the working meeting (from left): Demna Dzirkvadze (Georgia), Gava Gorohu and Bill Erisiani (Fresno, USA), Givi Gavardashvili (Georgia)

Фото 7. Во время рабочей встречи (слева направо) Демна Дзирквалдзе (Грузия), Гава Гороху и Билл Эрисияни (Фресно, США), Гиви Гавардашвили (Грузия)

- 2019 წლის 18 დეკემბერს დუშეთის მუნიციპალიტეტის მერიის სააქტო დარბაზში შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფუნდამენტური საგრანტო პროექტის #FR17\_615 „მოწყვლადი ინფრასტრუქტურის უსაფრთხოების რისკების შეფასება მოსალოდნელი კატასტროფების ფორმირებისას“ ფარგლებში გაიმართა ვორქშოპი (Workshop) თემაზე „ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის შემთხვევაში წყლით დატბორილი ტერიტორიების რისკის ზონების დადგენა და საგანგებო სიტუაციაში მოსახლეობის ქცევის წესების შეფასება“.

საგრანტო პროექტი დამსწრე საზოგადოებას წარუდგინა პროექტის ხელმძღვანელმა, პროფ. გივი გავარდაშვილმა. შეხვედრას ესწრებოდნენ 12 ორგანიზაციის 50-ზე მეტი წარმომადგენელი. მათ შორის: მცხეთა-მთიანეთის სახელმწიფო რწმუნებული შალვა კერესელიძე, დუშეთის მუნიციპალიტეტის მერი ზურაბ სეხნიაშვილი, თიანეთის მუნიციპალიტეტის მერი თამაზ მეჭიაური, მცხეთის მუნიციპალიტეტის მერი გიორგი კაპანაძე.



ფოტო 8-10. ვორქშოპი დუშეთის მუნიციპალიტეტის მერიის სააქტო დარბაზში  
Photo 8 - 10. Workshop in the Assembly Hall of Dusheti Municipality  
Фото 8 - 10. Воркшоп в актовом зале муниципалитета Душети



საზღვარგარეთ

- 2019 წლის 3-30 იანვარს სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი, ვარშავის სიცოცხლის შემსწავლელ მეცნიერებათა უნივერსიტეტის ვიცე-რექტორის პროფესორ მიხაილ ზასადას მიწვევით, სამუშაო ვიზიტით იმყოფებოდა ვარშავაში და, როგორც მიწვეული პროფესორი, ვარშავის უნივერსიტეტში ლექციებს კითხულობდა ბაკალავრიატისა და დოქტორანტების ჯგუფებში საინჟინრო და გარემოს დაცვის მიმართულებით.



ფოტო 11-12. ქ. ვარშავაში ლექციების მსვლელობისას  
Photo 11-12. During lectures in Warsaw  
Фото 11-12. Во время лекции в Варшаве

3 იანვარს პროფესორი გივი გავარდაშვილი შეხვდა ამავე უნივერსიტეტის სამოქალაქო ინჟინერიისა და გარემოს დაცვის ფაკულტეტის დეკანს, დოქტორს, პროფესორ ევგენიუს კოდას, მელიორაციის დეპარტამენტის ხელმძღვანელს, დოქტორს, პროფესორ ერჟი ეზნახს, პროფესორ იან შატილოვიჩს. შეხვედრისას მათ გააცნო ინსტიტუტის მიღწევები და მისი უდიდესი როლი სამხრეთ კავკასიის რეგიონში.



ფოტო 13. შეხვედრისას: მარცხნიდან - პროფესორები: ევგენიუს კოდა, გივი გავარდაშვილი, ერჟი ეზნახი და იან შატილოვიჩი

Photo 13. During the meeting, From the left - Drs.Professors: Eugeniusz Koda, Givi Gavardashvili, Jerzy Jeznach, Yan Szatyłowicz

Фото 13. Во время встречи: слева направо - профессора: Евгений Кода, Гиви Гавардашвили, Ержи Езнах и Ян Шатилович

2019 წლის 8-9 იანვარს პროფესორი გივი გავარდაშვილი შეხვდა ლუბლინის სიცოცხლის შემსწავლელ მეცნიერებათა უნივერსიტეტის ტექნოლოგიის ფაკულტეტის დეკანს, პროფესორ ანდჟეი ვარჩსუკს, იმავე უნივერსიტეტის საინჟინრო ეკოლოგიისა და გეოდეზიის კათედრის გამგეს, პროფესორ კრისტოფ იოშაკოვსკის. შეხვედრას ესწრებოდნენ პროფესორი ერჟი ეზნახი (ვარშავა) და ფაკულტეტის მეცნიერ-თანამშრომლები. შეხვედრისას განიხილეს მომავალი სამეცნიერო-კვლევითი თანამშრომლობა.



ფოტო 14. სამუშაო შეხვედრა ლუბლინის (პოლონეთი) უნივერსიტეტში  
Photo 14. Workshop at the University of Lublin (Poland)  
Фото 14. Рабочая встреча в Люблинском университете (Польша)

2019 წლის 10 იანვარს პროფესორი გივი გავარდაშვილი შეხვდა ვარშავის სიცოცხლის შემსწავლელ მეცნიერებათა უნივერსიტეტის ვიცე-რექტორს საერთაშორისო საკითხებში, პროფესორ მიხაილ ზასადას.



ფოტო 15. შეხვედრისას: მარცხნიდან - პროფესორები; ერჟი ეზნახი, მიხაილ ზასადა და გივი გავარდაშვილი. ვარშავა, პოლონეთი  
Photo 15. At the meeting: from left - professors; Jerzy Jeznach, Mikhal Zasada and Givi Gavardashvili. Warsaw, Poland  
Фото 15. На встрече: слева - профессора; Ержи Эзнах, Михал Засада и Гиви Гавардашвили. Варшава, Польша

2019 წლის 16 იანვარს ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი შეხვდა ვარშავის სიცოცხლის

შემსწავლელ მეცნიერებათა უნივერსიტეტის ჰიდრავლიკის ლაბორატორიის ხელმძღვანელს, პროფესორ სლავომირ ბაჯკოვსკის, რომელმაც დაათვალიერებინა ლაბორატორია.



ფოტო 16. ჰიდრავლიკის ლაბორატორიის დათვალიერებისას  
Photo 16. During tour in the hydraulics laboratory  
Фото 16. При осмотре гидравлической лаборатории

- 2019 წლის 15-17 მაისს სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი მივლინებით იმყოფებოდა საფრანგეთში. 15 მაისს გაერთიანებული ერების განათლების, მეცნიერებისა და კულტურის ორგანიზაციაში (იუნესკო) იგი შეხვდა მიწისქვეშა სისტემებისა და განახლების განყოფილების უფროსს, პროფესორ ალიჩე აურელსა და დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებებისა და გეოსაშიშროების რისკების შემცირების განყოფილების ხელმძღვანელს, ასოცირებულ პროფესორს, დოქტორ ირინა პავლოვას.







ფოტო 17 - 19. ქ. პარიზში იუნესკოს ოფისში შეხვედრისას  
Photo 17 - 19. During a meeting at the UNESCO office in Paris  
Фото 17 - 19. Во время встречи в офисе UNESCO (Париж)

- 2019 წლის 19 მაისიდან 8 ივნისამდე ვარშავის სიცოცხლის შემსწავლელ მეცნიერებათა უნივერსიტეტის მიწვევით სალექციო კურსის ჩატარების მიზნით სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი, როგორც მიწვეული პროფესორი, მივლინებით იმყოფებოდა ქ. ვარშავაში (პოლონეთი).

2019 წლის 4 ივნისს პროფესორ გივი გავარდაშვილს შეხვედრა ჰქონდა ვარშავის სამხედრო ტექნოლოგიების უნივერსიტეტის პროფესორ ლეოპოლდ კრუშკასთან, ჩესტოხოვას ტექნოლოგიის უნივერსიტეტის სამოქალაქო ინჟინერიის ფაკულტეტის დეკანთან, დოქტორ, პროფესორ მაცეი მეიჯორთან, ვიცე-დეკან, პროფესორ მალგოჟატა ულევიცთან და პროფესორ ადამ უიმასთან. განიხილეს ნატოს პროექტის და საერთაშორისო სამეცნიერო თანამშრომლობის შესაძლებლობები.



ფოტო 20. შეხვედრისას. (მარცხნიდან მარჯვნივ) დოქტორი, პროფესორები: მაცეი მეიჯორი, მალგოჟატა ულევიცი, გივი გავარდაშვილი, ადამ უიმა და ლეოპოლდ კრუშკა  
Photo 20. During the meeting Dr., Professors: Maciej Major, Malgorzata Ulewicz, Givi Gavardashvili, Dr. Adam Ujma and Leopold Kruszk  
Фото 20. Во время встречи (Слева направо) профессора - Мацей Мейджор, Малгожата Улевиц, Гиви Гавардашвили, Адам Уима и Леопольд Крушка

- **2019 წლის 13 ივნისს** პროფ. გივი გავარდაშვილი იმყოფებოდა ბარსელონას უნივერსიტეტში, რომელიც არის სხვადასხვა საერთაშორისო საუნივერსიტეტო ასოციაციის წევრი. მაგალითად, ევროპის უნივერსიტეტების ასოციაცია, ევროპული კვლევითი უნივერსიტეტების ლიგა, ხმელთაშუა უნივერსიტეტების ასოციაცია და მრავალი სხვა. საინჟინრო ფაკულტეტის კოლეგებთან საუბარი შეეხო ინსტიტუტსა და უნივერსიტეტს შორის მეცნიერ-თანამშრომლობის ერთობლივი გაცვლითი პროგრამების მომზადებას ევროკავშირის ERASMUS+ ფარგლებში და საერთაშორისო საგრანტო პროექტების დამუშავებას.

