

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ №71 \* სამეცნიერო შრომათა კრებული №71 \* COLLECTED PAPERS №71

ISSN – 1512 – 2344

საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის



ც. მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მუშაობის ინსტიტუტი



სამეცნიერო შრომათა კრებული №71



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

COLLECTED PAPERS №71



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

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ №71



თბილისი – Tbilisi – Тбилиси

2016

საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის



ც. მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მუხრნეობის ინსტიტუტი



სამეცნიერო შრომათა კრებული №71



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

COLLECTED PAPERS №71



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

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ №71



თბილისი – Tbilisi – Тбилиси

2016

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), ფარდა იმანოვი (აზერბაიჯანი), ირინა იორდანიშვილი, კო-ფეი ლიუ (ტაივანი), ლორენც კინგი (გერმანია), პეტრე კოვალენკო (უკრაინა), ზურაბ კოპალიანი (რუსეთი), მიხეილ კუპრეიშვილი (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), თოარ ნათიშვილი, იაროსლავ რაიჩიკი (პოლონეთი), კადირ სეიპანი (თურქეთი), ერჟი სობოტა (პოლონეთი), პირლში სუვა (იაპონია), ოვანეს ტოკმაჯიანი (სომხეთი), ვლადიმერ შურღაია, 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:**

Аиуб Б.М. (США), Арманин А. (Италия), Бортвик А. (Англия), Боурнаски Е. (Болгария), Власак П. (Чехия), Волчек А.А. (Беларусь), Ву И. (Китай), Гаиде Л. (Нидерланды), Гамильтон Д. (Канада), Джабедоф М. (Швейцария), Дженовойс 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), Купрейшвили Ш.З., Лиу К. (Тайван), Лоискандл В. (Австрия), Магомедова А. В. (Россия), Мажайский Ю.А. (Россия), Маматканов Д. М. (Кыргызская Республика), Мгебришвили М.А. (ответственный секретарь), Мейджер Дж. (США), Могаммади М. (Иран), Натишвили О.Г., Райчик Я.Э. (Польша), Сейхан К. (Турция), Сува Х. (Япония), Собота Е. (Польша), Токмаджян О.В. (Армения), 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., Chernomorets 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), 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., Rajczyk J. (Poland), Seyhan K. (Turkey), Shurghaia V., Sobota E. (Poland), Suwa H. (Japan), Tokmajyan H. (Armenia), 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) 2-22-72-00, 2-22-40-94  
ფაქსი: (99532) 2-22-73-00  
ელ. ფოსტა: gwmi1929@gmail.com  
ვებ-გვერდი: http://wmi.ge

Грузия, 0179, Тбилиси,  
пр. И. Чавчавадзе, 60<sup>б</sup>  
Институт водного хозяйства  
им. Ц. Мирцхулава ГТУ  
Тел.: (99532) 2-22-72-00, 2-22-40-94  
Факс: (99532) 2-22-73-00  
E-mail: gwmi1929@gmail.com  
Веб-сайт: http://wmi.ge

I. Chavchavadze ave. 60<sup>b</sup>,  
0179, Tbilisi, Georgia  
Ts. Mirtskhulava Water  
Management Institute of GTU  
Tel.: (99532) 2-22-72-00, 2-22-40-94  
Fax: (99532) 2-22-73-00  
E-mail: gwmi1929@gmail.com  
Website: http://wmi.ge

© საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, 2016

**შ ი ნ ა ა რ ს ი**

1.	<b>ალიევი ვ., განზაროვი ე., გარაევა ბ., რამაზანლი ზ., კაფაროვი ე.</b> მდინარე მტკვრის ქვედა წელში წყალდიდობების რისკის შემცირება (ახერბაიჯანი) .....	9
2.	<b>გავარდაშვილი ა.</b> შავი ზღვის წყლისა და ჰაერის უარღობითი ტემპერატურის კვლევა საიმედოობისა და რისკის თეორიის ბამოქმენებით (საქართველო) .....	12
3.	<b>გავარდაშვილი გ.</b> მდინარეების – ლაქნაშერასა და ლეჭვიარის წყალშემკრებ აუზებში მთის ფერდობების ეროზიის პრობნოზი ნიადაგის დანაკარგების ეროზიული პროცესების უნივერსალური ბანტოლების ბამოქმენებით (საქართველო) .....	17
4.	<b>გავარდაშვილი ნ.</b> მდინარე ვერეს მარჯვენა შენაკადის – მდინარე ჯახანის ხეობაში სენსიტიური უბნების დაფიქსირება და მათი შეფასება (საქართველო) .....	23
5.	<b>ღიაკონიძე რ., შენგელია ე., გავარდაშვილი გ., ჩახაია გ., წულუკიძე ლ., სუბატაშვილი თ., ღიაკონიძე ბ.</b> შავი ზღვისა და მასში ჩამდინარე წყლების ხარისხის შეფასება საქართველოს საზღვრებში (საქართველო) ...	27
6.	<b>ეზუგბაია ზ., იტრიაშვილი ლ., ირემაშვილი ი. მწვანე საფარების</b> მოწყობის ტექნოლოგია ბრტყელ გადასურვებზე ქ. თბილისში (საქართველო). .....	32
7.	<b>ვართანოვი მ., კერხოშვილი ე., ლორთქიფანიძე ფ.</b> საქართველოს წყალთა მუშრნეობაში ძირითადი ფონების (საშუალებების) ამორტიზაციის შესახებ (საქართველო) .....	37
8.	<b>ვოლჩეკი ა., პარფომიკი ს.</b> მდინარე ნემანის აუზის ჩამონადენის პრობნო-ზული ცვლილებები (ბელარუსია) .....	45
9.	<b>ვოლჩეკი ა., შპენდიკი ნ., შეშეო ნ.</b> ბელარუსიის მინერალური ნიადაგების პროდუქტიული ტენიანობის მარაბი (ბელარუსია). .....	55
10.	<b>იორდანიშვილი ი., ირემაშვილი ი., იორდანიშვილი კ., ფოცხვერია დ., ბილანიშვილი ლ.</b> საქართველოს წყლის რესურსების მართვა ტრანსსასაზღვრო მდინარეების პირობებში (საქართველო). .....	62
11.	<b>იტრიაშვილი ლ., ხოსროშვილი ე., ნატროშვილი გ.</b> მიწის კაშხლების ზედა ფერდის მდგრადობის ბაანბაროშების მეთოდობა ცვალებადი დაწნევითი რეჟიმის პირობებში (საქართველო) .....	79
12.	<b>კვაშილაგა ნ., ლობჯანიძე ზ., კვიციანი ი., გოგილაგა ს.</b> “ტრასეპას“ დერეფნის მიმდებარედ არსებული მოწყვლადი ფერდობის მდგრადობის შეფასება (საქართველო) .....	82
13.	<b>კუპრეიშვილი შ., ლობჯანიძე ზ., სიჭინავა პ., ლორთქიფანიძე ფ., მაისია ლ.</b> კოლხეთის დაბლობზე ღია ბამტარი ქსელის ტრასირების ღონისძიებების შემუშავება (საქართველო) .....	85
14.	<b>მაჭარაშვილი მ., კეკელიშვილი ლ.</b> ნიადაგის სითბური მახასიათებლების დამოკიდებულება სიმკვრივესა და ტენიანობაზე სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებისათვის (საქართველო) .....	89
15.	<b>მეშიკი თ., ზუბრიცკაია ტ.</b> ბელარუსიის ტერიტორიაზე მელიორაციული სისტემებისა და ნაბეობების დავროქტებისას საანბაროშო კიდროლობითი მახასიათებლების ბანსაზღვრის თავისებურებები (ბელარუსია) .....	94
16.	<b>მისეცკაიტე თ., ტუნგუზი ვ., ლუკაშევიჩი ვ.</b> კლიმატის გვალვიანობის დინამიკა (ლიტვა, ბოსნია ჰერცეგოვინა, ბელარუსია) .....	105
17.	<b>ნესტეროვი მ., ნესტეროვა ი.</b> ბელარუსიის რესპუბლიკის წყლის რესურსების ხარისხი და მათი დაცვის შესაძლო ბზები (ბელარუსია) .....	110

18. სამხარაძე ვ. სარწყავი კვლების დაჯრა ახალი კონსტრუქციის კვალსაჭრელით (საქართველო) .....	114
19. ტკაჩენკო ტ., მილეიკოვსკი ვ. ემსტენისური მწვანე საფარის ფიზიკური მოღელის შემენის მეთოდობა (უკრაინა) .....	117
20. ფანჭულიძე ჯ., დიაკონიძე რ., შავლაყაძე მ., ნიბლაძე ნ., ჭარბაძე ზ., დადიანი ქ., დიაკონიძე ბ. წყალშემკრები აუზის ინდივიდუალური ლანდშაფტური თავისებურებანი და რეპრონალური მეთეონოგორ-მაციების გამოყენების შესაძლებლობა წყლის მაქსიმალური ხარჯების ბასანბარიშეშლად (საქართველო) .....	123
21. შავლაყაძე მ., დადიანი ქ., მაისაია ლ., სუპატაშვილი თ. ფოთის ჭარბტენიანი ნიადაგების ნაყოფიერების კვლევა ქიმიური მელიორაციის მიხნით (საქართველო) .....	126
22. შურღაია ვ., კეკელიშვილი ლ., კიკნაძე ხ. მიწის ზედაპირიდან ჩაქონილი ატმოსფერული ნალექის არინება კომბინირებული ღრენაქით (საქართველო) .....	128
23. ჩახაია ვ., ვართანოვი მ., წულუკიძე ლ., კვაშილაგა ნ., კენხოშვილი ე., ხუბულაგა ი., გოგილაგა ს., კვირკველია ი. ბეონალიჩა „ლუფარო-მატის“ გამოყენებით მთის ეროზირებული ფერღობის აღღენის ეკონომიკური ეშეშტიანობის ბაანბარიშეშა (საქართველო) .....	133
24. წერეთელი ემ., გაფრინდაშვილი გ., გაფრინდაშვილი მ., დონაძე ც., ნანობაშვილი თ. საქართველოში მწყრულ-ბრავიტაციული მოვლენების შეფასების ზობიერთი მეთოდოლოგიური საკითხი კლიმატის ცვლილებასა და მიწისმკრებთან კავშირში (საქართველო) .....	137
25. ხარაიშვილი თ., მეზნია ნ., რყვა ქ., ბაიდაური ლ., ლომიშვილი მ., კიკაბიძე მ. სიმინდის ჯიშის „აჯამეთის თეთრის“ მარცვლის, ჩალის და საერთო ბიომასის მიერ ნიადაგიდან გამოტანილი საკვები ნივთიერებები შიდა ქართლის (მუხრანის) სარწყავი სისტემის პირობებში (საქართველო) .....	145
26. ხოსროშვილი ე., ნატროშვილი გ. სარწყავი სისტემების წყალსაცავების ღონური რეჟიმის ტიპური წლიური ბრავიკი (საქართველო) .....	151
27. ხუბულაგა ი. ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო ბუნებრივი მასალისაბან ღამსაღებული თანამეღროვე ბეონალიჩის ღაბორატორიული კვლევა (საქართველო) .....	154
ანოტაციები (ქართულ ენაზე) .....	160
ანოტაციები (ინგლისურ ენაზე) .....	169
ანოტაციები (რუსულ ენაზე) .....	177
ქრონიკა (ქართულ ენაზე) .....	185
ქრონიკა (ინგლისურ ენაზე) .....	230
ქრონიკა (რუსულ ენაზე) .....	242
ავტორთა საძიებელი (ქართულ ენაზე) .....	256
ავტორთა საძიებელი (ინგლისურ ენაზე) .....	257
ავტორთა საძიებელი (რუსულ ენაზე) .....	258
კრებულში სტატიების გამომწვეენების პირობები (ქართულ ენაზე).....	259
კრებულში სტატიების გამომწვეენების პირობები (ინგლისურ ენაზე).....	260
კრებულში სტატიების გამომწვეენების პირობები (რუსულ ენაზე).....	261

---



---

## CONTENTS

1.	Aliyev V., Ganbarov E., Garayeva B., Ramazanli Z., Gafarov E. REDUCTION OF HAZARDS DUE TO FLOODS IN LOWER KURA (Azerbaijan).....	9
2.	Gavardashvili A. RESEARCH OF BLACK SEA WATER AND AIR RELATIVE TEMPERATURE USING VULNERABILITY AND RISK THEORY (Georgia) .....	12
3.	Gavardashvili G. PREDICTING OF MOUNTAIN SLOPE EROSION IN THE CATCHMENT AREAS OF THE LAKNASHERA AND LEKVERARI RIVERS BY USING A UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION OF EROSION PROCESSES (Georgia) .....	17
4.	Gavardashvili N. THE DETECTION OF SENSITIVE AREAS AND THEIR ESTIMATION IN THE GULLY OF THE RIVER JAKHANA, THE RIGHT STREAM OF THE RIVER VERE (Georgia).....	23
5.	Diakonidze R., Shengelia E., Gavardashvili G., Chakhaia G., Tsulukidze L., Supatashvili T., Diakonidze B. EVALUATION OF THE QUALITY OF WATER OF THE BLACK SEA AND THE RIVERS FLOWING INTO IT WITHIN GEORGIA (Georgia) .....	27
6.	Ezugbaia Z., Itriashvili L., Iremashvili I. THE GREEN COVER ARRANGE TECHNOLOGY AT THE FLAT ROOFING IN TBILISI (Georgia) .....	32
7.	Vartanov M., Kechkhoshvili E., Lortkipanidze P. ABOUT GEORGIAN WATER MANAGEMENT MAIN FUNDS (MEANS) AMORTIZATION (Georgia).....	37
8.	Volchak A., Parfomuk S. FORECAST CHANGES IN RUNOFF FOR THE NEMAN RIVER BASIN (Belarus).....	45
9.	Volchak A., Shpendik N., Sheshko N. THE SUPPLY OF PRODUCTIVITY HUMIDITY OF THE BELARUS MINERAL SOIL (Belarus) .....	55
10.	Iordanishvili I., Iremashvili I., Iordanishvili K., Potskhveria D., Bilanishvili L. THE MANAGEMENT OF WATER RESOURCES OF GEORGIA IN THE CONDITION OF TRANS-BORDER RIVERS (Georgia) .....	62
11.	Itriashvili L., Khosroshvili E., Natroshvili G. THE CALCULATION METHODIC OF THE GROUND DAM UPPER SIDE STABILITY IN THE CHANGEABLE PRESSURE CONDITION (Georgia).....	79
12.	Kvashilava N., Lobzhanidze Z., Kvirkvelia I., Gogilava S. THE STABILITY EVALUATION OF VULNERABILITY SLOPE ADJACENT TO „TRACECA“ CORRIDOR (Georgia) .....	82
13.	Kupreishvili Sh., Lobjanidze Z., Sichinava P., Lortkipanidze F., Maisaia L. THE TREATMENT OF OPEN CONDUCTIVE NETWORK TRACING MEASURES ON THE COLCHIS LOWLAND (Georgia) .....	85
14.	Macharashvili M., Kekelishvili L. SOIL MOISTURE AND THERMAL CHARACTERISTICS OF ELASTICITY OF DIFFERENT TYPES OF SOILS (Georgi	89
15.	Meshik O., Zubritskaia T. THE FEATURES OF HYDROLOGICAL CALCULATING CHARACTERISTICS DETERMINATION AT THE DESIGN OF MELIORATION SYSTEMS AND CONSTRUCTIONS ON THE TERRITORY OF BELARUS (Belarus) .....	94
16.	Miseckaite O., Tunguz V., Lukashovich V. THE DYNAMICS OF CLIMATE ARIDITY (Lithuania, Bosnia and Herzegovina, Belarus) .....	105
17.	Nestorov M., Nesterova I. QUALITY OF WATER RESOURCES OF REPUBLIC OF BELARUS AND POSSIBLE WAYS OF THEIR PROTECTION (Belarus) .....	110
18.	Samkharadze V. IRRIGATION FURROW CUTTING BY A USING FURROW OPENER OF THE LATEST DESING (Georgia) .....	114