### **საერთაშორისო და რესპუბლიკურ კონფერენციებსა და ფორუმებში მონაწილეობა**

#### **საქართველო:**

- **2019 წლის 19-21 აპრილს** საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ახალგაზრდა მეცნიერთა საბჭოსა და ახალგაზრდა მეცნიერთა განვითარების ფონდის ორგანიზებით აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტში ჩატარდა ახალგაზრდა მეცნიერთა VII ინტერდისციპლინური კონფერენცია. კონფერენცია მიმდინარეობდა მეცნიერების დარგების შემდეგ მიმართულებებში: ჰუმანიტარული; სოციალური და ეკონომიკური; ზუსტი და საბუნებისმეტყველო; ინჟინერია და ტექნოლოგია; მედიცინა და ჯანდაცვა; აგრარული მეცნიერებები. კონფერენციას საკმაოდ დიდი შეფასება ჰქონდა. საორგანიზაციო კომიტეტმა მიმართულებების მიხედვით მხოლოდ საუკეთესო თეზისები შეარჩია. აღნიშნულმა კონფერენციამ სრულად უპასუხა თანამედროვე მოთხოვნებს როგორც ლოკალურ, ისე საერთაშორისო დონეზე - სამეცნიერო საზოგადოებაში ახალგაზრდების პრიორიტეტული მიმართულებით განხორციელებული მნიშვნელოვანი აქტივობა.

კონფერენციის ორგანიზებაში აქტიურ მონაწილეობას იღებდნენ ინსტიტუტის ახალგაზრდა მეცნიერი თანამშრომლები, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ახალგაზრდა მეცნიერთა საბჭოს წევრები მარინე შავლაყაძე და თამარ სუპატაშვილი. მასში საქართველოს თორმეტი უმაღლესი სასწავლებლისა და რვა სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების წარმომადგენლები მონაწილეობდა, მათ შორის - სტუ-ს ც. მირცხულავას წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დოქტორანტები: ნანა ბერაია, ქეთევან დადიანი, ხათუნა კვიციანი, ლიკა მაისაია და ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომლები.



ფოტო 21 - 22. მეცნიერ-თანამშრომლების სერთიფიკატების გადაცემისას  
Photo 21 - 22. When awarding certificates to researchers of the Institute  
Фото 21 - 22. При вручении сертификатов научным сотрудникам

- 2019 წლის 25-27 ივლისს სტუ-ს ნ. ნიკოლაძის სახელობის დარბაზში ჩატარდა სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში მორიგი IX საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია "წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები", მიძღვნილი ინსტიტუტის 90 წლის იუბილესადმი. კონფერენცია გახსნა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორმა პროფ. არჩილ ფრანგიშვილმა. მისასალმებელი სიტყვით გამოვიდნენ პროფესორები: გივი გავარდაშვილი, ოთარ ნათიშვილი, ოგანეს ტოკმაჯიანი, იერჟი სობოტა, და სხვ.



ფოტო 23. სტუ-ს რექტორი, აკადემიკოსი ა. ფრანგიშვილი  
Photo 23. GTU Rector, Academician A. Prangishvili  
Фото 23. Ректор ГТУ, академик А. Прангишвили





**ფოტო 24. კონფერენციის გახსნისას. მარცხნივ უკრაინის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი პეტრე კოვალენკო**  
**Photo 24. At the opening of the conference. Left Ukrainian Sciences Academician of the National Academy Peter Kovalenko**  
**Фото 24. На открытии конференции. Слева - академик Украинской национальной академии Пётр Коваленко**





ფოტო 25-26. კონფერენციის მსვლელობისას  
Photo 25-26. During the conference  
Фото 25-26. Во время конференции







**ფოტო 27 - 28. კონფერენციის მონაწილეები**  
**Photo 27 - 28. Conference participants**  
**Фото 27 - 28. Участники конференции**

სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტს იუბილე მიულოცეს პოლონეთის, ლიტვის, ლატვიის, ბელარუსიის, სომხეთის, აზერბაიჯანის, რუსეთისა და სხვა ქვეყნების მეცნიერთა დელეგაციებმა.

#### საზღვარგარეთ:

- 2019 წლის 30-31 იანვარს თურქეთში, ქ. სტამბულში გაიმართა საერთაშორისო კონფერენცია თემაზე „ეკონომიკური გეოლოგია და ეკოლოგიის პრობლემები“, რომელზეც სექციას თავმჯდომარეობდა ინსტიტუტის დირექტორი ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი. აგრეთვე მან გააკეთა მოხსენება - „კაპრას“ მეთოდოლოგიის გამოყენება ჟინვალის მიწის კაშხლის კრიტიკული მდგომარეობისა და რისკების ანალიზისთვის“, რისთვისაც გადაეცა სერტიფიკატი საუკეთესო პრეზენტაციისათვის.



**ფოტო 29. პრეზენტაციისას**  
**Photo 29. During the presentation**  
**Фото 29. Во время презентации**



**ფოტო 30. სერტიფიკატი**  
**Photo 30. Certificate**  
**Фото 30. Сертификат**

- 2019 წლის 16-17 მაისს პარიზში ჩატარდა საერთაშორისო კონფერენცია თემაზე „ეკოლოგიური და გარემოსდაცვითი ინჟინერია“, სადაც სექციას თავმჯდომარეობდა პროფესორი გივი გავარდაშვილი. იგი გამოვიდა მოხსენებით „ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის შემთხვევაში წყალდიდობის რისკის ზონაში მცხოვრები მოსახლეობის ეკოლოგიური ცნობიერების დონის ამაღლება და წინასწარ გამაფრთხილებელი ღონისძიებების შემუშავება“.



**ფოტო 31. კონფერენციაზე მოხსენებისას. ქ. პარიზი**  
**Photo 31. Reporting at the conference in Paris**  
**Фото 31. Доклад на конференции (Париж)**

- **2019 წლის 11-12 ივნისს** ბარსელონაში (ესპანეთი) სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი მონაწილეობას იღებდა საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაში, სადაც გამოვიდა მოხსენებით - „ჟინვალის მიწის კაშხალზე ტალღის გადადინების შედეგად წარმოქმნილი ღვარცოფის საშუალო და მაქსიმალური სიჩქარის გაანგარიშება“. აქვე თავმჯდომარეობდა მშენებლობისა და გარემოსდაცვითი ინჟინერიის სექციას. კონფერენცია ჩატარდა WASET-ის ორგანიზებით.



**ფოტო 32. კონფერენციაზე პრეზენტაციისას (ქ. ბარსელონა, ესპანეთი)**  
**Photo 32. During the presentation at the conference (Barcelona, Spain)**  
**Фото 32. Во время презентации на конференции (Барселона, Испания)**





ფოტო 33. კონფერენციაზე სექციის თავმჯდომარეობის დროს  
Photo 33. While chairing a section of the conference  
Фото 33. Во время председательствования секции конференции

- 2019 წლის 6-7 აგვისტოს სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დოქტორანტმა, მელიორაციის განყოფილების მეცნიერთანამშრომელმა, ხათუნა კიკნაძემ გაიმარჯვა შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ გამოცხადებულ - მობილობისა და საერთაშორისო სამეცნიერო ღონისძიებების საგრანტო კონკურსში MG-TG-19\_2447 და ფონდის ფინანსური მხარდაჭერით იმყოფებოდა ნიდერლანდებში, ქალაქ ამსტერდამში “სოფლის მეურნეობის მეცნიერების ტექნოლოგიისა და ინჟინერიის“ საერთაშორისო კონფერენციაზე და გამოვიდა მოხსენებით “ზედაპირულ მორწყვასთან დაკავშირებული ეკოლოგიური უწყესივრობების მიახლოებითი შეფასება”.



ფოტო 34. პრეზენტაციისას  
Photo 34. During the presentation  
Фото 34. Во время презентации

- 2019 წლის 4-6 ნოემბერს ბუდაპეშტში (უნგრეთი) UNECE-ის მხარდაჭერით ჩატარდა საერთაშორისო სემინარი - „ტრანსსასაზღვრო წყლის დაბინძურების პრევენცია-გაუთვალისწინებელი დაგეგმვა, ადრეული გაფრთხილება, შერბილება“, რომელშიც მონაწილეობა მიიღო ინსტიტუტის დირექტორმა, ტექნ. მეცნ. დოქტორმა, პროფესორმა გივი გავარდაშვილმა. სემინარის მიმდინარეობისას გაიმართა ბევრი მნიშვნელოვანი შეხვედრა, მათ შორის უნგრეთის შინაგან საქმეთა სამინისტროს წარმომადგენელთან, ბატონ პიტერ კოლაჩთან.



ფოტო 35. ქ. ბუდაპეშტში შეხვედრისას. პროფ. გივი გავარდაშვილი და ბატონი პიტერ კოლაჩი  
Photo 35. At the meeting. Prof. Givi Gavardashvili and Mr. Peter Kolach  
Фото 35. При встрече. Проф. Гиви Гавардашвили и Петер Колач

- 2019 წლის 4-9 დეკემბერს ჩესტოხოვას ტექნოლოგიურ უნივერსიტეტში ჩატარდა XVI საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია - მასალები და ენერგო-დამზოგი ტექნოლოგიები. ინსტიტუტის დირექტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი თავმჯდომარეობდა კონფერენციის ერთ-ერთ სექციას. კონფერენციაზე იგი გამოვიდა მოხსენებით: „ტრამპლინის ტიპის ინოვაციური ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობა და მისი დაპროექტებისათვის მეთოდოლოგიის დამუშავება“.