---



---

## CONTENTS

<b>19.</b>	<b>Tkachenko T., Mileykovskiy V.</b> THE TECHNIQUE OF CREATING A PHYSICAL MODEL OF EXTENSIVE GREEN ROOFS (Ukraine) .....	117
<b>20.</b>	<b>Panchulidze J., Diakonidze R., Shavlakadze M., Nibladze N., Charbadze Z., Dadiani K., Diakonidze B.</b> INDIVIDUAL FEATURES OF THE WATERSHED LANDSCAPE AND THE POSSIBILITY OF THE USE OF REGIONAL METEOROLOGICAL INFORMATION FOR THE CALCULATION OF THE MAXIMUM WATER FLOW (Georgia) .....	123
<b>21.</b>	<b>Shavlakadze M., Dadiani K., Maisaia L., Supatashvili T.</b> THE RESEARCH OF THE WETLAND SOILS FERTILITY OF POTI FOR CHEMICAL AMELIORATION (Georgia) .....	126
<b>22.</b>	<b>Shurgaia V., Kekelishvili L., Kiknadze Kh.</b> REJECTED OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION LEACHED FROM THE SOIL SURFACE WITH COMBINED DRAINAGE (Georgia) .....	128
<b>23.</b>	<b>Chakhaia G., Vartanov M., Tsulukidze L., Kvashilava N., Kechkhoshvili E., Khubulava I., Gogilava S., Kvirkvelia I.</b> THE CALCULATION OF ECONOMICALLY EFFECTIVE RESTORATION OF ERODED MOUNTAIN SLOPE BY USING OF GEO MAT „LUFFAEROMAT“ (Georgia) .....	133
<b>24.</b>	<b>Tsereteli Em., Gaprindashvili G., Gaprindashvili M., Donadze Ts., Nanobashvili T.</b> SOME METHODOLOGICAL ISSUES FOR EVALUATING LANDSLIDE-GRAVITATIONAL PHENOMENA RELATED TO CLIMATE CHANGE AND EARTHQUAKES IN GEORGIA (Georgia) .....	137
<b>25.</b>	<b>Kharashvili O., Mebonia N., Rokva Q., Baidauri L., Lomishvili M., Kikabidze M.</b> HYDROTECHNIC AND RECLAMATION OF THE NUTRIENT SUBSTANCES WITHDRAWN FROM THE SOIL BY CORN OF VARIETY „AJAMETIS TETRI“, STRAW AND TOTAL BIOMASS IN THE CONDITION OF SHIDA KARTLI IRRIGATION SYSTEM GEORGIA (Georgia) .....	145
<b>26.</b>	<b>Khosroshvili E., Natroshvili G.</b> THE TYPICAL ANNUAL GRAPHIC OF THE LEVELS REGIME OF THE IRRIGATION SYSTEMS RESERVOIRS (Georgia) .....	151
<b>27.</b>	<b>Khubulava I.</b> THE LABORATORY RESEARCH OF SOIL EROSION AGAINST MODERN GEO MAT MADE OF NATURAL MATERIAL (Georgia) .....	154
	ABSTRACTS (in Georgian) .....	160
	ABSTRACTS (in English) .....	169
	ABSTRACTS (in Russian) .....	177
	CHRONICLE (in Georgian) .....	185
	CHRONICLE (in English) .....	230
	CHRONICLE (in Russian) .....	242
	AUTHOR INDEX (in Georgian) .....	256
	AUTHOR INDEX (in English) .....	257
	AUTHOR INDEX (in Russian) .....	258
	CONTRIBUTIONS in Georgian) .....	259
	CONTRIBUTIONS (in English) .....	260
	CONTRIBUTIONS (in Russian) .....	261

---

---

## СОДЕРЖАНИЕ

1. <b>Алиев В.А., Ганбаров Э.С., Гараева Б.А., Рамазанлы З.З., Кафаров Э.К.</b> СНИЖЕНИЕ РИСКА НАВОДНЕНИЙ В НИЖНЕЙ КУРЕ (Азербайджан) .....	9
2. <b>Гавардашвили А.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОДЫ И ВОЗДУХА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ НАДЁЖНОСТИ И РИСКА (Грузия) .....	12
3. <b>Гавардашвили Г.</b> ПРОГНОЗ ЭРОЗИИ СКЛОНОВ ГОР В ВОДОСБОРНОМ БАССЕЙНЕ РЕК ЛАКНАШЕРА И ЛЕКВЕРАРИ, С ПРИМЕНЕНИЕМ УНИВЕРСАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И ПОТЕРИ ПОЧВ (Грузия) .....	17
4. <b>Гавардашвили Н.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОЦЕНКА СЕНСИТИВНЫХ УЧАСТКОВ ПРАВОГО ПРИТОКА РЕКИ ВЕРЕ – РЕКИ ДЖАХАНА (Грузия) .....	23
5. <b>Диаконидзе Р.В., Шенгелия Е.Г., Гавардашвили Г.В., Чахая Г.Г., Цулукидзе Л.Н., Супаташвили Т.Л., Диаконидзе Б.Р.</b> ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ЧЕРНОГО МОРЯ И ВПАДАЮЩИХ В НЕГО РЕК В ПРЕДЕЛАХ ГРУЗИИ (Грузия) .....	27
6. <b>Езугбая З.А., Итриашвили Л.А., Иремашвили И.Р.</b> ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ЗЕЛЕННОЙ КРОВЛИ ДЛЯ ПЛОСКИХ ПЕРЕКРЫТИЙ Г. ТБИЛИСИ (Грузия) ...	32
7. <b>Вартанов М.В., Кечхошвили Э.М., Лорткипанидзе П.Н.</b> К ВОПРОСУ АМОТИЗАЦИИ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ (СРЕДСТВ) ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ГРУЗИИ (Грузия) .....	37
8. <b>Волчек А.А., Парфомик С.</b> ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА БАССЕЙНА РЕКИ НЕМАН (Беларусь) .....	45
9. <b>Волчек А.А., Шпендик Н.Н., Шешко Н.Н.</b> ЗАПАСЫ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ В МИНЕРАЛЬНЫХ ПОЧВАХ БЕЛАРУСИ (Беларусь) .....	55
10. <b>Иорданишвили И.К., Иремашвили И.Р., Иорданишвили К.Т., Поцхверия Д.Ш., Биланишвили Л.Б.</b> УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ГРУЗИИ В УСЛОВИЯХ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК (Грузия) .....	62
11. <b>Итриашвили Л.А., Хосрошвили Е.З., Натрошвили Г.Т.</b> МЕТОДИКА РАСЧЕТА УСТОЙЧИВОСТИ ВЕРХОВОГО ОТКОСА ГРУНТОВЫХ ПЛОТИН ПРИ ПЕРЕМЕННОМ НАПОРНОМ РЕЖИМЕ (Грузия) .....	79
12. <b>Квашилава Н.Г., Лобжанидзе З. К., Квирквелия И.Б., Гогилава С. Г.</b> ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ УЯЗВИМОГО СКЛОНА В ТРАНСПОРТНОМ КОРИДОРЕ «ТРАСЕКА» (Грузия) .....	82
13. <b>Купрейшвили Ш.З., Лобжанидзе З.К., Сичинава П.О., Лордкипанидзе Ф.Н., Маисая Л.Д.</b> РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ТРАСИРОВАНИЯ ОТКРЫТОЙ ПРОВОДЯЩЕЙ СЕТИ НА КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ (Грузия) .....	85
14. <b>Мачарашвили М.Б., Кекелишвили Л.Г.</b> ЗАВИСИМОСТИ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗНЫХ ТИПОВ ПОЧВ ПЛОТНОСТИ И ВЛАЖНОСТИ (Грузия) .....	89
15. <b>Мешик О.П., Зубрицкая Т.Е.</b> ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ (Беларусь) .....	94
16. <b>Мисецкайте О., Тунгуз В., Лукашевич В.М.</b> ДИНАМИКА ЗАСУШЛИВОСТИ КЛИМАТА (Литва, Босния-Герцеговина, беларусь) .....	105
17. <b>Нестеров М.В., Нестерова И.М.</b> КАЧЕСТВО ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ ЗАЩИТЫ (Беларусь) .....	110
18. <b>Самхарадзе В.И.</b> НАРЕЗКА ПОЛИВНЫХ БОРОЗД БОРОЗДОДЕЛОМ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ (Грузия) .....	114



## СОДЕРЖАНИЕ

19. <b>Ткаченко Т.Н., Милейковский В.А.</b> МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭКСТЕНСИВНОЙ ЗЕЛЕННОЙ КРОВЛИ (Украина) .....	117
20. <b>Панчулидзе Д.Н., Диаконидзе Р.В., Шавлакадзе М.Л., Нибладзе Н.Ш., Чарбадзе З.Д., Дадвани К.З., Диаконидзе Б.Р.</b> ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЛАНДШАФТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДОСБОРА И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ МЕТЕО ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ РАСЧЕТА МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ (Грузия) .....	123
21. <b>Шавлакадзе М.Л., Дадвани К.З., Маисая Л.Д., Супаташвили Т.Л.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ ПОЧВ ПОТИ С ЦЕЛЬЮ ХИМИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ (Грузия) .....	126
22. <b>Шургая В.Ш., Кекелишвили Л.Г., Кикнадзе Х.Л.</b> ОТВОД ПРОСАЧИВАЮЩИХСЯ С ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ КОМБИНИРОВАННЫМ ДРЕНАЖЕМ (Грузия) .....	128
23. <b>Чахая Г.Г., Варганов М.В., Цулукидзе Л.Н., Квашилава Н.Г., Кечхошвили Э.М., Хубулава И.В., Гогилава С. Г., Квирквелия И.Б.</b> РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭРОЗИРОВАННОГО ГОРНОГО СКЛОНА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГЕОКОВРА «ЛЮФФАЭРОМАТ» (Грузия) .....	133
24. <b>Цертели Эм., Гаприндашвили Г., Гаприндашвили М., Донадзе Ц., Нанобашвили</b> НЕКОТОРЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ ОПОЛЗНЕГО-ГРАВИТАЦИОННЫХ ЯВЛЕНИЙ В СВЯЗИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ГРУЗИИ (Грузия) .....	137
25. <b>Хараишвили О., Мебония Н., Роква К., Баидаури Л., Ломишвили М., Кикабидзе М.</b> ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА ВЫНЕСЕННЫЕ ИЗ ПОЧВЫ ЗЕРНО, СОЛОМОЙ И ОБЩЕЙ БИОМАССОЙ ПОРОДЫ КУКУРУЗЫ «АДЖАМЕТИС ТЕТРИ» В УСЛОВИЯХ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ШИДА КАРТЛИ (МУХРАНИ) (Грузия) .....	145
26. <b>Хосрошвили Е.З., Натрошвили Г.Т.</b> ТИПОВОЙ ГОДОВОЙ ГРАФИК УРОВЕННОГО РЕЖИМА ВОДОХРАНИЛИЩ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ (Грузия) .....	151
27. <b>Хубулава И.В.</b> ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО ПРОТИВОЭРОЗИОННОГО ГЕОКОВРА, ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ НАТУРАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА (Грузия) .....	154
АННОТАЦИИ (на грузинском языке) .....	160
АННОТАЦИИ (на английском языке) .....	169
АННОТАЦИИ (на русском языке) .....	177
ХРОНИКА (на грузинском языке) .....	185
ХРОНИКА (на английском языке) .....	230
ХРОНИКА (на русском языке) .....	242
УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ (на грузинском языке) .....	256
УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ (на английском языке) .....	257
УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ (на русском языке) .....	258
ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ (на грузинском языке) .....	259
ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ (на английском языке) .....	260
ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ (на русском языке) .....	261

## REDUCTION OF HAZARDS DUE TO FLOODS IN LOWER KURA

Aliyev V.A.<sup>1,2)</sup>, Ganbarov E.S.<sup>2)</sup>, Garayeva B.A.<sup>2)</sup>, Ramazanli Z.Z.<sup>2)</sup>, Gafarov E.K.<sup>3)</sup>

E-mail: *technical\_services\_ltd@mail.ru*

<sup>1)</sup> AMIR Technical Services LTD, AZ-1022, Baku, R.Behbudov str., 93/7

<sup>2)</sup> Institute of Water Problems of Azerbaijan Amelioration and Water Management,  
AZ-1012, Baku, Moscow ave., 69a.

<sup>3)</sup> Azerbaijan State University of Architecture and Construction  
AZ-1073, Baku, A. Sultanova str., 11

### INTRODUCTION

The first results of the study of risk mitigation strategy and emergency measures for Lower Kura dam and coast-protecting structures has been reported by us [1, 2]. Existing paper is the next attempt to case study risk assessment process for Lower Kura dam and river coast-protecting structures. The paper deals with heavy rains, flash floods and Lower Kura river coast-protecting structure's failure risk analysis. The

risk analysis covers hazard sources, pathways and vulnerability of receptors, creation of the data base for pre-flood measures and flood emergency management at downstream of Kura river (Lower Kura) valleys from Mingchevir dam till Caspian Sea. For the purposes of this paper, the Lower Kura is defined as the section between the Mingchevir dam and the Caspian

### DATA AND METHODOLOGY

**The Kura river basin features.** The Kura River is the largest watercourse of the Caucasus [3]. The headwaters of the river are in Northeast Turkey at the Kizil-Giadik Mountain range in Ardahan province at 2720 m altitude. It winds its way through regions in Turkey, Georgia, Azerbaijan and falls into the Caspian Sea on the territory of Azerbaijan. The catchment area is 188000 km<sup>2</sup>. Two tributaries of the Kura River rise in Turkey: Kura and Posof. The main tributaries in Georgia are: Alazan, Iori, Khrami and others. The Kura River enters into Azerbaijan territory near Khrami river zone. There are 8359 rivers in Azerbaijan Republic and 5141 of those are in the Kura River basin. Kura rivers total length is 1515km; 915km is on the Azerbaijan territory; the catchment area 188000km<sup>2</sup>. The main tributary of the river Kura in Azerbaijan is Araz (its total length is 1072 km; the catchment area 102000 km<sup>2</sup>; 715 km is on the Azerbaijan territory). Finally, the river run into and impact the Caspian Sea, affecting the ecosystem and biodiversity of the region.

**Heavy rains and flash floods.** As it is well-known, Azerbaijan is susceptible to heavy rains and flash flooding [4] because of its topography and the water-related fluctuations in the Caspian Sea [5]. Rivers of the Kura basin has extremely irregular discharge throughout a year [6]. Ration of extreme discharge to average discharge level is 1.63-6.67 which makes sometimes to overcome its negative impact. Analysis of the disaster data show that floods have affected a large number of people and caused significant economic losses in the past 25 years (1988-2012). According to the risk statistics during noted period the percentage of flood disasters average was 22% with 0.25 disasters/year.

In spring, 2010 of flooding in Lower Kura became catastrophic, destroying river banks in many places simultaneously water flows have gone to villages. Scale of an extreme situation was so destructive, that the put damage definitively is not calculated.

**Large dams on Kura river basin.** By the

quantity of large dams (height of a dam > 60m and power of HPS > 100MW) the Kura River basin takes 14th place in the world. There are 8 large dams on Kura River basin: Minghechevir, Yenikend and Shemkir dams in Azerbaijan and Khrami-1, Khrami-2, Jinvali, Chitakhevi and Sioni dams in Georgia [7].

The last on this list is Minghechevir dam. Minghechevir dam is one of the highest dams in Europe that was constructed through sprinkling [8]. The height of dam is 83 m, length 1550 m and total capacity of soil 15.6 million m<sup>3</sup>. Therefore, Minghechevir dam can be considered as an old dam. The length of the Minghechevir reservoir is 70 km, width from 3 to 18 km, deepest point about 75 meters and total area 605 square km. The water storage in reservoir is more than 16 km<sup>3</sup>. Practically right off after constructions of dam and fillings of reservoir the safety issues became actually: can collected waters break dam and catastrophic high water will be carried by Kura River valleys, destroyed all on the way.