ფოტო 36. სექციის თავმჯდომარეობისას (ქ. ჩესტოხოვა, პოლონეთი)  
Photo 36. While chairing the section (Czestochowa, Poland)  
Фото 36. Возглавляя секцию (Ченстохова, Польша)





ფოტო 37 - 38. პრეზენტაციისას (ქ. ჩესტოხოვა, პოლონეთი)  
Photo 37 - 38. During the presentation (Czestochowa, Poland)  
Фото 37 - 38. Во время презентации (Ченстохова, Польша)

- 2019 წლის 11-14 დეკემბერს ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი და ზღვებისა და წყალსატევების განყოფილების უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი ედუარდ კუხალაშვილი იმყოფებოდნენ იტალიის დედაქალაქ რომში, სადაც მონაწილეობას იღებდნენ XIII საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაში - გარემოსდაცვითი, ბიოლოგიური, ეკოლოგიური მეცნიერებები და ინჟინერინგი. კონფერენციაზე მოსხენებით გამოვიდა პროფესორი გივი გავარდაშვილი თემაზე - „ჟინვალის (საქართველო) მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის შედეგად დატბორილი ტერიტორიების კონტურების დადგენა და კაშხლის გამანგრეველი ტალღის ჰიდროდინამიკური პარამეტრების გაანგარიშება“, ასევე თავმჯდომარეობდა კონფერენციის “მშენებლობისა და გარემოსდაცვითი ინჟინერიის” სექციას. კონფერენცია ჩატარდა WASET-ის ორგანიზებით.



ფოტო 39 - 41. საერთაშორისო კონფერენციაზე სექციის თავმჯდომარეობისას (ქ. რომი, იტალია)  
Photo 39 - 41. While chairing a section at an international conference (Rome)

Фото 39 - 41. Во время председательствования секции на международной конференции Рим

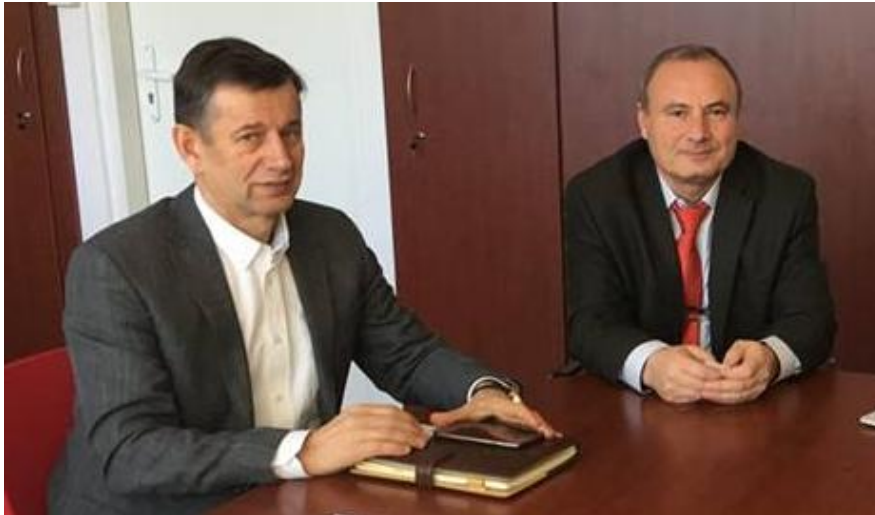


ფოტო 42. კონფერენციაზე პრეზენტაციის დროს (ქ. რომი, იტალია)  
Photo 42. During the presentation at the conference (Rome, Italy)

Фото 42. Во время выступления на конференции. г. Рим, Италия

## ინსტიტუტის ურთიერთთანამშრომლობის მიმოხილვა

- 2019 წლის 18 იანვარს ინსტიტუტის დირექტორმა, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორმა, პროფესორ გივი გავარდაშვილმა და ვარშავის სიცოცხლის შემსწავლელ მეცნიერებათა უნივერსიტეტის სამოქალაქო ინჟინერიისა და გარემოს დაცვის ფაკულტეტის დეკანმა, დოქტორმა, პროფესორმა ევგენიუს კოდამ ხელი მოაწერეს შეთანხმებას ორ ორგანიზაციას შორის ახალგაზრდა მეცნიერთა გაცვლისა და ერთობლივი საერთაშორისო საგრანტო პროექტების მომზადების შესახებ.



ფოტო 43. მარცხნიდან პროფესორი ევგენიუს კოდა (პოლონეთი) და პროფესორი გივი გავარდაშვილი (საქართველო)

Photo 43. From left - Professor Eugenius Koda (Poland) and Professor Givi Gavardashvili (Georgia)

Фото 43. Слева - профессор Евгениус Кода (Польша) и профессор Гиви Гавардашвили (Грузия)

- 2019 წლის 11 დეკემბერს ჩენსტოხოვას ტექნოლოგიურ უნივერსიტეტში ინსტიტუტის დირექტორმა, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორმა, პროფესორმა გივი გავარდაშვილმა და ჩენსტოხოვას ტექნოლოგიურ უნივერსიტეტის სამოქალაქო ინჟინერიის ფაკულტეტის დეკანმა, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორმა, პროფესორი მაცეი მაიორმა ხელი მოაწერეს თანამშრომლობის მემორანდუმს, რომელიც ითვალისწინებს ახალგაზრდა მეცნიერების, სტუდენტების და პროფესორ მასწავლებლების საერთაშორისო თანამშრომლობას, როგორც Erasmus+ პროგრამის ეგიდით, ასევე სამეცნიერო პროექტების ერთობლივ მომზადებას.





ფოტო 44 - 45. ურთიერთთანამშრომლობის მემორანდუმზე ხელმოწერისას  
Photo 44 - 45. Signing of the Memorandum of Cooperation  
Фото 44 - 45. При подписании Меморандума о взаимосотрудничестве

### სასწავლო-სამეცნიერო საქმიანობა

- 2019 წლის 13 მარტს შპს „საქართველოს მელიორაციამ“ და საქართველოს ტექნიკურ-მა უნივერსიტეტმა შეიმუშავა ჰიდრომელიორაციის სასერთიფიკატო პროგრამა. პროექტის მიზანი კვალიფიკაციის ამაღლების მიზნით, მელიორაციის თანამშრომლების გადამზადება, სამელიორაციო სისტემით ახალგაზრდა კადრების დაინტერესება და მათი კომპანიაში მოზიდვაა.

პროგრამის ფარგლებში, ინტენსიური თეორიული და პრაქტიკული კურსები შპს „საქართველოს მელიორაციის“ 52 თანამშრომელმა გაიარა. სისტემაში დასაქმებულებმა ტრენინგი სამი ძირითადი მიმართულებით გაიარეს. ესენია:

- სამელიორაციო სისტემების ექსპლუატაცია;
- ნიადაგის რწყვისა და დაშრობის რეჟიმის მართვა;
- ჰიდროსაგუშავოს მუშაობის ორგანიზება და მისი ელემენტების მართვა.

ჰიდრომელიორაციის სასერთიფიკატო პროგრამის თეორიულ ნაწილს გივი გავარდაშვილი - ინსტიტუტის დირექტორი ხელმძღვანელობდა, პრაქტიკულ ნაწილს კი - თამაზ ჩანქსელიანი - შპს „საქართველოს მელიორაციის“ საექსპლუატაციო ღონისძიებების დეპარტამენტის უფროსი.



ფოტო 46. გადამზადების კურსების გახსნისას. მარჯვნიდან, პროფ. თამაზ ბაციკაძე, შპს საქართველოს მელიორაციის გენერალური დირექტორი ოთარ შამუგია და პროფ. გივი გავარდაშვილი

**Photo 46. When opening retraining courses. From the right, Prof. Tamaz Batsikadze, General Director of Georgian Land Reclamation Ltd. Otar Shamugia and Prof. Givi Gavardashvili**  
**Фото 46. При открытии курсов переподготовки. Слева - проф. Тамаз Бацикадзе, генеральный директор «Мелиорация Грузии» Отар Шамугия и проф. Гиви Гавардашвили**

### ინტერვიუები

2019 წლის 26 ივლისს სტუ-ს რექტორმა, აკადემიკოს არჩილ ფრანგიშვილმა და სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორმა, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორმა, პროფესორ გივი გავარდაშვილმა ინტერვიუ მისცეს ტელეკომპანიებს „იმედს“ და 1-ელ არხს IX საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის "წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები" შესახებ, მიძღვნილი ინსტიტუტის 90 წლის იუბილესადმი. საერთაშორისო კონფერენციაში მონაწილეობა მიიღეს: პოლონეთის, ლატვიის, ბელარუსიის, სომხეთის, აზერბაიჯანის, რუსეთისა და სხვა ქვეყნების დელეგაციებმა.

### პრესაში ინსტიტუტის შესახებ

- 2019 წლის 25 ივლისს ჟურნალ „GEORGIA TODAY“-ში დაიბეჭდა სტატია სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მიერ ჩატარებულ IX საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის "წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები" შესახებ, მიძღვნილი ინსტიტუტის 90 წლის იუბილესადმი.



# International Conference 'Modern Problems of Water Management, Environmental Protection, Architecture and Construction'



**I**n relation with the 90th anniversary of establishment of the Tsothe Mirtskhulava Water Management Institute of the Georgian Technical University, on July 25-28, the 9th international conference 'Modern Problems of Water Management, Environmental Protection,

Architecture and Construction' will be held in the Niko Nikoladze conference hall of the Georgian Technical University.

Scientists and experts from 11 countries have already registered (from Georgia, Lithuania, Latvia, Russia, Belarus, Azerbaijan, Armenia, Poland, Spain, Portugal, and Italy).

The Conference will kick off on July 25, at 10:00 AM, in the Niko Nikoladze conference hall of the Georgian Technical University (Tbilisi, Kostava Street 77).