Heavy flooding and/or break one of dams in Georgia is enough for catastrophic “domino” destruction of all downstream dams in Azerbaijan. Sad lessons of destruction of the cascade of dams in August, 1975 in Southern China [9] can repeat in the cascade of dams on Kura River basin at any time.

Like all technical facility also dams, particularly river coast-protecting structures hold a potential risk of breaking [10]. In some sense, the term “dam protection” is a misnomer. Since disasters are, from the point of view of the dam, inherently random in nature, no dam can be “protected”. On the other hand, the experience accumulated from the natural disasters and dam failures of the past few years suggest that having the right information, in the right format, at the right time in the hands of the competent people significantly reduces the consequences of disasters and accelerates the recovery process.

The risk analysis as the first step is part of the process of risk assessment. While the process of risk assessment itself is part of the processes of risk mitigation and risk management. The evaluation of

the risk comprises the consideration of alternative mitigation measures as well as the acceptance of risk. The world wide discussion about risk based dam safety leads to a new approach for Azerbaijan dams as well. Because of the cultural and legal difference it is impossible to use a risk assessment procedure from another country directly. The risk assessment procedure has been developed by us on the bases of other known procedures, as well as, taking into account the Baku-Tbilisi-Ceyhan (BTC) Oil Spill Response Plans [11].

Risk assessment was part of the risk mitigation and risk management processes. The risk assessment process covers risk analysis and risk assessment. The risk which is determined in the risk analysis is evaluated within the risk assessment.

After the risk was determined, it must be evaluated whether it is acceptable in risk assessment. The risk acceptance depends on the hazard potential for humans, economics and environment. If the risk is not acceptable, risk mitigation measures must be met. The risk can be reduced by modification of probabilities or consequences. Possible measures are e.g. extended monitoring, structural or operational changes, emergency planning.

The residual risk was evaluated with respect to the acceptance of risk and risk mitigation measures. The following risk acceptance has been considered:

- Lower Kura valley population at risk;
- Economy of Lower Kura river’s coastal zone (including HPSSs, water intakes, oil pipelines, bridges etc);
- Environment of Kura river’s downstream coastal zone and Caspian Sea.

Only within the area of tolerable but not acceptable risk the probability of Minghechevir embankment dam failure has been considered for risk mitigation issues. In this case emergency planning was essential and used for risk mitigation.

RISK ACCEPTANCE

**Population.** The Lower Kura proceeds through 21 districts and 3 cities. Directly on coast of the Lower Kura hundreds settlements are located with more than 2 million inhabitants.

**Economy.** Hydro-power stations (HPS) in Shamkir, Yenikend, Mingechevir and Varvara, large water off take facilities in Shamkir reservoir and Mingechevir reservoir; there are the water intake facilities for the First and Second Kura water pipes near Talysh that supply Baku. BTC and Lower Kura are crossed on 224th kilometer at Yevlakh city. BTC second time is crossed by the Kura River on 411th kilometer at Poylu, upstream of important Shamkir and Mingechevir water reservoirs. BTC crosses 17 rivers and channels in the Kura river basin.

**Environment.** The region is of global ecological interest. For example, Conservation International has identified the South Caucasus – an area corresponding closely to the Kura river basin – as being one of the

world's top 25 biodiversity hotspots [12]. Over 115 species of waterfowl live along the shores of the Kura and its associated wetlands including many RDB species. The RDB species *Punica granatum* and *Vitis sylvestris* are found among the tamarisk shrubs that grow along the banks of Kura.

**Concluding remarks.** The large scale water management efforts have been undertaken in the Azerbaijan during last 20 years of independence. However, the Soviet environmental legacy and military conflicts in Kura river basin led to unfortunate results: today the large dams and river coast-protecting structures are both a blessing and a curse of Azerbaijan. Therefore, the dam and river coast-protecting structures safety problem requires a structured approach to the risk management and risk mitigation. Our investigations in this direction proceed. The results of these researches will be published in the near future.

REFERENCES

1. Aliyev V.A., Akhmedov A.A. Case study modeling of the remote system for hydrological information collection and transferring on Kura River. Georgian Engineering News, 2011, p.59, № 3, p.86-88.
2. Aliyev V.A., Mahmudov R.N. Mingechevir embankment dam collapse: Catastrophic risk analysis and management. – Abstracts of the International Congress “Natural Cataclysms and Global Problems of the Modern Civilization“, GEOCATACLYSM – 2011, 19-21 September 2011, Istanbul, Turkey, pp.166-167.
3. Rustamov S.G., Kashgay R.M. Water Resources of Azerbaijan SSR. Baku: Elm, 1989, 184p.
4. Mahmudov R.N. The forecast of rain floods in rivers of Azerbaijan. Baku: “Ziya-Nurlan“ Publ., 2001, 204p .
5. Mammadov R., Ismatova Kh., Verdiyev R. Integrated water resources management as basis for flood prevention in the Kura river basin. Workshop on Transboundary Flood Risk Management 22-23 April 2009, Geneva. 22p.
6. Vladimirov L.A., Shakarashvili D.I., Gabrichidze T.I. Water balance of Georgia. Tbilisi: Metsniereba, 1974, 182p.
7. River Basins with Highest Number of Large Dams: Planned and Under Construction. [http://www.assets.panda.org/downloads/riversat\\_riskfinalsummary.pdf](http://www.assets.panda.org/downloads/riversat_riskfinalsummary.pdf)
8. Melentyev V.A., Kolpashnikov N.P., Volnin V.A. Sprinkling hydrotechnical constructions. Moscow, 1973.
9. Yi Si, "The World's Most Catastrophic Dam Failures: The August 1975 Collapse of the Banqiao and Shimantan Dams," in Dai Qing, *The River Dragon Has Come!*, M.E. Sharpe, New York, 1998.
10. Hjorth P. Operation, Monitoring and Decommissioning of Dams. Contributing Paper to the World Commission on Dams ([www.dams.org](http://www.dams.org) ).
11. BTC Oil Spill Response Plan, Baku, 2005.
12. USAID Mission for the South Caucasus, 2002, Water Management in the South Caucasus Analytical Report: Water Quantity and Quality in Armenia, Azerbaijan, and Georgia, dated February 27; report prepared by Development Alternatives, Inc. for USAID, obtained from Paul Dreyer, DAI, Inc.

**შავი ზღვის წყლისა და ჰაერის ფარდობითი ტემპერატურის კვლევა საიმედოობისა და რისკის თეორიის ბაზოზე**

**ანა გავარდაშვილი**  
**E-mail: a.gavardashvili@gmail.com**

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

**შესავალი**

შავი ზღვის წყლისა და ჰაერის ფარდობითი ტემპერატურის პროგნოზისათვის ჩვენს მიერ გაგრძელებულ იქნა კვლევები 2016 წლის ოქტომბერ-დეკემბრის თვეში. შემოდგომა-ზამთრის საეულე-ექსპედიციური კვლევების მიზანს წარმოადგენდა ძირითადი (მთავარი) მდინარეების ესტუარებისა და მის მიმდებარე მოწვევლადი უბნების დაფიქსირება GPS კოორდინატებში [1,2]; ზღვის სანაპირო ზოლის სენსიტიურ უბნებზე თურქეთის საზღვრიდან სარფიდან – წყლის სინჯების აღება მათი ძირითადი ფაქტორების ადგილზე გაზომვით: წყლისა ( $t_1$ ) და ჰაერის ( $t_2$ ) ტემპერატურის დაფიქსირება; წყლის

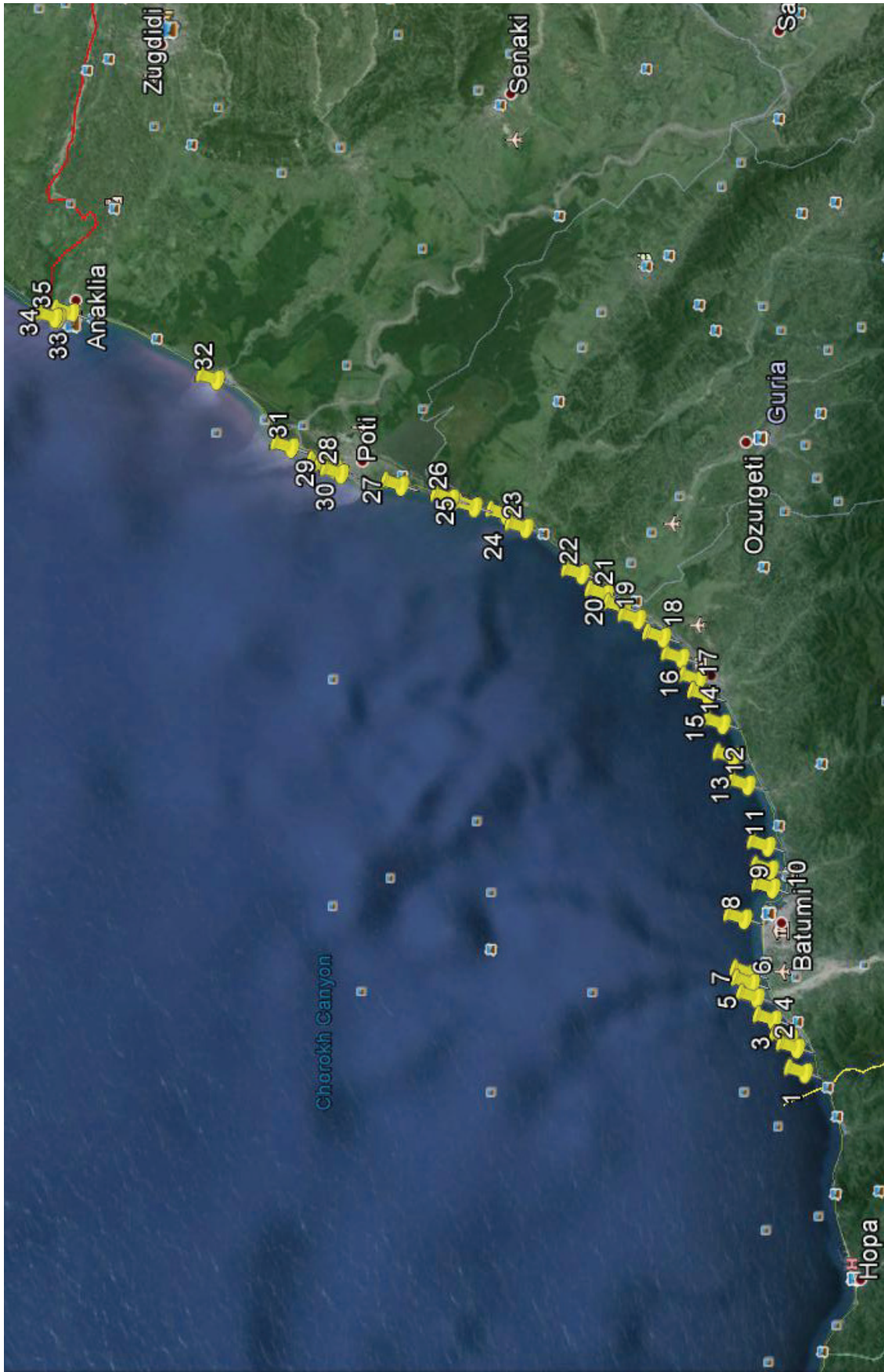
მჟავიანობისა (PH) და მარილიანობის (TDS) რაოდენობრივი მაჩვენებლების განსაზღვრა [3].

შავი ზღვის 110 კმ სიგრძის სანაპირო ზოლში სარფიდან სოფ. განმუხურამდე შერჩეულიყო 35 უბანი, სადაც დაფიქსირდა ზემოთ აღნიშნული სიდიდეები (სურ. 1), მე-2 და მე-3 სურათზე მოცემულია ზღვის სანაპირო ზოლში ჰაერისა და ზღვის წყლის ტემპერატურის გაზომვის მომენტი, ხოლო მე-4 სურათზე კი ზღვის წყლის მჟავიანობის გაზომვის მომენტი.

საეულე კვლევის ჯამური შედეგები მოცემულია ცხრილში 1.

---

\* სამეცნიერო კვლევები განხორციელდა შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის დოქტორანტურის საგანმანათლებლო პროგრამის (საგრანტო პროექტის № DO/75/2-132/14 – „შავი ზღვის ეკოლოგიური პარამეტრების კვლევა მულტიმედიაური ბაზების საფუძველზე“) ფინანსური მხარდაჭერით



სურ. 1. საქართველოს საზღვრებში შავი ზღვის სანაპირო ზოლში საველე კვლევების ჩატარების სქემა (ოქტომბერი-დეკემბერი, 2016)



სურ. 2. ზღვის აკვატორიაში ჰაერის ტემპერატურის გაზომვის მომენტი (დეკემბერი, 2016 წ.)



სურ. 3. ზღვის აკვატორიაში მდ. ენგურის ესტუარიაში წყლის ტემპერატურის გაზომვა სპეციალური თერმომეტრით (ოქტომბერი, 2016 წ.)



სურ. 4. ზღვის წყლის მუავიანობის გაზომვისას (დეკემბერი, 2016 წ.)

ცხრილი 1

შავი ზღვის წყლისა და ჰაერის ფარდობითი ტემპერატურის მნიშვნელობები შესაბამისი ინტერვალებით

ინტერვალები ( $t_1/t_2$ )	0 – 0,3	0,3 – 0,6	0,6 – 0,9	0,9 – 1,2
სიხშირე $m_i$	2	23	70	45
$f(t_1/t_2)$	0,014	0,164	0,500	0,321

შავი ზღვის წყლისა და ჰაერის ფარდობითი ტემპერატურის საშუალო მნიშვნელობა ტოლია [4]:

$$(t_1/\bar{t}_2) = \frac{\sum_{i=1}^n (t_1/t_2)_i}{N} = \frac{\sum_{i=1}^{140} 111,95}{140} = 0,79 \quad (1)$$

შავი ზღვის წყლისა და ჰაერის ფარდობითი ტემპერატურის პისტოგრამის გრაფიკის ასაგებად საჭიროა ვიცოდეთ ფარდობითი ტემპერატურის მნიშვნელობების გადანაწილება ინტერვალებში და ამ სიდიდეების სიხშირე ( $m_i$ ), რო-

მელთა სიდიდეებიც მოყვანილია ცხრილში № 1. ცხრილში №1 მოყვანილი შავი ზღვის წყლისა და ჰაერის ფარდობითი ტემპერატურის ფუნქციის სიდიდე ინტერვალებში გამოითვლება დამოკიდებულებით:

$$f(t_1/t_2) = m_i/N, \quad (2)$$

სადაც, N არის ფარდობითი ტემპერატურის სტატისტიკური რიგის რაოდენობა, რომელიც ჩვენი კონკრეტული მაგალითისათვის ტოლია N=140.

შავი ზღვის წყლისა და ჰაერის ფარდობითი ტემპერატურის ( $t_1/t_2$ ) მათემატიკური ლოდინი გამოითვლება შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$m = \sum_{i=1}^n f(t_1/t_2) = 0,15 \cdot 0,014 + 0,45 \cdot 0,164 + 0,75 \cdot 0,500 + 1,05 \cdot 0,321 = 0,78 \quad (3)$$

შავი ზღვის წყლისა და ჰაერის ფარდობითი ტემპერატურის ( $t_1/t_2$ ) საშუალო კვადრატული

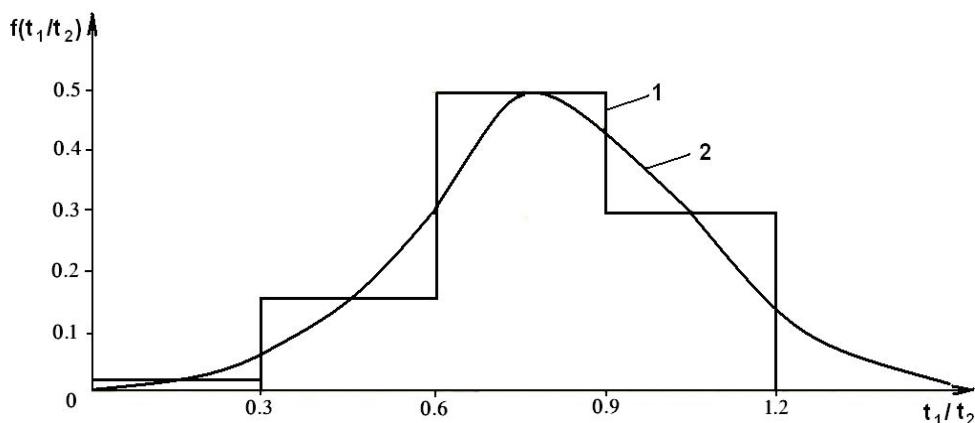
გადახრა იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(t_1/t_2)_i - (t_1/\bar{t}_2)]^2}{N}} = \sqrt{\frac{0,1936}{140}} = 0,089 \quad (4)$$

ცხრილი №1-ის მონაცემების მიხედვით ვაგებთ შავი ზღვის წყლისა და ჰაერის ფარდობითი ტემპერატურის ( $t_1/t_2$ ) პისტოგრამასა და შე-

საბამის თეორიულ მრუდს, რომლის გრაფიკებიც მოცემულია მე-5 სურათზე.





სურ. 5. შავი ზღვის წყლისა და ჰაერის ფარდობითი ტემპერატურის ( $t_1/t_2$ ) პისტოგრამის გრაფიკი და შესაბამისი თეორიული განაწილების მრუდი

### დასკვნა

შავი ზღვის აკვატორიაში ჩატარებული საველე-ექსპედიციური კვლევების თანახმად, სტატისტიკური მასალის, საიმედოობისა და რისკის თეორიის გამოყენებით დადგენილია შავი ზღვის წყლისა ( $t_1$ ) და ჰაერის ( $t_2$ ) ფარდობითი ტემპერატურის ( $t_1/t_2$ ), ფუნქციის სიმკვრივის გა-

ნაწილების კანონი, რომლის გრაფიკული სახე მოყვანილია მე-5 სურათზე. ამჟამად მიმდინარეობს შავი ზღვის წყლისა და ჰაერის ფარდობითი ტემპერატურის ( $t_1/t_2$ ) თეორიული განაწილების მრუდის მათემატიკური ჩაწერა.

### ლიტერატურა

1. ბილაშვილი კ., ელიზბარაშვილი მ., წიგწივაძე ნ. – ზღვის ეკოლოგია. თბილისი, თსუ-ს გამომცემლობა, 2009, 238 გვ.
2. სუპატაშვილი გ., ქაჯაია გ. – გარემო და ადამიანი. თსუ-ს გამომცემლობა, თბილისი, 2001, 156 გვ.
3. Gavardashvili A.G. – The Program Software to Create United Database of Black Sea Ecological Characteristics. Collected Papers of Water

- Management Institute of Georgian Technical University, № 68, Tbilisi, 2013, pp. 27-32.
4. Gavardashvili A. G. – Results of the field-and-scientific study in the water area of the estuaries of the major rivers of the Black Sea and sea ports on the territory of Georgia. 17<sup>th</sup> International conference on Environmental Sciences and Engineering. Paris, France, 2015, pp. 2305-2309.

**PREDICTING OF MOUNTAIN SLOPE EROSION IN THE CATCHMENT AREAS OF THE  
LAKNASHERA AND LEKVERARI RIVERS BY USING A UNIVERSAL  
SOIL LOSS EQUATION OF EROSION PROCESSES**

**Givi Gavardashvili<sup>1,2)</sup>**

**E-mail: *givi\_gava@yahoo.com***

<sup>1)</sup> Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of  
Georgian Technical University

<sup>2)</sup> Ecocenter for Environmental Protection  
Tbilisi, Georgia

**1. INTRODUCTION**

The catchment areas of the Lknashera and Lekverari rivers – the right tributaries of the Nakra river – are located on the east slope of the Shtauleri dividing range with the stream-heads originating from the mountain group of the same name being at the absolute height of within 3000m and their confluences end up on the territory of the village of Nakra in the catchment areas of which periodically transformed disastrous debris flows of high energy resulting in floods create a grave threat to the local population and infrastructure. Geomorphologic peculiarities and geological structure of the catchment areas of these rivers are identical.

The catchment area of the Nakra River is entirely situated in the Chkhalta-Laili tectonic zone of the Caucasus fold mountains system that represents a thick antiklinalorium structure surrounded by tectonic faults from north and south and specifically the valley of the Nakra river should be developed meridionally oriented along with one of these tectonic faults.

It is noteworthy that according to the statistical data in the catchment area of the Enguri River of the Mestia Municipality within 1987-1998, i.e. over the 11-year period high energy debris flows were observed in 68 rivers including the catchment area of

the Nakra river as a result of which 82 settlements turned out to be in a danger zone. Following the heavy rains (145 mm) fallen on 17 June, 1982 disastrous debris flows developed in almost all tributaries of the upper side of the Enguri river. Disastrous debris flows occurred in June, 1986 as a result of the 4-hour relentless rains (106mm). These generated debris flows inflicted heavy destruction and material damage as a result of which 34% of the settlements and infrastructure appeared in the high risk area. In the summer, 2006 the debris flow transformed in the valley of the Lekverari river brought the stone-mud mass of the capacity of 70000 m<sup>3</sup> to the populated area of the village which resulted in a complete destruction of the household buildings and engineering facilities including the bridge over the river being in the way of the disastrous occurrence. In 2010 the debris flows transformed in the same river brought the stone mud mass of the capacity of 30000 m<sup>3</sup> to the territory of the village in the valley of the Nakra river, temporarily blocked up the Nakra river bed, washed out the left bank of the valley, washed away the basis of the tectoseismogenic landslide and activated it; the debris flows washed away and demolished all kinds of structures, a transitional motorway bridge as well as

all agricultural lands in their way [1,2].

In the valley of the Laknashera River the debris flows transformed in 2011 brought out the stone mud mass of the capacity of approximately within 200000 cubic meter. Notwithstanding the fact that this river is significantly away from the settlement it inflicted heavy damage on it; the disastrous occurrence sanded and demolished agricultural lands and a local road. The debris flow obstructed the valley of the Nakra River and blocked up the river bed creating a real threat of flooding [3].

In the flows brought out by debris flows the capacity of each boulder was within 5-6m indicating that debris flows were of high density geological nature.

Based on the data obtained by the specialists of the National Environment Agency of Georgia the transformation of debris flows occurred in this very river in 2012 where the flows of the capacity of hundreds of thousands cubic meters crippled the only motorway of the valley.

Therefore, we can come to a conclusion that not only morainic deposits remained as a result of the Ice Age of the Upper Pleistocene existing in the headstreams of the rivers take part in the formation of transforming debris flows in the catchment areas of the Lekverari and Laknashera rivers, but also the crushed stone transferred by landslide-gravitational slope avalanches as well as transitional material existing in the river beds the periodical brought-out of

which are reflected on the great sediment cones formed on the bottom of the valley of the Nakra river that currently are united almost in one space the total area of which exceeds 100 ha. The geomorphological characteristics of this territory clearly show that disastrous debris flows were transformed in the valleys of these rivers multiple times. As a result of the recent debris flows the river beds were completely filled up that following the active erosion processes of the rivers were deepened up to the depth of 3-5 meters but on some areas they were artificially cleaned and deepened. Facies and fraction compositions of the material allow concluding that the debris flows transformed in these rivers are of high density stone-mud geological nature. Otherwise, it would not have been able to bring out the boulders of such big size with the dimension of exceeding 4-5m to the sediment cones area and besides, the cut-off remains of the trees survived in the area of the sediment cones demonstrate that the depth of the debris flows made up at least 2,5-3,0 m.

With a view to having a real picture of the amount of annual precipitations in the closed space of the catchment area of the Nakra river and how it is distributed according to the seasons it is necessary to install a mini meteorological station preferably for the conditions of an automatic operating mode, conduct permanent monitoring surveys, register all changes as well as in parallel, determine the causes of these changes.

## 2. FORECASTING OF MOUNTAIN SLOPE EROSION IN THE CATCHMENT AREAS OF THE LAKNASHERA AND LEKVERARI RIVERS

According to the field reconnaissance geological research carried out by the scientific workers of (NNEL) Ecocenter for Environmental Protection within the spring-autumn period in 2016, there was assessed

soil loss with a first approach by using a universal equation of erosion processes (W. Wischmeier and D. Smith equation) for all 14 sensitive areas of mountain slopes observed (Fig. 1).

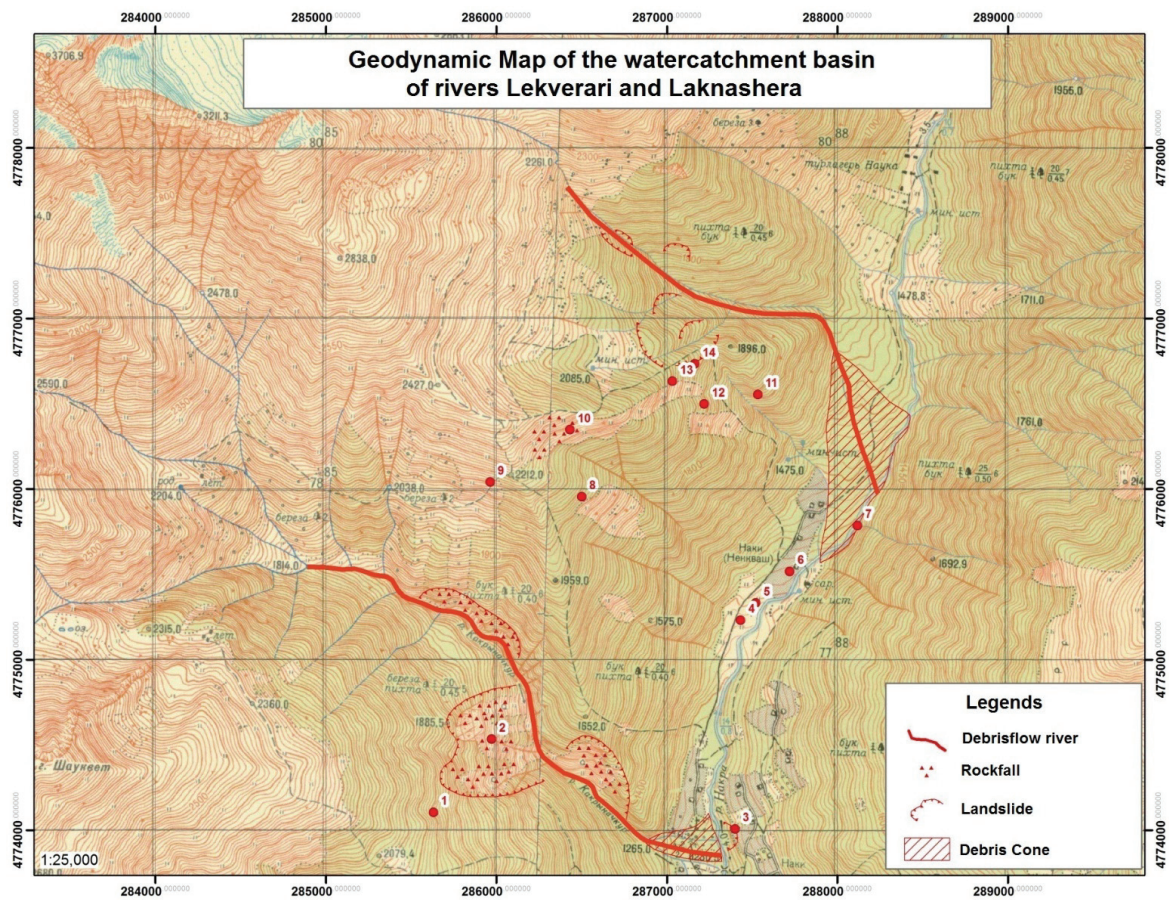


Fig. 1. Geodynamic situation map of the catchment area of the Lakhshera and Lekverari rivers

Debris flow processes transformed on a periodic basis in the catchment areas of the Lekverari and Lakhshera rivers poses a real great threat to the population as well as infrastructure of the village of Nakra. Transformation of disastrous debris flows in the catchment areas of the rivers mentioned above is a result of a synergy of natural factors including its component, existence of solid mass (geological product) in the upper part of the catchment areas of the rivers in abundance as morainic deposits and in the transit zone of the river beds periodical accumulation of bed and gravitational slope deposits.

The solid mass that later turns into debris flows is activated by pouring rains and sometimes by blocking up river beds temporarily with landslide-gravitational formations. High gradient river beds significantly

increase energy efficiency of the solid mass transforming into debris flows after it breaks through the natural barrier [4, 5].

With a view to studying contemporary geological processes occurring in the catchment areas of the Lakhshera and Lekverari rivers in September-October, 2016 geological reconnaissance monitoring surveys were conducted during which erosion-landslide sensitive areas were observed on each river and their current geodynamical states evaluated (Fig. 1). By using GPS coordinates were detected on each sensitive area and plotted on a digital map.

Based on the analysis of the data obtained as a result of the reconnaissance and monitoring surveys conducted on the field there was identified 14 sensitive areas (Table 1) as well as evaluated

geographical location of each area (GPS coordinates), landslide slope genesis and terrain structure, geological composition, hydrogeological conditions of mountain slopes, location of landslide basis in compliance with a slope, general description of landslide mass – its composing rocks, their age and engineering-geological description, landslide type and power capacity, its formation and activity rate, landslide slope stability, a risk of its formation, etc. The equation is the following [6]:

$$A = R \times K \times S \times L \times C \times P, \text{ (t/h per year),} \quad (1)$$

Where:  $A$  Average soil loss per year (t/h per year);

$R$  – erosion factor of atmospheric precipitation (mm), which is calculated as following:

$$R = 0,4 P \times E I_{30} \text{ (mm)} \quad (2)$$

Where:  $P$  amount of storm rain (mm),  $E$  – Kinetic energy of erosion rain, which is :

$$E = 0,119 + 0,0873 \log I_{30} \quad (3)$$

Where:  $I_{30}$  Maximum intensity of 30 minutes rains (mm/minute);  $K$  – Soil erosion factor, which is calculated by using an average diameter of the soil[6]:

$$K = 0,0034 + 0,0397 \exp \left[ \frac{-0,5(\log D_g + 1,533)^2}{0,7671} \right] \quad (4)$$

Where:  $D_g$  – is an average diameter of the particle, which is calculated as following:

$$D_g = \exp \left( 0,01 \sum_{i=1}^n f_i \log m_i \right), \quad (5)$$

Where:  $f_i$  percentage mass of the particle fraction size;  $m_i$  – fraction size of the particle;  $S$  – Factor of slope inclination, which is calculated as following:

$$S = 0,065 + 0,045s + 0,0065s^2, \quad (6)$$

Where:  $s$  slope inclination in percentage (%);  $L$  – factor of slope length, which is calculated as following:

$$L = (l/22,13)^{0,5} \text{ (m)}, \quad (7)$$

Where:  $l$  is the length of the slope (m);  $C$  – influence of vegetation cover, which is calculated as following :

$$C = e^{-0,06\nu}, \quad (8)$$

Where:  $\nu$  function of vegetation cover in percentage; Meaning of  $C$ , may be  $C = 1,0$  on the denuded area,  $C = 1,2$  for the area graded by motorvehicles;  $P$  – Protection factor.  $P = 0,5$  – in case of water repellent stacks,  $P = 1,0$ , where are not used any protective measures. Depending on the above mentioned method statement, erosion prognosis of mountain slope of the are given in the table (table 1).