For more information, contact the Co-chair of the Organizing Committee of the 9th International Conference, the Director of the Tsothe Mirtskhulava Water Management Institute of the Georgian Technical University, Doctor of Technical Sciences, Professor Givi Gavardashvili.

E-mail: [givi\\_gava@yahoo.com](mailto:givi_gava@yahoo.com); [gwmil929@gmail.com](mailto:gwmil929@gmail.com);

Tel: 2 22 4094; Mobile: 593 153 470



საქართველოს წყალთა მენეჯმენტის ინსტიტუტი  
GEORGIAN WATER MANAGEMENT INSTITUTE  
1929

ფოტო 47. სტატია ჟურნალ „GEORGIA TODAY“-ში  
Photo 47. Article in the magazine "GEORGIA TODAY"  
Фото 47. Статья в журнале „GEORGIA TODAY“



### ინსტიტუტის საბრანტო საქმიანობა

ინსტიტუტში 2019 წელს მუშავდება შ. რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფუნდამენტური კვლევებისათვის სახელმწიფო სამეცნიერო გრანტების 2017 წლის კონკურსში გამარჯვებული 1 გრანტი - FR 17-615 „მოწყვლადი ინფრასტრუქტურის უსაფრთხოების რისკების თეორიული კვლევა მოსალოდნელი კატასტროფების ფორმირებისას“ (ხელმძღვანელი - ტექნ. მეცნ. დოქტ. გივი გავარდაშვილი) და გამოყენებითი კვლევებისათვის სახელმწიფო სამეცნიერო გრანტების 2018 წლის კონკურსში გამარჯვებული 2 გრანტი - AR-18-1244 „ღვარცოფსარეგულაციო ელასტიკური ბარაჟი“ (ხელმძღვანელი - ტექნ. მეცნ. დოქტ. ედუარდ კუხალაშვილი) და AR-18-1491 „თანამედროვე ღვარცოფსაწინააღმდეგო კონსტრუქციის ეფექტურობის და საიმედოობის შეფასება მდინარე მლეთისხევის ღვარცოფსადინარის მაგალითზე“ (ხელმძღვანელი - ტექნ. აკად. დოქტ. გოგა ჩახაია).

### ჯილდოები

- 2019 წლის 25 ივლისს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორმა, რიაზანის სახელმწიფო აგროტექნოლოგიური უნივერსიტეტის სოფლის მეურნეობის ეკონომიკის დეპარტამენტის პროფესორმა იური მაჟაისკიმ პროფესორ გივი გავარდაშვილს, სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დაარსებიდან 90 წლის იუბილესთან დაკავშირებით, გადასცა ა.ნ. კოსტიაკოვის სახელობის ოქროს მედალი.



ფოტო 48 - 49. მედლის გადაცემისას  
Photo 48 - 49. When handing over a medal  
Фото 48 - 49. При вручении медали

- 2019 წლის 2 ნოემბერს ინსტიტუტის დირექტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი უკრაინის აგრარულ მეცნიერებათა ეროვნულმა აკადემიამ დააჯილდოვა მედლით უკრაინულ-ქართულ აგრარულ მეცნიერებათა განვითარებაში შეტანილი წვლილისთვის.





ფოტო 50. უკრაინის აკადემიის დიპლომი  
Photo 50. Diploma of the Ukrainian Academy  
Фото 50. Диплом Украинской Академии

### სამეცნიერო საქმიანობა

- 2019 წლის 25 იანვარს ინსტიტუტის დირექტორი პროფესორი გივი გავარდაშვილი საქართველოს ხარისხის განვითარების ეროვნული ცენტრის ბრძანების საფუძველზე მონაწილეობდა სამაგისტრო-სასწავლო პროგრამის „ნიადაგებისა და წყლის რესურსების ინჟინერიის“ აკრედიტაციის კომისიაში ექსპერტად. სასწავლო პროგრამის ხელმძღვანელსა და აკადემიის პერსონალთან შეხვედრისას გამოიკვეთა პროგრამის დადებითი და უარყოფითი მხარეები, რაც აისახა შესაბამის ოფიციალურ დასკვნაში.

---

---

**CHRONICLE**  
**INFORMATION ABOUT TSOTNE MIRTSKHULAVA**  
**WATER MANAGEMENT INSTITUTE OF**  
**GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY**  
**2019**

In the institute, which is established in 1929, work 71 collaborators, among them 54 % are scientific worker, 1 - academician, head of agricultural department of Georgian National Scientific Academy, 4 – engineering academy, 6 – doctor of sciences, 28 – acad. doctor, 4 – PhD student and 1 master student.

**THE SCIENTIFIC RESEARCH ACTIVITY OF THE INSTITUTE**

- ❖ There are published about 60 article, 1 monograph and 2 book by institute collaborates during 2019;
- ❖ In the institute are working out the scientific theme with program financing „The Research of Water Management and Environmental Protection on the Background of Climate Change" (Head of Theme, professor Givi Gavardashvili) with 6 scientific direction, which is actual for scientific treatment of environmental protection measures on the background of frequent natural disaster in the country;
- ❖ In 2019 have been published 2 scientific collected papers: materials of VIII international conference and follow - №74 scientific collected papers.

**THE SCIENTIFIC RELATIONSHIP OF THE INSTITUTE**

**Georgia**

- On January 16-17, 2019 The II International Symposium "Earthquake Resistance and Engineering Seismology was opened at the Georgian Technical University" which dedicated to the 100th anniversary of Professor Giorgi Kartsivadze. The event was organized by the Faculty of Civil Engineering of the Georgian Technical University and the Georgian Academy of Engineering. The topics of the symposium were: Geology and Engineering Seismology; Theoretical and experimental research on seismic resistance of buildings and engineering structures; Perfection of seismic norms; Consequences of devastating earthquakes, restoration of buildings; Applied Mechanics. Participated in the work of the symposium senior scientific worker of department of reclamation system and expertise of Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, Doctor of economic Martin Vartanov and senior scientific worker of department seas and water reservoirs, doctor technical sciences Eduard Kukhalashvili.
- On February 6, 2019 The sitting of the Interagency Commission on Natural Resources Protection and Rational Use was held at the Georgian National Academy of Sciences on the topic: "Land Erosion in Georgia and Urgent Works" director of institute, doctor of technical sciences, professor Givi Gavardashvili delivered a speech at the commission meeting on the topic: "Preparation of the State Soil Erosion Program of Georgia (2020-2035) taking into account climate change" (**Photo 1-2**).
- On February 15, 2019 The Hungarian Embassy in Georgia hosted a business forum on "The Importance of Water Resources in Rural and Urban Development" After the forum, the director of institute, doctor of technical sciences, professor Givi Gavardashvili met with the Ambassador

Extraordinary and Plenipotentiary of Hungary to Georgia, Mrs. Victoria Horvat (**Photo 3**).

- On February 23, 2019 Irma Kuparashvili, Chief Specialist of the Institute, successfully defended her doctoral dissertation on the topic "Assessment of the saline area of the Alazani Valley in the light of climate change and development of innovative engineering measures for their desalination" at the Department of Hydroengineering, Faculty of Civil Engineering, GTU. The scientific supervisor was director of institute, doctor of technical sciences, Professor Givi Gavardashvili (**Photo 4**).
- On March 25, 2019 in Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University were Dr. Jenien Mitchell Komersoglu (USA) and Tornike Bubashvili, Environmental Expert, involved in the UNDP project "KURA II". During the meeting were discussed the issues of holding a joint international conference on the basis of the Institute (**Photo 5-6**).
- On June 28, 2019 director of Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, doctor of technical sciences, professor Givi Gavardashvili had a working meeting with professors from California State University, the International Center for Water Technology and the Center for Irrigation Technology, Gava Gorohu and Bill Erisian, and Mr. Demna Dzirkvadze, an employee of the US Embassy in Tbilisi. The purpose of the meeting was to discuss future scientific research plans (**Photo 7**).
- On December 18, 2019 in the Assembly Hall of Dusheti Municipality City Hall Shota Rustaveli Georgian National Science Foundation Fundamental Grant Project # FR17\_615 "Assessment of Vulnerability Infrastructure Safety Risks in the Formation of Upcoming Disasters" was held. Identify risk zones and assess the rules of conduct of the population in an emergency situation". The grant project was presented to the audience by the head of the grant project, Prof. Givi Gavardashvili. The meeting was attended by more than 50 representatives of 12 organizations. Among them: Mtskheta-Mtianeti State Representative Shalva Kereselidze, Dusheti Municipality Mayor Zurab Sekhniashvili, Tianeti Municipality Mayor Tamaz Mechiauri, Mtskheta Municipality Mayor Giorgi Kapanadze (**Photo 8-10**).

### Abroad

- On January 3-30, 2019 Director of Tsoetne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, doctor of technical sciences, professor Givi Gavardashvili was in his working visit in Warsaw by invitation of vice-rector of Warsaw University of Life Sciences, professor Mikhail Zasada. Givi Gavardashvili as a invited professor were given lectures in undergraduate and doctoral groups in engineering and environment (**Photo 11-12**).

On January 3, 2019 professor Givi Gavardashvili met Dean of the Faculty of Civil Engineering and Environment of the same University, Dr., Professor Eugeniusz Koda, Head of the Department of Reclamation, Dr., Professor Jerzy Jeznach, Professor Yan Szatyłowicz. During the meeting, they were introduced to the achievements of the Institute and its great role in the South Caucasus region (**Photo 13**).

On January 8-9, 2019 director of institute, doctor of technical sciences, professor Givi Gavardashvili Met with the Dean of the Faculty of Technology of the Lublin University of Life Sciences, Professor Andrzej Varczuk, Head of the Department of Engineering Ecology and

Geodesy of the same University, Professor Krzysztof Józwiakowski. The meeting was attended by Professor Jerzy Jeznach (Warsaw) and scientific workers of faculty. During the meeting was discussed future scientific-research cooperation (**Photo 14**).