**PREDICTING OF MOUNTAIN SLOPE EROSION IN THE CATCHMENT AREAS OF THE LAKNASHERA AND LEKVERARI RIVERS BY USING A UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION OF EROSION PROCESSES**

**Table 1**  
**Forecasting of mountain slope erosion in the catchment areas of the Laknashera and Lekverari rivers**

Site N	Coordinates of GPS		Factor of atmospheric precipitation (R)	Factor of soil erosion (K)	Factor of slope inclination (S)	Factor of Slope length (L)	Factor of vegetation cover (C)	Factor of area protection (P)	Loss of Soil (A) t/h per year	Erosion Class according R. Morgan Scale[6]	Average soil loss per year (t/h per year)
	X	Y									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	285630	4774105	34,97	0,0048	0,948	2,689	1.0	1.0	0,43	1	0-2
2	285971	4774534	34,97	0,0062	14,506	2,072	1.0	1.0	6,52	3	5-10
3	287400	4774008	34,97	0,0051	4,368	1,164	1.0	1.0	4,73	2	2-5
4	287433	4775231	34,97	0,0066	3,813	3,920	1.0	1.0	9,00	3	5-10
5	287522	4775332	34,97	0,0052	9,207	2,515	1.0	1.0	4,21	2	2-5
6	287721	4775517	34,97	0,0059	0,948	1,344	1.0	1.0	0,26	1	0-2
7	288119	477578	34,97	0,0062	14,506	2,071	1.0	1.0	6,51	3	5-10
8	286500	4775955	34,97	0,0060	14,509	2,073	1.0	1.0	6,59	3	5-10
9	285963	4776041	34,97	0,0066	14,511	2,070	1.0	1.0	6,98	3	5-10
10	286431	4776348	34,97	0,0062	14,506	2,070	1.0	1.0	6,50	3	5-10
11	287534	4776554	34,97	0,0059	6,258	5,163	1.0	1.0	3,33	2	2-5
12	287219	4776498	34,97	0,0064	2,816	2,991	1.0	1.0	4,92	2	2-5
13	287032	4776631	34,97	0,0051	4,368	1,164	1.0	1.0	4,73	2	2-5
14	287164	4776733	34,97	0,0062	14,506	2,069	1.0	1.0	6,52	3	5-10

### 3. CONCLUSION

1. As a result of the field geological monitoring surveys conducted in the catchment areas of the Lakanashera and Lekverari rivers 14 sensitive dangerous areas disposed to landslides with established GPS coordinates were determined.

2. The before, with a view to studying erosion processes on a landslide-type surface of the sensitive areas, on the first stage of the research based on the analysis of the reconnaissance and scientific-research works carried out in the catchment areas of the right tributaries – the Lakanashera and Lekverari river – of the Nakra river and by using a universal soil loss equation of erosion processes (developed by scientists W. Wischmeier and D. Smith), with a first

approach it has been determined the intensity of erosion processes of the sensitive areas as well as the erosion class according to the scale of English scientist, Prof. Roy Morgan. Based on the mathematical calculations it has been identified that the degradation factor of the soil-ground surface on the sensitive areas, or, the class of erosion processes ranges within 1 to 3 classes with relevant intensity of erosion: in the case of I class erosion the intensity of erosion changes 0 – 2 t/ha in a year, in the case of II class erosion it changes 2 – 5 t/ha in a year and in the case of III class erosion – 5 – 10 t/ha in a year with washing down erosional fractions.

### 4. REFERENCE

1. **Ayyub B.M.** Risk Analysis Engineering and Economics. A CRC Press Company. Boca Raton, London, New , Washington, D.C., 2003, 571 p.
2. **Gavardashvili G.V.** Forecasting of Erosion and Debris flow Processes for the Energy Supply and Transport Corridors of Georgia Using the Theory of Reliability and Risk . First International Conference on Vulnerability and Risk Analysis and Management.(ICVRAM) April 11-13, 2011, University of Maryland, USA, pp. 813-820.
3. **Gavardashvili G.V., Ayyub B.M.** The Field Investigation of Erosion and Debris Flow Processes in Catchment Basin of the Duruji River. 5th International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation, Mechanics, Prediction and Assessment. Padua, ITALY – 14-17 June 2011. pp. 63-71.
4. **Gavardashvili G.V.** Forecasting of Erosion and Debris Flow Processes for the Energy Supply and Transport Corridors of Georgia Using The Theory of Reliability and Risk. 6th International Conference on Contemporary Problems of Architecture and Construction. VSB-Technical University of Ostrava. Ostrava, CZECH REPUBLIC, 24<sup>th</sup> – 27<sup>th</sup> June, 2014, pp. 71.
5. **Mirtskhoulava Ts.E.** Hazards and Risk (at some water and other systems. Types, Analysis, Assessment). 2 Books. Tbilisi, 2003, "Metsniereba", 807 p. (in Russian).
6. **Morgan, R.P.C.** Topics in Application Geography. Soil Erosion. Longmont, London, 1979, 114 p.

**მდინარე ვერეს მარჯვენა შენაკადის – მდინარე ჯახანის ხეობაში  
სენსიტიური უბნების დაზიანებისა და მათი შეფასება\***

**ნათია გავარდაშვილი**  
**E-mail: n.gavardashvili@gmail.com**

გარემოს დაცვის ეკოცენტრი  
თბილისი, საქართველო

**შეჯამება**

ბოლო პერიოდში, ჩვენს პლანეტაზე გლობალური დათბობის ფონზე, მოიმატა ატმოსფერული ნალექების რაოდენობამ და ინტენსივობამ, რამაც განაპირობა მდინარეთა ხეობებში, მთის ფერდობებზე ნიადაგის დეგრადაციის პროცესები და შესაბამისად ფერდობების მდგრადობის შესუსტება. გამონაკლისი არც საქართველოა, სადაც მნიშვნელოვნად გაიზარდა ბუნების სტიქიური მოვლენების ფორმირების სიხშირე და სიმძლავრე, რასაც ადასტურებს ქვეყნისადმი მიყენებული მატერიალური ზარალისა და ადამიანის მსხვერპლის რაოდენობის ზრდაც [1,2].

2015 წლის 13-14 ივნისს სოფელ ახალდაბის მიმდებარე ტერიტორიაზე, მდინარე ვერეს მარჯვენა შენაკადის – ჯახანის ხევის წყალშემკრებ აუზში განვითარდა ფორმირებული მეწყერული გენეზისის ეროზიულ-ღვარცოფული მოვლენები. წინა პერიოდში მოსულმა ხშირმა ატმოსფერულმა ნალექმა, რასაც თან დაერთო 2015 წლის 13-14 ივნისს მოსული ინტენსიური თავსხმა წვიმა (დაახლოებით 50 მმ 4 სთ-ის განმავლობაში), განაპირობა მეწყერული სხეულის ჩამოცურების ზედაპირზე დიდი ოდენობით ინფილტრირებული წყლის მოხ-

ვედრა, რამაც გამოიწვია მთის ფერდობის დამძიმება, შეამცირა მისი საწყისი წინაღობა ძვრაზე, დაარღვია ფერდობის წონასწორობა და განვითარდა მეწყერული პროცესები [3]. აქვე აღსანიშნავია ის გარემოებაც, რომ მდინარე ვერეს კალაპოტი არ გადააკტილა მარტო ჯახანის ხევიში ფორმირებული მეწყერული გენეზისის ღვარცოფული ნაკადით. ღვარცოფის ფორმირებას ადგილი ქონდა აგრეთვე ჯახანის ხევის მარცხენა შენაკადზეც, მდ. ახალდაბის ხევიზე, რომელიც დაემატა ჩახანის ხევიზე ფორმირებულ ღვარცოფს. ორივე ხევიდან ერთდროულად ფორმირებულმა ღვარცოფმა გადააკეტა მდინარე ვერეს კალაპოტი. მდინარის კალაპოტის ჩახერგვის შედეგად განხორციელდა მდინარე ვერეს ინტენსიური შეტბორვითი პროცესი. გარკვეული დროის მონაკვეთში მდინარის ნაკადმა გაარღვია ბუნებრივი ზღუდარი, რამაც განაპირობა დიდი სიმძლავრის ტურბულენტური ღვარცოფის ფორმირება და შემდგომ, ღვარცოფის მოძრაობა ქ. თბილისის მიმართულებით, რასაც მოჰყვა დიდი ნგრევა და, სამწუხაროდ, სტიქიამ შეიწირა 26 ადამიანის სიცოცხლე. სტატისტიკა გვიჩვენებს, რომ მდინარე ვერეს კალაპოტში კატასტროფული

\*სამეცნიერო სტატია მომზადდა შ. რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ახალგაზრდა მეცნიერთა კვლევების გრანტის „ქ. თბილისის მოსახლეობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით მდინარე ვერეს წყალშემკრებ აუზში ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების კვლევა და მათი გათვალისწინება გარემოსდაცვითი ახალი ალტერნატიული სქემების დამუშავებისას“ ( YS15\_2.1.5\_8) დაფინანსებით



წყალდიდობა ასევე ყოფილა წინა საუკუნეშიც, რასაც მოჰყოლია ასევე დიდი მატერიალური ზარალი და მსხვერპლიც [4].

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულის მხედველობაში მიღებით, ჩვენი ქვეყნის დედაქალაქისა და მისი მოსახლეობის სიცოცხლის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით, მდინარე ვერეს კალაპოტში ფორმირებული წყალდიდობების, ეროზიულ-დვარცოფული პროცესების კვლევა და გარემოსდამცავი ახალი აღ-

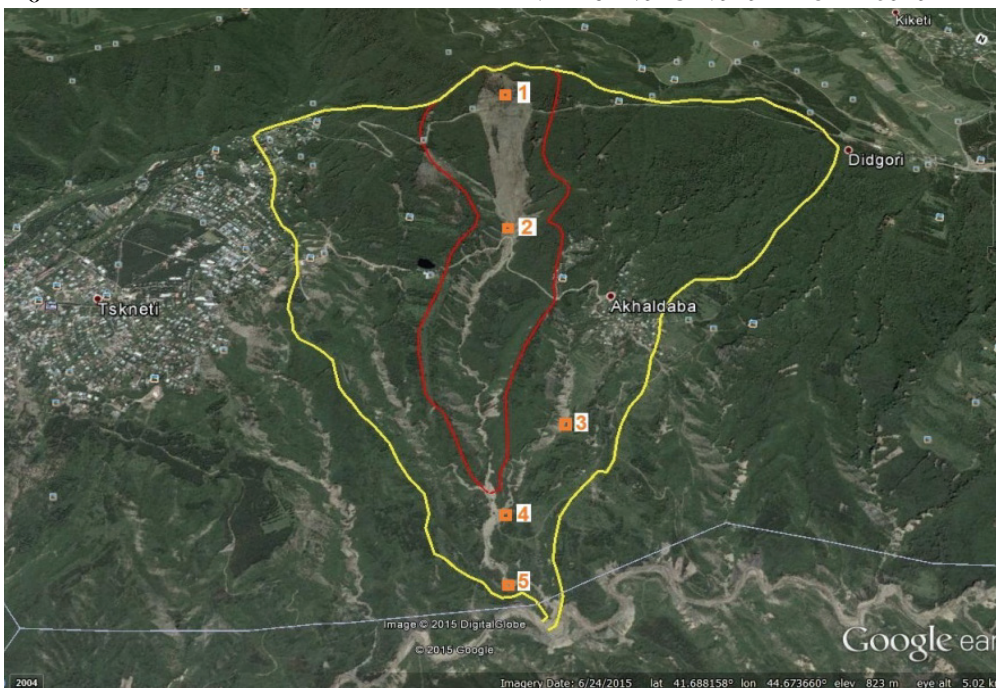
ტერნატიული სქემების დამუშავება ჩვენი ქვეყნისთვის მნიშვნელოვანია და იგი წარმოადგენს აქტუალურ პრობლემას. ამაზე მეტყველებს ასევე, 2015 წლის 19 ივნისს საქართველოს პრემიერ-მინისტრის მიერ მდ. ვერეს ხეობის ახლებურად დაგეგმარების საკითხზე სახელმწიფო კომისიის შექმნაც, რომელიც ასევე ჩვენი კვლევის სახელმწიფო პრიორიტეტულ მიმართულებაზე მიუთითებს [1].

### მდინარე ვერეს მარჯვენა შენაკადზე – მდინარე ჯახანის ხევში საველე-მესაქედიური კვლევები და მათი შეფასება

მდინარე ვერეს წყალშემკრებ აუზში ეროზიულ-დვარცოფული პროცესების შესწავლის მიზნით, მდინარე ვერეს მარჯვენა, აქტიურ ეროზიულ-დვარცოფული ტიპის შენაკადზე – ჯახანის ხევის წყალშემკრები აუზის მთის ფერდობებსა და მდინარის კალაპოტში შერჩეულ იქნა 5 სენსიტიური უბანი, ფართობით – 20x20 მ<sup>2</sup>, რომლებიც დაფიქსირდა GPS-ის კოორდინატებით და გადაღებულ იქნა შესაბამისი ფოტო-მასალა. სურ. 1-ზე მოცემულია მდინარე ჯახანის ხევში შერჩეული 5 სენსიტიური უბანი, რომელიც დატანილია ციფრულ რუკაზე.

სურათებზე 2.1-2.6 კი მოცემულია სენსიტიური უბნების საერთო ხედი, საიდანაც მთის ფერდობის ზედაპირიდან აღებულ იქნა ნიადაგ-გრუნტის ნიმუშები და ლაბორატორიაში ამჟამად მიმდინარეობს მათი საინჟინრო-გეოლოგიური გამოკვლევა.

ლაბორატორიული კვლევის მიზანს წარმოადგენდა საცრების დახმარებით გრუნტის ნაწილაკების ზომების დადგენა და, შემდეგ ეტაპზე, შესაბამისი წონის განსაზღვრა. კვლევის შემდეგი ეტაპი ითვალისწინებს ნიადაგ-გრუნტის საშუალო დიამეტრის გაანგარიშებას არსებული დამოკიდებულებების გამოყენებით.



სურ. 2.1. მდინარე ჯახანის ხევში შერჩეული სენსიტიური უბნების რუკა

მდინარე ვიჩხის მარჯვენა შენაკადის – მდინარე ჯახანის ხეობაში  
სენსიტიური უბნების დაფიქსირება და მათი შემფასება\*



სურ. 2.2. I უბანი



სურ. 2.3. II უბანი

სენსიტიური უბნების დაფიქსირების შემდეგ თითოეული სექტორის GPS-ის კოორდინატები და შესაბამისი ნიმუშების წონა მოცემულია 2.1 ცხრილში.



სურ. 2.4. III უბანი



სურ. 2.5. IV უბანი



სურ. 2.6. V უბანი

სენსიტიური უბნების კოორდინატები და ნიადაგ-გრუნტის ნიმუშების წონა

№	სენსიტიური უბნის ნომერი	სენსიტიური უბნის GPS -ს კოორდინატები		ნიმუშების წონა (კგ)
		X	Y	
1	I უბანი	0473198	4613771	4,52
2	II უბანი	0472825	4614455	3,87
3	III უბანი	0472129	4615630	3.60
4	IV უბანი	0472173	4616073	2.41
5	V უბანი	0471811	4616455	4,83

ამრიგად, სენსიტიური უბნებიდან აღებული ნიადაგ-გრუნტის 5 ნიმუში გამოშრობილი იქნა სპეციალურ ლაბორატორიულ თერმოსტატში და, ამჟამად, მიმდინარეობს გრუნტის

სხვადასხვა დიამეტრის საცრებში ნიმუშების გაცრა მისი შემდგომი საინჟინერო-გეოლოგიური გამოკვლევის მიზნით.

**დასკვნა**

1. მდინარე ვერეს წყალშემკრებ აუზში ეროზიულ-დვარცოფული პროცესების შეფასების მიზნით მისი მარჯვენა შენაკადის – მდინარე ჯახანის ხევის წყალშემკრებ აუზში განხორციელდა საველე-სამეცნიერო კვლევები;
2. მდინარე ჯახანის ხევის წყალშემკრებ აუზში დაფიქსირდა 5 სენსიტიური უბანი, რომელზედაც შემოიფარგლა ფართობი 20x20 მ<sup>2</sup> და მისი ადგილმდებარეობა დაფიქსირდა GPS-ის კოორდინატებში;

3. მიღებული ფართობები დატანილ იქნა ციფრულ რუკაზე და შესწავლილი იქნა ზედაპირის მდგომარეობა ეროზიული პროცესების შეფასების გათვალისწინებით;
4. სენსიტიური უბნების ზედაპირის ნიადაგ-გრუნტის შეფასების მიზნით აღებულ იქნა გრუნტის 5 ნიმუში და საცრული მეთოდით ამჟამად მიმდინარეობს ნიადაგ-გრუნტის ნაწილაკების გაცრა ლაბორატორიულ პირობებში ეროზიული პროცესების შემდგომი პროგნოზირების მიზნით.