On January 10, 2019 Professor Givi Gavardashvili met with the Vice-Rector for International Affairs of the Warsaw University of Life Sciences, Professor Michal Zasada (**Photo 15**).

On January 16, 2019 director of institute, doctor of technical sciences, Professor Givi Gavardashvili met the head of the Hydraulics Laboratory of the Warsaw University of Life Sciences, Professor Slavomir Bajkovsky, who toured the laboratory (**Photo 16**).

- On May 15-17, 2019 director of Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, doctor of technical sciences, professor Givi Gavardashvili Was on a business trip to France. In May 15, at the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), he met with Professor Alice Aurel, Head of the Department of Underground Systems and Renewal, and Associate Professor, Dr. Irina Pavlova (**Photo 17-19**).
- From May 19 to 8 June, 2019 director of Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, doctor of technical sciences, Professor Givi Gavardashvili was in his business trip in Warsaw (Poland) as invited professor by invitation of the Warsaw University of Life Sciences.
- On June 4, 2019 professor Givi Gavardashvili had meeting to Professor Leopold Kruszka of Warsaw University of Military Technology; to the Dean of the Faculty of Civil Engineering, Czestochowa University of Technology, Dr., Professor Maciej Major, Vice-Dean, Professor Małgorzata Ulewicz and Professor Adam Ujma. They were discussed Possibilities of NATO project and international scientific cooperation (**Photo 18**).
- On June 13, 2019 Professor Givi Gavardashvili attended the University of Barcelona, which is a member of various international university associations. For example, the Association of European Universities, the League of European Research Universities, the Association of Mediterranean Universities and many more. During the negotiations with colleagues, I discussed the preparation of a joint program of scientific exchange between the Institute and the University within the framework of ES ERASMUS + and realization of international grant projects.

### **PARTICIPATION IN THE INTERNATIONAL AND REPUBLIC CONFERENCES AND FORUMS**

#### **Georgia:**

- On April 19-21, 2019 The VII Interdisciplinary Conference of Young Scientists was held at Akaki Tsereteli State University, organized by the Council of Young Scientists of the Georgian National Academy of Sciences and the Young Scientists Development Fund. • The youth conference was held in the following fields of science: Humanities; Social and economic sciences; Engineering and Technology; Medicine and healthcare; Agrarian Sciences. The conference was quite appreciated. The organizing committee selected only the best theses according to the directions. The conference fully met the modern requirements, both locally and internationally - an important activity in the field of youth priority in the scientific community. Young scientists of the Institute, members of the Council of Young Scientists of the Georgian National Academy of Sciences Marine Shavlakadze and Tamriko Supatashvili took an active part in organizing the conference. Representatives of twelve higher education institutions and

eight scientific-research institutions of Georgia participated in it. At the conference participated PhD students of institutes Nana Beraia, Ketevan Dadiani, Khatuna Kiknadze, Lika Maisaia and scientists of the Institute (**Photo 21-22**).

- On July 25-27, 2019 N. Nikoladze Hall of GTU was held The IX International Scientific-Technical Conference "Modern Problems of Water Management, Environment, Architecture and Construction" dedicated to the 90th anniversary of the Institute. The conference was opened by the Rector of the Georgian Technical University Prof. Archil Prangishvili. Professors: Givi Gavardashvili, Otar Natishvili, Hovhannes Tokmajyan, Jerzy Sobota and others delivered welcoming speeches (**Photo 23-28**).

Delegations of scientists from Poland, Lithuania, Latvia, Belarus, Armenia, Azerbaijan, Russia and other countries congratulated the Tsoetne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University on its anniversary.

### Abroad

- On January 30-31, 2019 an international conference on "Economic Geology and Ecological Problems" was held in Istanbul, Turkey, on which the section was chaired by GTU Ts. Director of Mirtskhulava Water Management Institute Tech. Sci. Doctor, Professor Givi Gavardashvili, He also made a report - "Use of Capra methodology for critical condition and risk analysis of Zhinvali dam", for which he was awarded the certificate for the best presentation (**Photo 29-30**).
- On May 16-17, 2019 an international conference on "Environmental and Environmental Engineering" was held in Paris, chaired by Professor Givi Gavardashvili. He delivered a report on "Raising the level of environmental awareness of the population living in the flood risk zone in case of a possible accident of the Zhinvali land dam and developing precautionary measures" (**Photo 31**).
- On June 11-12, 2019 in Barcelona (Spain) director of Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, doctor of technical sciences, Professor Givi Gavardashvili participated in the International Scientific Conference, where he delivered a speech- "Calculation of the average and maximum velocity of the avalanche generated by the wave overflow on the Zhinvali land dam." He chaired the Construction and Environmental Engineering Section. The conference was organized by WASET (**Photo 32-33**).
- On August 6-7, 2019 PhD student of the Tsoetne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, scientific worker of reclamation department Khatuna Kiknadze was at the International Conference on Agricultural Science Technology and Engineering in Amsterdam, the Netherlands, and delivered a report entitled "Approximate Assessment of Environmental Irregularities Related to Surface Irrigation" by financial support of Shota Rustaveli Georgian Scientific Foundation as the winner of grant competition of mobility and international measures - MG-TG-19\_2447 (**Photo 34**).
- On November 4-6, 2019 an international seminar was held in Budapest (Hungary) with the support of UNECE - "Transboundary Water Pollution Prevention - Contingency Planning, Early Warning and Mitigation", in which participated director of Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, doctor of technical sciences, Professor Givi Gavardashvili. Many important meetings were held during the seminar, including with a representative of the Hungarian Ministry of Internal Affairs, Mr. Peter Kolach (**Photo 35**).

- On December 4-9, 2019 The XVI International Scientific-Technical Conference - Materials and Energy Saving Technologies was held at Czestochowa Technological University. Director of Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, doctor of technical sciences, professor Givi Gavardashvili was chairman of the one section. He delivered a speech at the conference: "Innovative Trampoline-type flood prevention facility and development of methodology for its design" (**Photo 36-38**).
- On December 11-14, 2019 director of Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, doctor of technical sciences, professor Givi Gavardashvili and senior scientific worker of seas and water reservoirs department doctor of technical sciences Eduard Kukhalashvili were in Rome, Italy, where they participated in the International Scientific Conference - XIII International Conference on Environmental, Biological, Environmental Sciences and Engineering. Professor Givi Gavardashvili delivered a speech at the conference "Determining the contours of the flooded areas as a result of a possible dam on the Zhinvali (Georgia) dam and calculating the hydrodynamic parameters of the dam breaking wave", also chaired the "Construction and Environmental Engineering" section of the conference. The conference was organized by WASET (**Photo 39-42**).

#### THE COLLABORATION MEMORANDUMS OF INSTITUTE

- On January 18, 2019 director of institute, doctor of technical sciences, professor Givi Gavardashvili and Dean of the Faculty of Civil Engineering and Environment of the Institute of Life Sciences, Warsaw University, Dr., Professor Eugenius Koda was signed an agreement between the two organizations on the exchange of young scientists and the preparation of joint international grant projects (**Photo 43**).
- On December 11, 2019, the director of the institute, Doctor of Technical Sciences, Professor Givi Gavardashvili and the Dean of the Faculty of Civil Engineering of the Czestochowa Technological University, Doctor of Technical Sciences, Professor Maciej Major signed a memorandum of cooperation at the University.  
The memorandum provides for international cooperation of young scientists, students and teachers both within the framework of the Erasmus + program and joint preparation of scientific projects (**Photo 44-45**).

#### TEACHING-SCIENTIFIC ACTIVITY

- On March 13, 2019 Georgian Melioration Ltd and Georgian Technical University have developed a hydro melioration certificate program. The aim of the project is to train reclamation staff, raise the interest of young people in the reclamation system and attract them to the company.  
Within the framework of the program, 52 employees of "Georgian Melioration" Ltd. are undergoing intensive theoretical and practical courses. Employees of the system undergo training in three main areas. these are:
  - Operation of reclamation systems;

- Management of soil irrigation and drying regime;
- Organizing the work of the hydro checkpoint and managing its elements.

The theoretical part of the hydromelioration certificate program is supervised by Givi Gavardashvili - Ts. The director of the Mirtskhulava Water Management Institute, and the practical part is supervised by Tamaz Chankseliani - Head of the Operational Measures Department of the Georgian Land Reclamation Ltd (**Photo 46**).

### INTERVIEWS

- On July 26, 2019, GTU Rector, Academician Archil Prangishvili and Director of the Institute, Professor Givi Gavardashvili gave an interview to Imedi TV and Channel 1 on the IX International Scientific-Technical Conference "Modern Problems of Water Management, Environment, Architecture and Construction", which was dedicated to the 90th anniversary of the Institute.

Delegations from Poland, Latvia, Belarus, Armenia, Azerbaijan, Russia and other countries took part in the five-day international conference.

### IN THE PRESS ABOUT THE INSTITUTE

- On July 25, 2019, an article was published in the magazine "GEORGIA TODAY" about the IX International Scientific-Technical Conference "Modern Problems of Water Management, Environment, Architecture and Construction" organized by the Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of GTU, which was dedicated to the 90th anniversary of the Institute (**Photo 47**).

### THE GRANT PROJECT ACTIVITY OF INSTITUTE

- In 2019, the Institute will develop 1 grant - winner of the 2017 competition of state scientific grants for fundamental research of the Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia - FR 17-615 "Theoretical study of the security risks of vulnerable infrastructure in the event of catastrophes" (Head of the project - Dr. Givi Gavardashvili), and 2 Grants - Winner of the State Scientific Grants Competition for applied Research 2018 - AR-18-1244 " Mud-flow regulating elastic barrage" (Head of the project - Dr. Eduard Kukhalashvili) and AR-18-1491 "Evaluation of the Effectiveness of Modern Flood Design and On the example "(Head of the project - PhD. Goga Chakhaia).