**ლიტერატურა**

1. გ. გავარდაშვილი, ე. კუხალაშვილი, რ. დიაკონიძე, გ. ჩახაია, ლ. წულუკიძე, ზ. ვარაზაშვილი. მდინარე ვერეს კალაპოტში 2015 წლის 13-14 ივნისს ბუნების სტიქიური მოვლენების შეფასება, ანალიზი და სტიქიის რეგულირების ეფექტური ღონისძიებები. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული №70. თბილისი, 2015, 13 გვ.
2. დ. კერესელიძე, მ. ალავერდაშვილი, თ. ცინცაძე, ვ. ტრაპაიძე, გ. ბრეგვაძე. რა მოხდა 2015 წლის 13 ივნისს მდინარე ვერეს წყალშემკრებ აუზში. თბილისი, თსუ, 40 გვ;

3. გ. გრიგოლია, დ. კერესელიძე, მ. ალავერდაშვილი, ვ. ტრაპაიძე, გ. ბრეგვაძე. მდინარე ვერესზე ცალკეული თვეებისა და წლის მაქსიმალური ხარჯების ცვალებადობის დინამიკის (ტრენდის) შეფასება. სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული №70, თბილისი, 2015, გვ. 45-50;
4. G. Gavardashvili, G. Chakhaia, L. Tsuluki-dze, E. Kukhalashvili, R. Deakonidze, Z.Varazashvili. June 13-14, 2015, Natural Disasters in Tbilisi, Analysis and Disaster Effective Measures to Regulate the River Vere Bed. First International Sandiego-Georgia Conference. Tbilisi, TSU, T., 2015, 2 p.

**შავი ზღვისა და მასში ჩამდინარე წყლების ხარისხის  
შეფასება საქართველოს საზღვრებში**

**რობერტ დიაკონიძე, ევგენია შენგელია, გივი გავარდაშვილი, გოგა ჩახაია,  
ლევან წულუკიძე, თამრიკო სუპატაშვილი, ბელა დიაკონიძე**  
**E-mail: robertdia@mail.ru**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60<sup>ბ</sup>, 0179, თბილისი, საქართველო

**შ ე ს ა ვ ა ლ ი**

საქართველოს შავიზღვისპირეთი მოიცავს აჭარისა და აფხაზეთის ავტონომიური რესპუბლიკის, გურიის, სამეგრელო-ზემო სვანეთის ტერიტორიებს. სამწუხაროდ, საქართველოს ძირძველი კუთხე – აფხაზეთი დღესდღეობით ოკუპირებულია და საქართველოს იურისდიქციას დროებით არ ექვემდებარება.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩვენს კვლევაში შავიზღვისპირეთი წარმოდგენილი იქნება აფხაზეთის ავტონომიური რესპუბლიკის გარეშე.

შავი ზღვა მისი არსებობის მანძილზე

სხვადასხვა სახელწოდებით მოიხსენიებოდა, პერიოდულად იცვლებოდა მისი საზღვრებიც [7, 8]. ის თავისი სპეციფიკური და განსაკუთრებული თვისებების გამო მსოფლიოს მეცნიერთა ყურადღების ცენტრშია. შავი ზღვის მდგომარეობა აღიარებულია საერთაშორისო ეკოლოგიურ პრობლემად. შავი ზღვის სანაპირო ქვეყნების: ბულგარეთი, რუმინეთი, რუსეთი, საქართველო, უკრაინა და თურქეთი – შეკრების შედეგად (1966.31.X) 31 ოქტომბერი გამოცხადებულია „შავი ზღვის“ საერთაშორისო დღედ.

**პირითაღი ნაწილი**

შავი ზღვის მრავალი ეკოლოგიური პრობლემებიდან ერთ-ერთია მასში გოგირდწყალბადის არსებობა, რომელიც არათანაბრადაა გადანაწილებული როგორც ზღვის სიღრმეში, ისე წყლის ზედაპირის სარკის ფართობზე. გოგირდწყალბადის გავრცელების ზონაში შეზღუდულია ცოცხალი ორგანიზმების არსებობა და იქ მხოლოდ ზოგიერთი სახის ბაქტერია ცოცხლობს.

შავი ზღვა, მართალია ღია ზღვაა, მაგრამ მისი განსაკუთრებული გეომორფომეტრიული

პირობების გამო, რაც ძირითადად იმაში გამოიხატება, რომ ის ბოსფორის არაღრმა ვიწრო სრუტით უკავშირდება მსოფლიო ოკეანეს, წყლის მასების გადინება ხმელთაშუა ზღვაში საკმაოდ ძლიერაა შეზღუდული. გამომდინარე ზემოაღნიშნულიდან, გოგირდწყალბადით ისედაც დაბინძურებულ წყალს, რომელსაც ემატება დამაბინძურებელი ზედაპირული ჩამონადენის წყლები, ზღვებს შორის წყლის მასების გაცვლის შეზღუდული პირობების გამო, ემატება ხმელთაშუა ზღვიდან შემოსული

\*სტატია ეხება პროექტს, რომელიც ხორციელდება სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური ხელშეწყობით (გრანტი №FR/115/9-180/13). წინამდებარე პუბლიკაციაში ავტორთა მიერ გამოთქმული ნებისმიერი მოსაზრება შესაძლოა არ ასახავდეს შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის შეხედულებებს.

დაბინძურებული ნივთიერებები. ამ შემთხვევაში შავი ზღვა საღვინის როლში გვევლინება და მისი ეკოლოგიური მდგომარეობა უფრო უარესდება.

საქართველოს საზღვრებში შავი ზღვის წყლის ხარისხისა და მასში გოგირდწყალბადის გავრცელების შესაფასებლად 2014-2016 წლებში, საგრანტო პროექტის ეგიდით განხორციელდა შესაბამისი კვლევები.

შავი ზღვის წყლის ხარისხის შესაფასებლად სანაპირო ზოლიდან 100-150 მ-ის დაშორებით განხორციელდა ზღვის წყლის სინჯების აღება და მათი ლაბორატორიული კვლევები. ამისათვის ზღვისპირეთში შერჩეულ იქნა ძირითადი ცნობადი კურორტები: ბათუმი, ქობულეთი, ურეკი, გრიგოლეთი, მალთაყვა და ანაკლია.

შავ ზღვაში ჩამდინარე წყლების (მდინარეების) ხარისხის შესასწავლად და მის შესაფასებლად შერჩეულ იქნა ისეთი მდინარეები, რომელთაც გარკვეულწილად შეუძლია ზემოქმედება მოახდინონ ზღვის წყლის ხარისხზე, კერძოდ: ჭოროხი, ჩაქვის წყალი, კინტრიში, ნატანები, სუფსა, რიონი, ხობი და ენგური.

ზღვისა და მასში ჩამდინარე წყლების ხარისხისა და მისი დაბინძურების დონის შესაფასებლად გამოყენებულ იქნა ჩვენ მიერ განხორციელებული სამეცნიერო-საკვლე და ლაბორატორიული კვლევის მასალები [ლაბორატორიული კვლევის შედეგები, როგორც ტექსტური, ისე ელექტრული ვერსიის სახით ინახება საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში], სამამულო და ევროპული ქვეყნების ნორმატიული დოკუმენტები. წყლის კლასის შესაფასებლად მისი ეკოლოგიური უსაფრთხოების პოზიციიდან გამომდინარე, გამოყენებულ იქნა ევროპის ქვეყნების ეკონომიკური ურთიერთობის საბჭოს რეკომენდაციები [1; 2; 3; 4; 5; 6].

როგორც კვლევებმა გვიჩვენა, ზღვის წყალი დაბინძურებულია მძიმე მეტალით და მათი რაოდენობა ზოგიერთ შემთხვევაში ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციებს აჭარბებს: თუთია

– 15,2-ჯერ; სპილენძი – 5,62-ჯერ; ნიკელი – 11,6-ჯერ; დარიშხანი – 3,1-ჯერ; ტყვია – 3,09-ჯერ; ფენოლები – 10-ჯერ.

განსხვავებულია მდგომარეობა ზღვაში ჩამდინარე წყლების (მდინარეების) შემთხვევაში. როგორც ლაბორატორიული კვლევის მასალებმა აჩვენა, მდინარეები საგრძობლად და დაბინძურებული მიკრობიოლოგიური ელემენტებით. ეს განსაკუთრებით შეიმჩნევა მდინარეების წყალდიდობის დროს, რაც ჩვენი აზრით სახალხო მეურნეობის დარგების სხვადასხვა ინფრასტრუქტურის სანიტარული ნორმების დაუცველობითაა გამოწვეული. კერძოდ, მრავალ დასახლებულ პუნქტში მოსახლეობის ცხოველებისა და ფრინველების სადგომები, აგრეთვე საპირფარეშოები უშუალოდ მდინარის კალაპოტშია განთავსებული, რაც ჩამდინარე წყლების დაბინძურების წყაროა.

შავ ზღვაში გოგირდწყალბადის არსებობისა და მისი გავრცელების შესახებ, ჩვენი შესაძლებლობის ფარგლებში, მოძიებულ იქნა სხვადასხვა სამეცნიერო კვლევის მასალები [cyclowiki.org/wiki:blacksea-education.ru]. აღნიშნული სამეცნიერო წყაროების ანალიზის მიხედვით გოგირდწყალბადი შავ ზღვაში აღმოჩენილი იქნა 1890 წელს რუსეთის ოკეანოგრაფიული ექსპედიციის მიერ. მათი მონაცემებით, გოგირდწყალბადის შემცველობა ზღვის წყლის მოცულობის 90%-ს შეადგენდა. ზღვის ცენტრალურ ნაწილში გოგირდწყალბადის ფენა ვლინდება ზღვის ზედაპირიდან 50 მ-ის, ხოლო ნაპირებთან 200-300 მ-ის სიღრმეში. გოგირდწყალბადის გავრცელების მატება, 1990 წლის კვლევების მიხედვით, არასახარბიელოა და მისი გავრცელების დინამიკა 1890-2020 წლების პროგნოზით – მატულობს. ნავარაუდები იყო, რომ 2010 წლისათვის ზღვის ცენტრალურ ნაწილში ზედაპირიდან მხოლოდ 15 მ-ის სიღრმემდე არ იქნებოდა გოგირდწყალბადის ფენა. სამწუხაროდ, ჩვენი შესაძლებლობით ამის გადამოწმება აღნიშნულ ადგილზე ვერ მოვახერხეთ (თანხების სიმცირის გამო).

ზოგადად, აღიარებულია, რომ გოგირდწყალბადის გავრცელება შავ ზღვაში ზედაპირიდან 150-200 მ-ის სიღრმეშია.

შავ ზღვაში გოგირდწყალბადის არსებობის მიზეზად, ძირითადად, ორი ვერსია სახელდება:

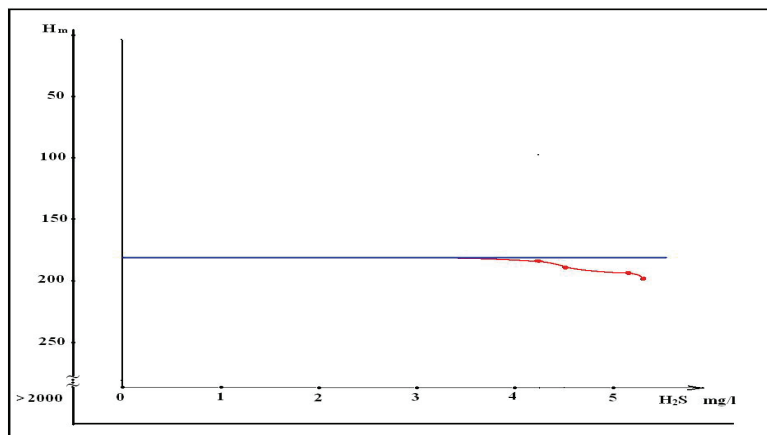
- მკვდარი ორგანული ნივთიერებების გარხრწნის დროს ზღვის ბაქტერიებით სულფატების აღდგენა;

- შავი ზღვის ფსკერის ნაპრალებიდან აირის გამოყოფა.

მიუხედავად იმისა, რომ, ფაქტობრივად, ჯერჯერობით დაუდგენელია შავ ზღვაში გოგირდწყალბადის წარმოშობის უტყუარი მიზეზები, ჩვენი ვარაუდი მისი წარმოშობის შესახებ მეორე ვერსიისაკენ იხრება – ზღვის ფსკერის ნაპრალებიდან აირის გამოყოფა. ამ შეხედულებას ამყარებს ის, რომ საქართველოს ტერიტორიაზე, შავი ზღვის მიმდებარედ, ხმელეთზე წარმოებულმა გეოლოგიურმა კვლევებმა დაადგინა გოგირდწყალბადის წიაღის სიღრმეში არსებობა.

საგრანტო პროექტის გეგმის შესაბამისად

და ჩვენი შესაძლებლობების ფარგლებში (პირველად 2015 წლის 5 ივლისს და მეორედ 2016 წლის 5 ივლისს), საქართველოს ტერიტორიულ წყლებში, ქ. ფოთიდან დაახლოებით 3 მილის მოშორებით, კოორდინატებში: (პირველად- $X=715709,75$ ;  $Y=4667877$  და მეორედ- $X=715884,34$ ;  $Y=4667920,58$ , თითქმის იმავე ადგილზე) განხორციელდა გოგირდწყალბადის ფენის სიღრმითი გავრცელების შესწავლა. პირველი და მეორე გაზომვების შედეგები ილენტური აღმოჩნდა. კერძოდ, დაფიქსირდა ასეთი შედეგები: გოგირდწყალბადის შემცველობა ზედაპირიდან 200 მ-ის სიღრმეში შეადგენს – 5,3 მგ/ლ; 195 მ-ში – 5,0 მგ/ლ-ში; 190 მ-ში – 4,45 მგ/ლ-ში; 185 – 4,1 მგ/ლ; 180 მ-ში -0. გრაფიკულად გოგირდწყალბადის ცვლილება ზღვის სიღრმეში წარმოდგენილია ნახ.-ზე 1; სურ. 1, საიდანაც ჩანს, რომ ზღვაში გოგირდწყალბადის სიღრმითი გავრცელების ზღვარი, როგორც პირველად, ისე მეორედ გაზომვისას, დაფიქსირდა ზედაპირიდან 180 მ სიღრმეზე, რაც, ძირითადად, ემთხვევა დღეისათვის საზოგადოდ აღიარებულ მაჩვენებელს.



ნახ. 1. გოგირდწყალბადის ცვლილება ზღვის სიღრმეში.  
( $H_m$ -ზედაპირიდან ზღვის სიღრმე მ-ში,  $H_2S$ -გოგირდწყალბადის შემცველობა მგ/ლ-ში)



სურ. 1. შავ ზღვაში გოგირდწყალბადის განსაზღვრა

### დასკვნა

• შავ ზღვაში წყალი დაბინძურებულია ზოგიერთი მძიმე მეტალით, თუმცა მიუხედავად ამისა, ზოგადად ეკოლოგიური პოზიციიდან გამომდინარე, ზღვის წყლის ხარისხი ევროპის ქვეყნების ეკონომიკური ურთიერთობის საბჭოს (СЭВ-ის) რეკომენდაციების მიხედვით, დამაკმაყოფილებელია და ძირითადად თავ-

სდება I-II კლასის ფარგლებში.

• შავ ზღვაში გოგირდწყალბადის სიღრმითი გავრცელება ემთხვევა საზოგადოდ აღიარებულ მაჩვენებელს და საქართველოს ტერიტორიულ წყლებში მისი ზღვარი გადის ზედაპირიდან 180 მეტრის სიღრმეში.