### AWARDS

- On July 25, 2019, doctor of agricultural sciences, Professor of Department of Agricultural Economics, Ryazan State Agricultural University Yuri Mazhaiski handed over to Professor Givi Gavardashvili A.N. Kostyakov Gold Medal on the occasion of the 90th anniversary of the Tsothe Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University (**Photo 48-49**).
- On November 2, 2019 director of Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, doctor of technical sciences, professor Givi Gavardashvili awarded by the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine with a medal for his contribution to the development of Ukrainian-Georgian agrarian sciences (**Photo 50**).

### EXPERT ACTIVITIES

- On January 25, 2019 director of institute, doctor of technical sciences, professor Givi Gavardashvili based on the order of the National Center for Quality Development of Georgia, participated in the accreditation commission of the Master's program "Soil and Water Resources Engineer" as an expert. During the meeting with the head of the training program and the staff of the academy, the pros and cons of the program were revealed, which was reflected in the relevant official report.

---

---

## ХРОНИКА

### ИНФОРМАЦИЯ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНСТИТУТА ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ИМ. ЦОТНЕ МИРЦХУЛАВА ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА 2019 год

Институт водного хозяйства был основан в 1929 году. В настоящее время в Институте работает 71 сотрудника, среди которых научные сотрудники составляют 54%. Научный персонал Института включает: 1 - академик – зав. отделом сельского хозяйства Национальной АН Грузии, 4 - академика инженерной академии, 6 - докторов наук, 28 – академических докторов наук, 4 – докторанта, 1 – магистрант.

#### НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИНСТИТУТА

- ◆ В периодических изданиях 2019 года научными сотрудниками Института было опубликовано до 60 статей, 2 монографии и 1 учебник;
- ◆ В Институте разрабатывается финансируемая научно-программная тема «Исследование современных проблем защиты водных ресурсов и окружающей среды с учетом изменения климата» (научный руководитель темы профессор Гиви Гавардашвили). Тема состоит из 6-ти научных разделов, которые являются актуальными с точки зрения участвовавших природных катастроф в стране и научной обработки мероприятий по охране окружающей среды;
- ◆ В 2019 году Институт издал 2 сборника научных трудов: сборник научных докладов IX международной конференции и очередной - сборник научных трудов №74.

#### НАУЧНЫЕ СВЯЗИ ИНСТИТУТА

##### Грузия

- 16-17 января 2019 года в Грузинском техническом университете открылся II Международный симпозиум «Сейсмостойкость и инженерная сейсмология», посвященный 100-летию профессора Георгия Карцивадзе. Мероприятие было организовано инженерно-строительным факультетом Грузинского технического университета и Грузинской инженерной академией. Тематами симпозиума были: геология и инженерная сейсмология; теоретические и экспериментальные исследования сейсмостойкости зданий и инженерных сооружений; совершенствование сейсмических норм; последствия разрушительных землетрясений, реставрация-реконструкция зданий; прикладная механика. В симпозиуме принял участие старший научный сотрудник отдела мелиоративных систем и экспертизы водного хозяйства, доктор экономических наук Мартин Вартанов и доктор технических наук, старший научный сотрудник отдела водохранилищ и моря Эдуард Кухалашвили.
- 6 февраля 2019 года в Национальной академии наук Грузии состоялось заседание Межведомственной комиссии по охране и рациональному использованию природных ресурсов на тему: «Эрозия земель в Грузии и неотложные работы». Директор Института

доктор техн. наук, профессор Гиви Гавардашвили выступил с докладом по теме: «Подготовка Государственной программы эрозии почв Грузии с учетом изменения климата (2020-2035 г.г.)» (**Фото 1-2**).

- 15 февраля 2019 года в Посольстве Венгрии в Грузии прошел бизнес-форум на тему «Значение водных ресурсов в развитии сел и городов». После форума директор Института, проф. Гиви Гавардашвили встретился с чрезвычайным и полномочным послом Венгрии в Грузии госпожой Викторией Хорват (**Фото 3**).
- 23 февраля 2019 года главный специалист Института Ирма Купарашвили успешно защитила докторскую диссертацию на кафедре гидротехники инженерно-строительного факультета ГТУ на тему «Оценка засоленной территории Алазанской долины с учетом изменения климата». Научным руководителем диссертации был директор Института, доктор техн. наук, профессор Гиви Гавардашвили (**Фото 4**).
- 25 марта 2019 года Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ посетили эксперт проекта в рамках UNDP «KURA II» трансграничных стран доктор Джениэн Митчелл Комерсоглу (США) и эксперт по окружающей среде Торнике Бубашвили. В ходе встречи обсуждались вопросы проведения совместной международной конференции на базе Института (**Фото 5-6**).
- 28 июня 2019 г. директор Института проф. Гиви Гавардашвили провел рабочую встречу с профессорами Международного центра водных технологий и Центра ирригационных технологий Калифорнийского государственного университета - Гава Гороху и Билл Эрисианом, а также г-ном Демной Дзирквадзе сотрудником посольства США в Тбилиси. Целью встречи было обсуждение будущих научно-исследовательских планов (**Фото 7**).
- 18 декабря 2019 года в актовом зале муниципалитета г. Душети в рамках фундаментального грантового проекта Национального научного фонда Грузии имени Шота Руставели № FR17\_615 «Оценка рисков безопасности уязвимой инфраструктуры при формировании ожидаемых катастроф» был проведен воркшоп на тему «Определение зоны риска и оценка правил поведения населения в чрезвычайной ситуации».  
Грантовый проект аудитории представил руководитель проекта проф. Гиви Гавардашвили. На встрече приняли участие более 50 представителей 12 организаций. Среди них: государственный уполномоченный Мцхета-Мтианети Шалва Кереселидзе, мэр муниципалитета г. Душети Зураб Сехниашвили, мэр муниципалитета Тианети Тамаз Мечиаури, мэр муниципалитета Мцхета Георгий Капанадзе (**Фото 8-10**).

### **За рубежом**

- 3-30 января 2019 г. директор Института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили посетил Варшаву с рабочим визитом по приглашению проректора Варшавского университета естественных наук профессора Михаила Засада. Гиви Гавардашвили в качестве приглашенного профессора читал

---

лекции в Варшавском университете в студенческих и докторских группах в области инженерии и окружающей среды (**Фото 11-12**).

3 января профессор Гиви Гавардашвили встретился с деканом факультета гражданского строительства и охраны окружающей среды того же университета доктором, профессором Евгениусом Кода, заведующим отделом мелиорации доктором, профессором Ержи Езнахом, профессором Яном Сзатиловичем. Во время встречи они были ознакомлены с достижениями Института и его большой ролью в регионе Южного Кавказа (**Фото 13**).

8-9 января 2019 года директор Института профессор Гиви Гавардашвили встретился с деканом технологического факультета Люблинского университета естественных наук профессором Анджеем Варчук и с заведующим кафедрой инженерной экологии и геодезии того же университета. На встрече присутствовали профессор Эржи Эзнах (Варшава) и научные сотрудники факультета. В ходе встречи обсуждались вопросы будущего научно-исследовательского сотрудничества (**Фото 14**).

10 января 2019 года профессор Гиви Гавардашвили встретился с проректором по международным связям Варшавского университета естественных наук профессором Михаилом Засадой (**Фото 15**).

16 января 2019 профессор Гиви Гавардашвили встретился с руководителем лаборатории гидравлики Варшавского университета естественных наук профессором Славомиром Байковским, который осмотрел лабораторию (**Фото 16**).

- 15-17 мая 2019 года директор Института профессор Гиви Гавардашвили находился с деловой поездкой во Франции. 15 мая в Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО) он встретился с руководителем отдела по изучению и обновлению подземных систем профессором Алисе Оурелом и с руководителем отдела по уменьшения риска геологической опасности, ассоциированным профессором, доктором Ириной Павловой (**Фото 17-19**).

- С 19 мая по 8 июня 2019 г. по приглашению Варшавского университета по изучению естественных наук, директор Института профессор Гиви Гавардашвили находился в командировке в Варшаве в качестве приглашенного профессора.

4 июня 2019 года профессор Гиви Гавардашвили встретился с профессором Леопольдом Крушкой Варшавского Военно-технического университета, деканом факультета гражданского строительства Ченстоховского технологического университета профессором Мацей Мейджором, заместителем декана профессором Малгожата Улевицем и профессором Адам Уймой. Обсуждались возможности проекта НАТО и международного научного сотрудничества (**Фото 20**).

- 13 июня 2019 г. проф. Гиви Гавардашвили посетил Барселонский университет, который является членом различных международных университетских ассоциаций. Например, Ассоциация Европейских университетов, Лига Европейских исследовательских университетов, Ассоциация средиземноморских университетов и многие другие. На переговорах с коллегами обсуждались вопросы подготовки совместных программ научного обмена между Институтом и Барселонским Университетом в рамках ERASMUS + и реализации международных грантовых проектов.

УЧАСТИЕ В МЕЖДУНАРОДНЫХ И РЕСПУБЛИКАНСКИХ  
КОНФЕРЕНЦИЯХ И ФОРУМАХ

**Грузия:**

- 19-21 апреля 2019 г. в Государственном университете имени Акакия Церетели прошла VII Междисциплинарная конференция молодых ученых, организованная Советом молодых ученых Национальной академии наук Грузии и Фондом развития молодых ученых. Молодежная конференция проводилась по направлениям: гуманитарные, социально-экономические, точные и естественные науки; техника и технологии; медицина и здравоохранение; аграрные науки. Конференция получила высокую оценку. Оргкомитет отобрал только лучшие тезисы. Конференция полностью отвечала современным требованиям как на местном, так и на международном уровне – активность молодежи в научном сообществе.