### ლიტერატურა

1. ჰიგიენური მოთხოვნები წყლის შემადგენლობასა და ხარისხზე სასმელ-სამეურნეო და კულტურულ – საყოფაცხოვრებო წყალმომარების ობიექტებში და წყალში მავნე ნივთიერებების შემცველობის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები (ზღვ). საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობის და სოციალური დაცვის მინისტრის 2001 წლის 16 აგვისტოს № 297/6 ბრძანება „გარემოს ხარისხობრივი მდგომარეობის ნორმების დამტკიცების შესახებ“. საქართველოს ოფიციალური ბეჭდვითი ორგანო „საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე“ (სსმ), №90, 24.08.2001, გვ. 51-93;
2. მოსახლეობის წყალმომარების ადგილებში ზღვის სანაპირო წყლის დაცვა დაბინძურებისაგან, სანიტარული წესები და ნორმები, საქართველოს შრომის, ჯანმრთე-

- ლობისა და სოციალური დაცვის სამინისტრო, თბილისი, 2000, სანწდან 2.1.5. 000-00;
3. Яковенко П. И., Рисунов О. А., Яковенко Ю.П. Первое из чудес природы, Издательство „Урожай“, , Киев, 1989, 160 с;
4. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. Министерство здравоохранения СССР. Главное Санитарно-эпидемиологическое управление, Издание официальное, М., 1988, 70 с;
5. Постановление от 27.02.2010 №15, об утверждении требования СанПиН 2.1.5.2582-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к охране прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения», Российской Федерации, 2010 г;
6. Рекомендации – Единые критерии качества вод «Совет Экономической Взаимопомощи» (СЭВ), Секретариат СЭВ, 1982, 68 с;

7. R. Diakonidze, E. Shengelia, G. Chakhaia, L. Tsulukidze, Z. Varazashvili, T. Supatashvili. "Evaluation of Black Sea Water Quality in Border of Georgia". V International Scientific and Technical Conference "Modern Problem of Water Management, Environmental Protection, Architecture and Construction" Dedicated to the 95 anniversary of Academic Tsotne Mirskhulava, 16-19 July, Tbilisi, 2015. pp 69-72;
8. R. Diakonidze, Z. Varazashvili, P. Sichinava, I. Khubulava, G. Omsarashvili "The recommendation of ecological safety of the Black Sea coastal zone from marine waves impact". Collected aers of Water Management Institute of Georgian Technical University. №67. Tbilisi, 2012, pp. 45-48;
9. R. Diakonidze, G. Chakhaia, L. Tsulukidze. „ Protection of the ecological security of the Black Sea shore from marine abrasive processes through regulation of sedimentary runoff" Scientific-Technical Journal „Hydroengineering" of Georgian Technical University. №1, №1-2 (11-12) Tbilisi 2012, pp. 12-26;
10. G. Gavardashvili, G. Chakhaia, R. Diakonidze and etc., "The investigation of the Black Sea coastal zone". International Scientific and Technical Conference „Modern problems of environmental within the boundaries of Georgia protection, architecture and construction", July 24-31, Qobuleti, Georgia, 2012, pp. 23-24;
11. G. Gavardashvili, G. Chakhaia, R. Diakonidze and etc. „Results and Analysis of Studies Carried out in 2011 in the Black Sea Water Area within the Boundaries of Georgia. Annual BS Scientific Conference and UP-GRADE BS-SCENE Project Joint Conference 1-4 November, Odessa, Ukraine, 2011, pp. 25.



## ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ЗЕЛЕННОЙ КРОВЛИ ДЛЯ ПЛОСКИХ ПЕРЕКРЫТИЙ Г. ТБИЛИСИ

Езугбая З.А.<sup>1</sup>, Итриашвили Л.А.<sup>2</sup>, Иремашвили И.Р.<sup>1,2</sup>

E-mail: zezugbaia@mail.ru

<sup>1</sup>) Грузинский Технический Университет,  
ул. М. Костава, 77, 0175, г. Тбилиси, Грузия

<sup>2</sup>) Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава Грузинского Технического Университета,  
пр. И.Чавчавадзе, 60<sup>б</sup>, 0179, Тбилиси, Грузия

### ВВЕДЕНИЕ

Совершенствование конструкций и технологий устройства кровель зданий гражданского и производственного назначения в настоящее время является актуальной задачей. Кровля подвергается воздействию многочисленных факторов внешней среды: температуры, влаги, ветра, дождя, снега, солнечных излучений и поэтому необходимо тщательно подбирать материалы и технологии устройства покрытий с учётом местных климатических и эксплуатационных условий.

В настоящее время, активно ставится вопрос по устройству зелёных покрытий, что позволяет значительно изменить внешний вид построек, снизить финансовые затраты, добавить полезную

площадь зелёных насаждений и, соответственно, выиграть в экологическом плане. Зелёное покрытие имеет необычный и красивый вид, отлично сохраняет тепло, защищает от перегрева. Грунт на кровле дома выравнивает изменения температур, оберегает материалы кровли от влияния окружающей среды, увеличивает эксплуатационный срок кровель и, в целом, крыши.

В современных условиях тенденция по устройству различных типов зелёных покрытий – это устройство фруктовых садов, огородов, травяных покрытий с высадкой карликовых растений и ароматических и лекарственных трав.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Устройство зелёных насаждений в виде садов получило развитие в некоторых регионах Азии. Архитектором Винсентом Каллебаутом был

разработан проект небоскрёба с садовым покрытием – «Агора Башня», небоскрёб с вертикальными садами (фото 1).



Фото 1. Агора Башня – Тайбэй, Тайвань

## ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ЗЕЛЕННОЙ КРОВЛИ ДЛЯ ПЛОСКИХ ПЕРЕКРЫТИЙ Г. ТБИЛИСИ

На острове Тайвань в Тайбэе, архитектором Фернандо Менисом разработана зелёная жилая башня (фото 2), которая выглядит как гигантская скала, укутанная растительностью. Такие сады создают симбиоз объёмов и растительности, вдохновляют формой и порождают интерес архитек-

торов в области органической архитектуры и природных конфигураций. Подобные здания должны функционировать в качестве жилых сооружений, содержать общие пространства – клуб, бассейн, зоны отдыха, квартиры должны быть объединены с различными типами растительности.



Фото 2. Жилая Башня в Тайбэе, Тайвань

Аналогичные здания запроектированы и в странах Европы. В Милане (Италия) архитектором Стефано Боери запроектирована пара небоскрёбов, где внедрена концепция Вертикального

леса, как способ объединения высокой плотности жилой застройки и посадки деревьев в городских центрах (фото 3).



Фото 3. Пара небоскрёбов в Милане (Италия)

Как видно из представленных проектов, зелёные насаждения устраиваются как на кровле

зданий, так и на специально запроектированных балконных выступах вокруг жилых комплексов.

Все это требует современного архитектурного мышления и конструирования элементов сооружений, а также проектирования необходимых слоёв в виде сэндвича (пирога) для посадки

деревopodobных растений.

При устройстве зелёных покрытий, как вертикальных лесов, так и горизонтальных, классическими слоями кровли являются (рис.1):

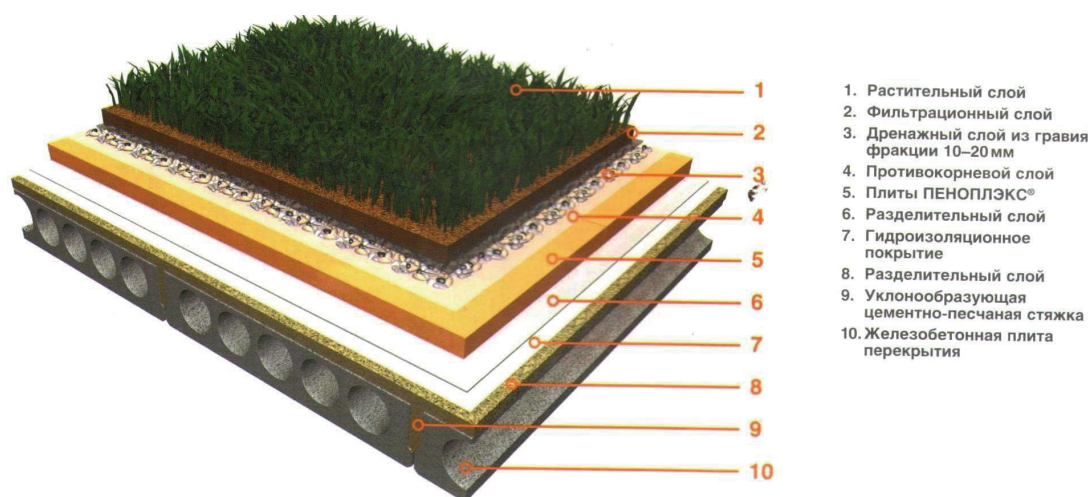


Рис.1. Классическая схема устройства различных слоёв под зелёные насаждения

Слой зелёной кровли включают в себя:

**1. Основание** – представляет собой несущие конструкции крыши.

**2. Пароизоляция** – для пароизоляции можно использовать различные полимерные плёнки и тонкие гидроизоляционные рулонные материалы, эмульсии, праймеры.

**3. Теплоизоляция** – для теплоизоляции нужно использовать жёсткие теплоизоляционные плиты из экструдированного пенополистирола или полиуретана, такие как IZOCAM, ISOVER, ПЕНОПЛЕКС и др.

**4. Гидроизоляция** – кровля подвергается активному воздействию воды (дождь, снег, полив растений), поэтому этот слой необходимо устраивать с особой тщательностью, без нарушения технологических процессов. Здесь можно использовать рулонные битумы – полимерные материалы типа Изопласт, Бикропласт, Емдапласт, фирмы Технониколь, рулонные материалы на основе фольги – фольгаизол, резиновые плёнки FIRESTONE и др.

**5. Барьер для корней** – необходим для защиты крыши от повреждений, которые могут нанести корни, произрастающие вглубь. Можно

использовать полиэтиленовую плёнку, фольгу, плёнку, имеющую металлическое покрытие и др.

**6. Дренажный слой** – он задерживает определённое количество воды, необходимой для жизни растений. Вода при этом свободно перемещается в сторону водостока по крыше.

**7. Фильтрующий слой** – необходим для задержания ненужных осадков. Хорошим фильтром является Геотекстиль. Более того, геополотно предотвращает смещение грунта и слоя дренажа.

**8. Плодородный грунт** – об этом слое немного ниже.

**9. Растения** – здесь можно использовать относительно низкоростные растения с горизонтальной корневой системой и любое кустарнико-травянистое покрытие. Актуально использование альпийских растений, различных мхов, полевых цветов и трав газона.

При проектировании зелёной кровли важное значение имеет подбор грунтовых субстратов с учётом высаживаемых растений. Грунты, которые применяются на крыше, должны быть тёплыми, пористыми, влагоёмкими, иметь небольшой вес и почва должна быть устойчива к уплотнению.

## ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ЗЕЛеной КРОВЛИ ДЛЯ ПЛОСКИХ ПЕРЕКРЫТИЙ Г. ТБИЛИСИ

Состав почвы и высота слоя зависит от подбора растений. Если зелёная кровля будет складываться из почвопокровных растений, то грунтовочный слой достаточен толщиной 5-10 см. Если подобраны растения, использующиеся для декора с развитой системой корня, то толщина грунта может достигнуть 50-80 см.

Проблема устройства зелёных перекрытий весьма актуальна и для г. Тбилиси, где находится большое количество зданий старой постройки с

плоскими перекрытиями, имеющих сравнительно низкую несущую способность в пределах 80-150 кг/м<sup>2</sup>. Это определяет необходимость использования облегчённых конструкций – рациональной схемы устройства покрытий и лёгкого эффективного субстрата для посадки растения.

С учётом вышесказанного нами предложена следующая схема устройства слоёв под насаждения (рис.2).

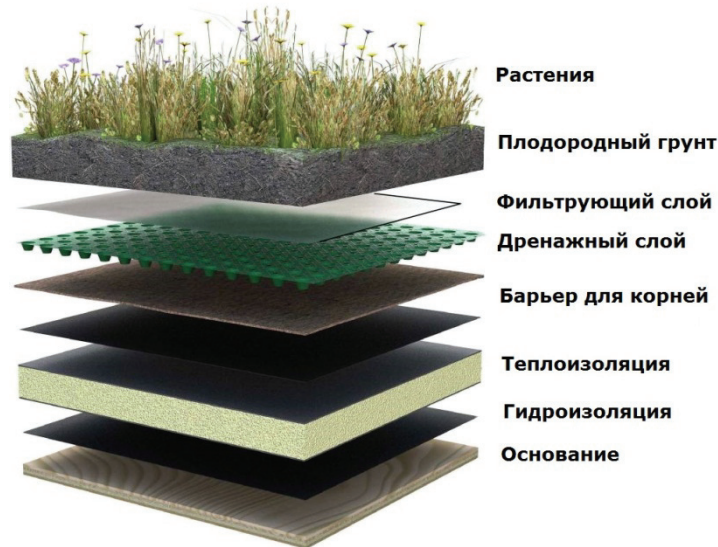


Рис.2. Схема устройства «сэндвича» под зелёные насаждения

В некоторых случаях, учитывая местные климатические условия и использование кассет для укладки грунта, из предлагаемой схемы можно исключить фильтрующий и дренажный слой.

Авторами данной статьи на VI международной конференции «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА, ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА» [1], был представлен материал, касающийся упрощённой технологии устройства зелёной кровли с использованием нового состава почво-грунтов. В этой работе подробно описывается состав грунтового покрытия, даны их физико-технические характеристики и представлена технологическая схема укладки грунтового покрытия на кровлю. Предлагается совершенно новый грунтовый слой, состоящий из измельчённого сухого торфа с мелким содержанием частиц и нового водоаккумулирующего композита.

Новый грунтовый слой, который рекомендуется использовать для устройства зелёных покрытий, характеризуется отличными показателями: малой объёмной массой (до 0,3 т/м<sup>3</sup>), пористостью до 80%, малой массой при полном водонасыщении относительно малой стоимостью, и, что немаловажно, вода прекрасно аккумулируется композитом, которая в дальнейшем необходима растениям.

Также, с целью упрощения и удешевления устройства зелёных покрытий, для уменьшения объёма производства работ, там же [1], предлагается использовать лёгкие пластмассовые сборные кассеты для укладки грунта на разные поверхности, что делает ненужным устройствах дополнительной гидроизоляции.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, зеленая кровля – это не просто модное влияние, это технология, которая значительно улучшает быт жителей города, увеличивает полезную площадь зелёных насаждений, полностью отвечает экологическим требованиям. Такие покрытия защищают дома от изменения наружных температур, шума, резко уменьшает сток дождевых вод в водосливную систему города.

Одновременно, учитывая большой спектр выбора необходимых материалов для устройства слоёв кровли, возможно устраивать требуемые слои для «сэндвича» из относительно недорогих составляющих, что в конечном счете незначительно удороживает стоимость кровли и это

удороживание значительно окупается за счёт увеличения срока службы таких покрытий.

По предлагаемой технологии еще проще устраивать зеленые покрытия на уже эксплуатируемых зданиях. Так как в таких зданиях кровля уже сооружена и для получения зеленых покрытий, необходимо устроить только финишные слои покрытий – это барьер для корней, фильтрующий слой, грунт в кассетах и, соответственно, растения. Все это характеризуется относительно малым весом, поэтому для устройства зелёных покрытий нет необходимости серьезного перерасчета конструкций покрытий и, соответственно, производства дорогостоящих работ по усилению конструктивных элементов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Toronto Green Roof Construction Standard.
2. Lstiburek W.I., Seeing Red Over Green Roofs// ASHRAE, 2011.
3. Езугбая З.А., Иремашвили И.Р. ЗЕЛЕНОЕ ПОКРЫТИЕ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. Сборник научных трудов №70 Института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава Грузинского технического университета, 2015 г., Тбилиси, стр.56-60.
4. Езугбая З.А., Иремашвили И.Р., Мсхиладзе Н.Г., Чеишвили Ш.Н. УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ В ГОРОДАХ ГРУЗИИ

- ПУТЕМ УСТРОЙСТВА ЗЕЛЕННЫХ ПОКРЫТИЙ НА КРЫШАХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. V международная научно-техническая конференция „Современные проблемы водного хозяйства, охраны окружающей среды, архитектуры и строительства“. Сборник научных трудов. 2015 г., Тбилиси, стр.73-85.
5. Ефимов В.Н. Торфяные почвы. Россельхозиздат, М., 1980, 120 с.
6. Итриашвили Л.А. Целевое управление свойствами грунтов. Монография, «Мецниереба», Тбилиси, 2005, 326 с.