В организации конференции активное участие приняли молодые ученые Института, члены Совета молодых ученых Национальной академии наук Грузии Марине Шавлакадзе и Тамрико Супаташвили. В нем приняли участие представители двенадцати высших учебных заведений и восьми научно-исследовательских институтов Грузии, а также докторанты Института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава - Нана Берая, Кети Дадиани, Хатуна Кикнадзе, Лика Майсая и сотрудники Института (**Фото 21-22**).

- 25-27 июля 2019 г. в зале ГТУ им. Н. Николадзе проведена IX Международная научно-техническая конференция «Современные проблемы водного хозяйства, охраны окружающей среды, архитектуры и строительства», посвященная 90-летию Института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава. Конференцию открыл ректор Грузинского технического университета академик Арчил Прангишвили. С приветственными речами выступили профессора: Гиви Гавардашвили, Отар Натишвили, Оганес Токмаджян, Ержи Собота и другие (**Фото 23-28**).

Научные делегации из Польши, Литвы, Латвии, Беларуси, Армении, Азербайджана, России и других стран поздравили Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава с юбилеем.

**За рубежом**

- 30-31 января 2019 г. в Стамбуле (Турция) прошла Международная конференция «Экономическая геология и проблемы экологии» под председательством директора Института профессора Гиви Гавардашвили. Он выступил с докладом «Использование методологии «Сарга» для анализа критического состояния и рисков Жинвальской плотины», за что был награжден сертификатом за лучшую презентацию (**Фото 29-30**).
- 16-17 мая 2019 года в Париже под председательством профессора Гиви Гавардашвили прошла Международная конференция «Экологическая и природозащитная инженерия». Он выступил с докладом на тему «Повышение экологической осведомленности населения, проживающего в зоне риска наводнений, в случае возможной аварии земляной плотины Жинвали и разработка мер предосторожности» (**Фото 31**).
- 11-12 июня 2019 г. в Барселоне (Испания) директор Института профессор Гиви Гавардашвили принял участие в Международной научной конференции, где выступил с докладом «Расчет средней и максимальной скорости сели, вызванной перелива волн на

---

земляной плотине Жинвали». Он был председателем секции «Строительство и экологическая инженерия». Конференция была организована WASET (Фото 32-33).

- 6-7 августа 2019 докторант Института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава научный сотрудник отдела мелиорации земель Хатуна Кикнадзе при финансовой поддержке научного фонда им. Ш. Руставели по программе гранта MG-TG-19\_2447 была в Амстердаме (Нидерланды) на Международной конференции «Технологии сельскохозяйственных наук и инженерии», где выступила с докладом «Приближенная оценка нарушений окружающей среды, связанных с поверхностным орошением» (Фото 34).
- 4-6 ноября 2019 года в Будапеште (Венгрия) при поддержке UNECE прошел Международный семинар «Превенция трансграничного загрязнения воды - планирование непредвиденных случаев, раннее предупреждение, смягчение последствий», в котором принял участие директор Института проф. Гиви Гавардашвили. Во время встречи были проведены важные встречи, в том числе с г-ном Петером Колач - представителем Министерства внутренних дел Венгрии (Фото 35).
- 4-9 декабря 2019 года в Ченстоховском технологическом университете (Польша) прошла XVI Международная научно-техническая конференция «Материалы и энергосберегающие технологии». Директор Института доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили возглавил одну из секций конференции. На конференции он выступил с докладом: «Инновационное противоселевое защитное сооружение трамплинного типа и разработка методики его проектирования» (Фото 36-38).
- 11-14 декабря 2019 года директор Института доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили и старший научный сотрудник отдела водохранилищ и моря, доктор технических наук Эдуард Кухалашвили посетили Рим (Италии), где приняли участие в XIII Международной конференции «Защита окружающей среды, биологические и экологические науки и инженерия». Профессор Гиви Гавардашвили выступил с докладом «Определение контуров территорий, затопляемых в результате возможной аварии плотины Жинвали (Грузия) и расчет гидродинамических параметров волны прорыва», он также председательствовал секцией «Инженерия строительства и охраны окружающей среды». Конференция была организована WASET (Фото 39-42).

### МЕМОРАНДУМЫ ИНСТИТУТА О СОТРУДНИЧЕСТВЕ

- 18 января 2019 года директор Института доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили и декан факультета гражданского строительства и охраны окружающей среды Варшавского университета естественных наук доктор Евгениус Кода подписали договор о сотрудничестве по обмену молодых ученых и подготовке совместных международных грантовых проектов (Фото 43).
- 11 декабря 2019 года доктор технических наук профессор Гиви Гавардашвили и декан факультета строительства Ченстоховского Технологического университета профессор Мацей Майор подписали меморандум о сотрудничестве молодых ученых, студентов и профессоров под эгидой программы «Erasmus+», а также о совместной подготовке научных проектов (Фото 44 – 45).

### НАУЧНО–ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

- 13 марта 2019 года компания «Мелиорация Грузии» и Грузинский технический университет разработали программу сертификации гидромелиоративных работ. Цель проекта - обучить мелиоративный персонал, повысить интерес молодежи к мелиоративной системе и привлечь их в компанию.

В рамках программы 52 сотрудника ООО «Мелиорация Грузии» проходят интенсивные теоретические и практические курсы по трем основным направлениям:

- Эксплуатация мелиоративных систем;
- Управление режимом орошения и осушения почвы;
- Организация работы гидропоста и управление его элементами.

Руководитель теоретической части программы сертификатов гидромелиорации - Гиви Гавардашвили, а практическую часть курирует Тамаз Чанкселиани - начальник департамента эксплуатационных мероприятий «Мелиорация Грузии» (Фото 46).

### ИНТЕРВЬЮ

- 26 июля 2019 года ректор ГТУ, академик Арчил Прангишвили и директор Института профессор Гиви Гавардашвили дали интервью телеканалу «Имеди» и «Первому каналу» по IX Международной научно-технической конференции «Современные проблемы водного хозяйства, охраны окружающей среды, архитектуры и строительства», посвященной юбилею 90-летия Института. В международной конференции приняли участие делегации из Польши, Латвии, Беларуси, Армении, Азербайджана, России и других стран.

### В ПРЕССЕ ОБ ИНСТИТУТЕ

- 25 июля 2019 года в журнале „GEORGIA TODAY“ опубликована статья по IX Международной научно-технической конференции «Современные проблемы водного хозяйства, охраны окружающей среды, архитектуры и строительства», посвященной юбилею 90-летия Института (Фото 47).

### ГРАНТОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИНСТИТУТА

- В 2019 году в Институте разрабатывается грант FR 17-615 по фундаментальным исследованиям Национального научного фонда Грузии имени Шота Руставели - «Теоретическое исследование рисков безопасности уязвимой инфраструктуры при возникновении ожидаемых бедствий» (руководитель – доктор техн. наук, проф. Гиви Гавардашвили) и 2 гранта по прикладным исследованиям - AP-18-1244 «Селерегилирующий эластичный барраж» (руководитель – доктор техн. наук, проф. Эдуард Кухалашвили) и AP-18-1491 «Оценка эффективности и надежности современных противоселевых сооружений на примере реки Млетис-хеви» (руководитель – акад. докт. Гога Чахая).



### НАГРАДЫ

- 25 июля 2019 года доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экономики сельского хозяйства Рязанского государственного агротехнологического университета Юрий Мажайский к 90-летию основания Института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава передал профессору Гиви Гавардашвили Золотую медаль им. А.Н. Костякова (Фото 48 – 49).
- 2 ноября 2019 г. директор Института профессор Гиви Гавардашвили за вклад в развитие украинско-грузинской аграрной науки был награжден медалью Национальной академии аграрных наук Украины (Фото 50).

### ЭКСПЕРТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

- 25 января 2019 года директор Института профессор Гиви Гавардашвили на основании приказа Национального центра развития качества Грузии принял участие в Комиссии по аккредитации магистранской программы «Инженерия почв и водных ресурсов». В ходе встречи с руководителем учебной программы и коллективом академии были выявлены плюсы и минусы программы, которые нашли отражение в соответствующем официальном отчете.

ავტორთა საძიებელი

აგაევი ი. ....	9	კუპრეიშვილი შ. ....	93
ალიევი ვ. ....	15	კუხალაშვილი ე. ....	100
აჰმადოვი ბ. ....	9	ლომიშვილი მ. ....	130
ბერაია ნ. ....	100	ლორთქიფანიძე ფ. ....	119
ბზიავა კ. ....	30	ლეჟავა ი. ....	30
ბილანიშვილი ლ. ....	51	მაისაია ლ. ....	100
ბონდარენკო ვ. ....	134	მებონია ნ. ....	19, 130
ბუტულაშვილი თ. ....	38	მეფარიშვილი ნ. ....	30
გაგომიძე გ. ....	108	მიგინეიშვილი ჯ. ....	24
გავარდაშვილი გ. ....	100	მუსლუმოვი ა. ....	9
გლუნჩაძე მ. ....	65, 83	ნატროშვილი გ. ....	51, 65
გუბელაძე დ. ....	19	ნიბლაძე ნ. ....	38, 119
გუგუჩია მ. ....	24	რამაზანლი ზ. ....	15
დადიანი ქ. ....	38, 100	როყვა ქ. ....	130
დენისოვა ი. ....	30	სამადაშვილი მ. ....	108
დიაკონიძე ბ. ....	38, 119	სამხარაძე ვ. ....	113
დიაკონიძე რ. ....	38, 119	სიჭინავა პ. ....	93
ვართანოვი მ. ....	88	სუპატაშვილი თ. ....	93, 125
ვახტანგიშვილი გ. ....	24	ტოკლიკიშვილი ლ. ....	122
ზეინალოვი ტ. ....	9	ტოკმაჯიანი ვ. ....	116
თოფურია ე. ....	125	ფანჩულიძე ჯ. ....	38, 119
ილიასოვი ა. ....	134	ფოცხვერია დ. ....	51
იმანოვი ფ. ....	45	ქუფარაშვილი ი. ....	122
იორდანიშვილი ი. ....	51, 65	შავლაყაძე მ. ....	38, 119
იორდანიშვილი კ. ....	51, 65	შტავადკერი მ. ....	134
ირემაშვილი ი. ....	65, 100	შურღაია ვ. ....	88
ისმაილოვი რ. ....	45	ჩახაია გ. ....	125
იტრიაშვილი ლ. ....	77, 83	წულუკიძე ლ. ....	125
კაკაშვილი გ. ....	122	ჭარბაძე ზ. ....	38, 119
კეჩხოშვილი ე. ....	88	ხარაიშვილი ო. ....	19, 130
კიკაბიძე მ. ....	19, 130	ხეცურიანი ე. ....	134
კიკნაძე ხ. ....	100	ხეცურიანი თ. ....	134
კვაშილავა ნ. ....	125	ხოსროშვილი ე. ....	51, 77
კვირკველია ი. ....	125	ხუბულავა ი. ....	125

## AUTHOR INDEX

Agaev I. ....	9	Kiknadze Kh. ....	100
Ahmadov B. ....	9	Kukhalashvili E. ....	100
Aliyev V. ....	15	Kuparashvili I. ....	122
Beraia N. ....	100	Kupreishvili Sh. ....	93
Bilanishvili L. ....	51	Kvirkvelia I. ....	125
Bondarenko V. ....	134	Kvashilava N.. ....	125
Butulashvili T. ....	38	Lezhava I. ....	30
Bziava K. ....	30	Lomishvili M. ....	130
Chakhaia G. ....	125	Lortkifanidze F. ....	119
Charbadze Z. ....	38, 119	Maisaia L. ....	100
Dadiani K. ....	38, 100	Mebonia N. ....	19, 130
Denisova I. ....	30	Meparishvili N. ....	30
Diakonidze B. ....	38, 119	Migineishvili J. ....	24
Diakonidze R. ....	38, 119	Muslumov A. ....	9
Gagoshidze G. ....	108	Natroshvili G. ....	51, 65
Gavardashvili G. ....	100	Nibladze N. ....	38, 119
Glunchadze M. ....	65, 83	Panchulidze J. ....	38, 119
Gubeladze D. ....	19	Potskhveria D. ....	51
Guguchia M. ....	24	Ramazanli Z. ....	15
Ilyasov A. ....	134	Rokva K. ....	130
Imanov F. ....	45	Samardashvili M. ....	108
Iordanishvili I. ....	51, 65	Samkharadze V. ....	113
Iordanishvili K. ....	51, 65	Shavlakadze M. ....	38, 119
Iremashvili I. ....	65, 100	Shtavdaker M. ....	134
Ismayilov R. ....	45	Shurghaia V. ....	88
Itriashvili L. ....	77, 83	Sichinava P. ....	93
Kakashvili G. ....	122	Supatashvili T. ....	93, 125
Kechkhoshvili E. ....	88	Toklikishvili L. ....	122
Kharaishvili O. ....	19, 130	Tokmajyan V. ....	116
Khetsuriani E. ....	134	Topuria E. ....	125
Khetsuriani T. ....	134	Tsulukidze L. ....	125
Khosroshvili E. ....	51, 77	Vakhtangishvili G. ....	24
Khubulava I. ....	125	Vartanov M. ....	88
Kikabidze M. ....	19, 130	Zeynalov T. ....	9

---

---

## УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

Агаев И.А. ....	9	Кухалашвили Э.Г. ....	100
Алиев В.А. ....	15	Лежава И.В. ....	30
Ахмедов Б.М. ....	9	Ломишвили М. ....	130
Берая Н.П. ....	100	Лорткипанидзе Ф.Н. ....	119
Бзиава К.Г. ....	30	Маисая Л.Д. ....	100
Биланишвили Л. ....	51	Мебония Н. ....	19, 130
Бондаренко В.Л. ....	134	Мепаришвили Н.М. ....	30
Бутулашвили Т. ....	38	Мигинеишвили Дж. ....	24
Вартанов М.В. ....	88	Муслумов А.М. ....	9
Вахтангишвили Г. ....	24	Натрошвили Г.Т. ....	51, 65
Гавардашвили Г.В. ....	100	Нибладзе Н.Ш. ....	38, 119
Гагошидзе С. ....	108	Панчулидзе Дж.Н. ....	38, 119
Глунчадзе М. ....	65, 83	Поцхверия Д. ....	51
Губеладзе Д. ....	19	Рамазанлы З.З. ....	15
Гугучия М. ....	24	Роква К. ....	130
Дадиани К.З. ....	38, 100	Самадашвили М. ....	108
Денисова И.А. ....	30	Самхарадзе В.И. ....	113
Диаконидзе Б.Р. ....	38, 119	Сичинава П. ....	93
Диаконидзе Р.В. ....	38, 119	Супаташвили Т.Л. ....	93, 125
Зейналов Т.С. ....	9	Токликишвили Л. ....	122
Иманов Ф. ....	45	Токмаджян В. ....	116
Иорданишвили И.К. ....	51, 65	Топурия Э.С. ....	125
Иорданишвили К.Т. ....	51, 65	Хараишвили О. ....	19, 130
Иремашвили И.Р. ....	65, 100	Хецуриани Е.Д. ....	134
Исмаилов Р. ....	45	Хецуриани Т.Е. ....	134
Итриашвили Л.А. ....	77, 83	Хосрошвили Е.З. ....	51, 77
Какашвили Г. ....	122	Хубулава И.В. ....	125
Квашилава Н.Г. ....	125	Цулукидзе Л.Н. ....	125
Квирквелия И.Б. ....	125	Чарбадзе З.Д. ....	38, 119
Кечхошвили Э.М. ....	88	Чახая Г.Г. ....	125
Кикабидзе М. ....	19, 130	Шавлакадзе М.Л. ....	38, 119
Кикнадзе Х.Л. ....	100	Штагдакер М.И. ....	134
Купарашвили И. ....	122	Шургая В.Ш. ....	88
Купреишвили Ш.З. ....	93	Ылясов А.И. ....	134

**ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის  
სამეცნიერო შრომათა კრებულში  
სტატიების გამოქვეყნების პირობები**

კრებულის დანიშნულებაა მეცნიერების განვითარების ხელშეწყობა, მეცნიერთა და სპეციალისტთა მიერ მოპოვებული ახალი მიღწევების, გამოკვლევათა მასალებისა და შედეგების გამოქვეყნება.

კრებულში შესაძლებელია გამოქვეყნდეს შემდეგი სამეცნიერო მიმართულების სტატიები:

- წყალთა მეურნეობა;
- ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია;
- ჰიდროლოგია და მეტეოროლოგია;
- გარემოს დაცვა;
- ჰიდროტექნიკური ნაგებობების საიმედოობა და რისკი;
- მშენებლობა;
- დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები.

კრებულში გამოსაქვეყნებელმა სტატიებმა უნდა დააკმაყოფილოს შემდეგი მოთხოვნები:

1. სტატია შეიძლება წარმოდგენილი იქნეს ქართულ, რუსულ ან ინგლისურ ენებზე, არა უმეტეს 10 გვერდისა. სტატიას უნდა დაერთოს ანოტაციები (ქართულ ენაზე წარმოდგენილ სტატიას – ქართულ, რუსულ და ინგლისურენოვანი ანოტაციები; რუსულენოვან სტატიას – რუსული და ინგლისური ანოტაციები; ინგლისურენოვან სტატიას ინგლისური ანოტაცია). ერთ ავტორს შეუძლია წარმოადგინოს არა უმეტეს ორი სტატიისა.
2. ინსტიტუტში შემოსულ სტატიას უნდა დაერთოს იმ დაწესებულების მიმართვა, სადაც ნაშრომი იქნა შესრულებული;
3. სტატია მიიღება ელექტრონული ვერსიის სახით შემდეგ მისამართზე: **gwmi1929@gmail.com**.
4. 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 **Sylfaen** შრიფტი; ინგლისური და რუსული ტექსტებისათვის – **Times New Roman**; ნახაზების ან ფოტოების კომპიუტერული ვარიანტი – **JPG** ან **TIF** ფორმატში გარჩევადობით **200-300dpi**;
5. 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 მეთოდოლოგია);
  - დასკვნები და რეკომენდაციები;
  - გამოყენებული ლიტერატურა (არა უმეტეს 10-ისა);
  - ანოტაცია (10–15 სტრიქონი) 3 (ქართული, რუსული და ინგლისური) ენაზე;
  - საკვანძო სიტყვები (არა უმეტეს 6-ისა) 3 (ქართულ, რუსულ და ინგლისურ) ენაზე.
6. 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;
7. გამოსაქვეყნებლად დაწუნებული სტატიები ავტორებს არ უბრუნდება.

---

---

**CONTRIBUTIONS TO THE COLLECTED SCIENTIFIC PAPERS  
OF THE TSOTNE MIRTSKHULAVA WATER MANAGEMENT INSTITUTE  
OF THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY**

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 management;
- 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 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 – **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).
6. 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;
7. Rejected papers will not be returned to authors.

---

---

## ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ ДЛЯ ОПУБЛИКОВАНИЯ В СБОРНИКЕ НАУЧНЫХ ТРУДОВ ИНСТИТУТА ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ИМ. Ц.Е. МИРЦХУЛАВА

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 на грузинском, русском и 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**.
4. 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 **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**;
5. Статья должна быть выполнена в следующей последовательности:
  - направление исследования (в верхнем правом углу);
  - название статьи;
  - имя, отчество, фамилия 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).
6. 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.
7. Отклонённые статьи авторам не возвращаются.