**საქართველოს წყალთა მეურნეობაში პირითადი ფონდების  
(საშუალებების) ამორტიზაციის შესახებ**

**მარტინ ვართანოვი, ერეკლე კენხოშვილი, ფერიდე ლორთქიფანიძე**

**E-mail: v.martin.hm@gmail.com**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60<sup>ბ</sup>, 0179, ქ. თბილისი, საქართველო

**შესავალი**

საწარმო ინვესტიციების ანალიზის დროს გვერდს ვერ აუვლით ძირითადი ფონდების (საშუალებების) ღირებულებების ცვეთისა (*depreciation*) და ამორტიზაციის (*depreciation allowance*) პრობლემების განხილვას.

ცნობილია, რომ ცვეთის ბუღალტრული დარიცხვა არის მოწყობილობების შექმნაზე დანახარჯების განაწილების საშუალება, მისი გამოყენების მოსალოდნელი ვადის განმავლობაში. ეს მეთოდი საშუალებას იძლევა,

ერთი მხრივ, ჩაერთოს მოწყობილობების ცვეთა პროდუქციის თვითღირებულებაში, მეორე მხრივ, როგორც თეორია ამტკიცებს, იმდენი ფულადი სახსრების დაგროვებას, რამდენიც საკმარისი იქნება გაცვეთილი მოწყობილობების ნაცვლად ახალი მოწყობილობების შესაძენად. როგორც ცნობილია, დარიცხული ცვეთა ადეკვატურად ამცირებს მოწყობილობების მიმდინარე საბალანსო ღირებულებას.

**პირითადი ნაწილი**

მსოფლიო პრაქტიკაში გამოიყენება ცვეთის დარიცხვის (ამორტიზაციის, ჩამოწერის, დარიცხვების ჯამი) და ნარჩენი საბალანსო ღირებულების განსაზღვრის სხვადასხვა მეთოდები. მოვახდინოთ მათი კლასიფიკაცია რამდენიმე თვისების მიხედვით.

ბაზად, რომელსაც მოწყობილობების ცვეთას უკავშირებენ, ყველაზე ხშირად იღებენ მოწყობილობების ექსპლუატაციის სავარაუდო დროს (მისი მოქმედების სასარგებლო ვადა), იშვიათად – სამუშაოების მოსალოდნელ მოცულობას.

მოწყობილობების ღირებულების ჩამოწერის თანაბრობის ხარისხის მიხედვით ანსხვავებენ (განიხილავენ) თანაბარ (ხაზოვან) და არათანაბარ (არახაზოვან) ამორტიზაციას. უკანასკნელი შეიძლება განხორციელდეს სხვადასხვა მეთოდით. მაგალითად, ჩამოწერის ჯამები შეიძლება იცვლებოდეს გარკვეუ-

ლი პრინციპის ან სპეციალური გრაფიკის მიხედვით და სხვ.

ასევე შეიძლება ჩამოწერის მეთოდები დაიყოს: ნორმალურ, დაჩქარებულ და შენელებულად. ცვეთის დაჩქარებული ჩამოწერის უმარტივესი, მაგრამ არა ერთადერთი საშუალება – ამორტიზაციის ვადის შემცირებაა.

ეკონომიკური თვალსაზრისით, ამორტიზაციის ჯამების განსაზღვრის დროს მნიშვნელოვანია დროში ფულის არათანაბარი ღირებულების პრინციპის გათვალისწინება. არსებობს მეთოდები, რომლებიც ითვალისწინებენ ამორტიზაციის ჯამებზე პროცენტის დარიცხვას და ისეთი მეთოდები, რომლებიც არ ითვალისწინებენ მას:

ბუნებრივია, რომ ამორტიზაციის ჯამების განსაზღვრის სხვადასხვა მეთოდები განსხვავებულ შედეგებს იძლევა. აქედან ცხადია მი-

დებული შედეგების გარკვეული პირობითობა. ამასთან ერთად, მეთოდის არჩევის შესაძლებლობა, თუ ასეთი არსებობს, ქმნის გარკვეულ მოქნილობას, იძლევა საწარმოო პირობების თავისებურებების გათვალისწინების საშუალებას. მოწობილობების ცვეთის სხვადასხვა მოდელების გაცნობა, მიუხედავად იმისა, გამოიყენება თუ არა ისინი სამამულო პრაქტიკაში, სასარგებლოა როგორც თეორიული, ასევე პრაქტიკული თვალსაზრისით.

ამორტიზაციის დარიცხვის თითოეული მეთოდი მისი თავისებურებების გათვალისწინებით შეიძლება ფორმირებულ და წარმოდგენილ იქნეს შესაბამისი მოდელების სახით. მათი ჩაწერის დროს გამოიყენება შემდეგი ძირითადი სიმბოლოები:

დი სიმბოლოები:

$P$  – მოწობილობაში ინვესტიციის საწყისი ღირებულება (*capital investment, capital expenditure*);

$L$  – სალიკვიდაციო ღირებულება – ვადის ბოლოს დარჩენილი ღირებულება (*terminal value, final value*);

$n$  – ამორტიზაციის ვადა წლებში;

$D_t$  – ამორტიზაციის ჯამი  $t$  წელიწადში;

$B_t$  – მოწობილობის საბალანსო (ნარჩენი, არაამორტიზირებული) ღირებულება  $t$  წლის ბოლოს.

ჩაწერით ორი მარტივი თანაფარდობა, რომელიც საბალანსო ღირებულების დინამიკას განსაზღვრავს:

$$B_t = B_{t-1} - D_t, \quad (1)$$

$$B_t = P - \sum D_j, \quad (2)$$

შესაბამისად  $D_t = B_{t-1} - B_t$ , ამასთან  $D_1 = P - B_1$ .

### სახოვანი მოდელი

სამამულო პრაქტიკაში, ძირითადად გამოიყენება ამორტიზაციის ჯამების განსაზღვრის სახოვანი მოდელი. მაგრამ ის ყოველთვის ვერ პასუხობს წარმოების იმ პირობებს, რომელიც არსებულ ეკონომიკურ მდგომარეობას შეესაბამება. სხვანაირად რომ ვთქვათ, არ

შეიძლება განვიხილოთ იგი, როგორც რაღაც აუცილებელი სტანდარტი – ცხოვრების ყველა შემთხვევაში გამოსაყენებლად. მისი ერთადერთი ღირსება – მისი სიმარტივეა. მოკლედ, შევჩერდეთ მასზე განსაზღვრის თანახმად:

$$D = \frac{P - L}{n} = const, \quad (3)$$

ნარჩენი ღირებულება  $t$  წლის ბოლოს ცვეთის მორიგი ჩამოწერის შემდეგ:

$$B_t = P - D_t = P - \frac{t}{n}(P - L); t = 1, 2, \dots, n. \quad (4)$$

როგორც (4) ფორმულიდან ჩანს, ამორტიზაციის დაგროვილი ჯამი  $D_t$  სახოვნად იზრდება, თავის მხრივ, საბალანსო ღირებულება ადეკვატურად მცირდება დროში.

ცხადია რომ, მოცემული  $P$  და  $L$  პარამეტრებით ამორტიზაციის ყოველწლიური ჯამი დამოკიდებულია ამორტიზაციის მთელ ვადაზე, ამასთან, ეს დამოკიდებულება არახაზოვანია.

ვადის გაზრდა უფრო მეტად აისახება ამორტიზაციის სიდიდეზე ვადების სკალის დასაწყისში.

აღნიშნული მეთოდის განვითარებას წარმოადგენს ამორტიზაციის დარიცხვის ორი ხერხი – გამომუშავებული დროის და წარმოების მოცულობის პროპორციულად. ცვეთა გამომუშავებული დროის ერთეულზე შეადგენს:

$$D = \frac{P - L}{V}, \quad (5)$$

სადაც  $V$  – მოწყობილობის მუშაობის საერთო მოსალოდნელი ხანგრძლივობაა.  
შესაბამისად:

$$B_t = B_{t-1} - D v_t, \quad (6)$$

$$B_t = P - D \sum_{j=1}^t v_j, \quad (7)$$

სადაც  $v_j$  -  $j$  წელიწადში გამომუშავებული დროა,  $V = \sum_{j=1}^n v_j$ .

### არახაზოვანი მეთოდები ამორტიზაციის ჯამეზუა პროცენტის დარიცხვის ბარეშე

ამორტიზაციის დარიცხვის არახაზოვან მეთოდებს მიეკუთვნება რიგი მეთოდები, რომლებიც უზრუნველყოფენ საწარმოო საქმიანობის კონკრეტული პირობების აღრიცხვის დიდ მოქნილობას. ეს მეთოდები შეიძლება ორ ქვეჯგუფად დაიყოს: ამორტიზაციის ჯამეზუ პროცენტების დარიცხვის გათვალისწინების გარეშე და მათი გათვალისწინებით. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, დროის ფაქტორის გათვალისწინებითა და მისი გათვალისწინების გარეშე.

პირველ ქვეჯგუფს მივაკუთვნოთ შემდეგი მეთოდები:

ა) ნარჩენი საბალანსო ღირებულების ჩამოწერის მუდმივი წილით (*constant percent*

*depreciation*);

ბ) რიგითი რიცხვების ჯამების მეთოდი (*sum of digits method*);

გ) ცხრილური მეთოდი;

დ) დაგროვილი რეზერვის (*sinking fund*);

ე) ანუიტეტების (*annuity method*).

განვიხილოთ ისინი იმ თანმიმდევრობით, როგორც ჩამონათვალშია.

#### ა) საბალანსო ღირებულების ჩამოწერის მუდმივი წილი

ამ მეთოდის თანახმად, დროის ყოველ მონაკვეთზე (ბიჯზე) ჩამოიწერება მოწყობილობის საბალანსო ღირებულების მუდმივი წილი:

$$B_t = B_{t-1}(1 - r), \quad (8)$$

ან

$$B_t = P(1 - r)^t, \quad (9)$$

სადაც  $r$  – საბალანსო ღირებულების შემცირების წილია ყოველ საამორტიზაციო ვადაში (პერიოდში).

საამორტიზაციო ჯამები იანგარიშება შემდეგნაირად:

$$D_t = B_{t-1}r. \quad (10)$$

ამოცანა დაიყვანება  $r$  – წილის განსაზღვრამდე, თუ იგი თავიდანვე არ იყო მოცემული. არამედ დადგენილია  $L$  სალიკვიდაციო ღირებულების ოდენობა. ამოცანის გადასაჭ-

რელად დავეშვათ, მოწყობილობის ექსპლუატაციის მთელ პერიოდში საბალანსო ღირებულება მცირდება  $P$ -დან  $L$  სიდიდემდე.

აქედან სამართლიანია თანაფარდობა:

$$L = P(1 - r)^n. \quad (11)$$

თუ ცნობილია სალიკვიდაციო ღირებულების ოდენობა, მაშინ (11) საფუძველზე ვპოულობთ:



$$r = 1 - \sqrt[n]{\frac{L}{P}} \quad (12)$$

ცხადია, რომ იმ შემთხვევაში, როდესაც  $L = 0$  (სრული ცვეთა),  $r$ -ის ანგარიშის მოცემული მეთოდის გამოყენება არ შეიძლება. თუ  $r$  მოცემულია, ხოლო  $L$  არაა წინას-

წარ განსაზღვრული, მაშინ ნარჩენი ღირებულების საანგარიშო ჯამი ბოლო წლის დასასრულისათვის მოიძებნება როგორც სხვაობა:

$$L = B_n - D_n$$

ზოგჯერ ხდება მუდმივი წილის მეთოდის და ხაზოვანი მეთოდის კომბინირება: პირველ წლებში გამოიყენება ჩამოწერის მუდმივი წილი, შემდეგ ხაზოვანი მეთოდით განისაზღვრება ამორტიზაციის ჯამები, ამით მოწყობილობის ექსპლუატაციის დასაწყისში ჩქარ-

დება ჩამოწერა.

ამრიგად, თუ პირველ  $m$  წლებში გათვალისწინებულია მოწყობილობების საწყისი ღირებულების  $M\%$ -ის ჩამოწერა, მაშინ თითოეულ ამ წელში ჩამოიწერება  $100r\%$ . ამასთან:

$$r = 1 - \sqrt[m]{\frac{M}{100}}$$

დარჩენილ  $(n-m)$  წლებში ამორტიზაციის ჯამები შეადგენენ:

$$D = \frac{(M/100)P - L}{n - m}$$

**ბ) რიგითი რიცხვების ჯამების მეთოდი**

ეს მეთოდი ისევე, როგორც წინა, მიმართულია ამორტიზაციის პროცესის დაჩქარებაზე. მოწყობილობების ღირებულების ჩამოწერის წილი აქ მცირდება დროის ყოველ ბიჯზე. შესაბამისად, მცირდება ცვეთის აბსოლუტური ჯა-

მები. ჩამოწერის წილების განსასაზღვრად მოწყობილობის ფუნქციონირების თანმიმდევრულ წლებს ანიჭებენ რიგით ნომერს:  $t=1,2,\dots,n$ . ამ ნომრების ჯამს  $Q$ -თი აღნიშნავენ, მაშინ:

$$Q = \frac{n(n+1)}{2} \quad (13)$$

მოწყობილობის ამორტიზებული ნაწილის წილი (ე.ი. საწყისი საბალანსო ღირებულება სალიკვიდაციო ღირებულების გამოკლებით) თანამიმდევრულად განისაზღვრება როგორც

$j/Q$ , სადაც  $j$  - ცვეთის დარიცხვის წლის ნომერია ბოლოდან, ე. ი. ვადის ბოლოდან. მაგალითად, ხუთწლიან ვადაში  $j = 5,4,3,2,1$ . ზოგადად შეიძლება დაიწეროს:

$$j = n - t + 1$$

ამრიგად, საამორტიზაციო ღირებულების ჩამოწერის წილი პირველი წლისათვის  $n/Q$ , ტოლია, მეორე წელს -  $(n-1)/Q$  და ასე შემდეგ. ბო-

ლო წლისათვის ეს წილი  $1/Q$ -ს შეადგენს. განსაზღვრების თანახმად შეიძლება ჩაიწეროს:

$$D_t = (P - L) \frac{j}{Q} = (P - L) \frac{n - t + 1}{Q} \quad (14)$$

ამრიგად, პირველი წლისათვის ვღებულობთ:

$$D_1 = (P - L) \frac{n}{Q} = (P - L) \frac{n + 1}{2}$$

$t$  წლის ბოლოსათვის საბალანსო ღირებულება (მორიგი ჩამოწერის შემდეგ) თანმიმდევრობით ასე განისაზღვრება:

$$B_t = B_{t-1} - (P - L) \frac{j}{Q} \quad (15)$$

ამ სიდიდის განსაზღვრა შესაძლებელია სხვა წესითაც:

$$B_t = P - (P - L) \sum_1^t \frac{j}{Q}$$

ბოლო გამოსახულების ზოგიერთი გარდაქმნის შემდეგ მივიღებთ:

$$B_t = (P - L) \frac{(n-t)(n-t+1)}{n(n+1)} + L. \quad (16)$$

**გ) ცხრილური მეთოდი**

რიგ ქვეყნებში სახელმწიფო ორგანოები ახდენენ ცვეთის აჩქარებული ჩამოწერის რეგლამენტირებას. ამასთან, შეთავაზებული მეთოდისა ხშირად კავშირში არ არის ამორტიზაციის მთლიანი ვადის შემცირებასთან. მეთოდის მდგომარეობს საწყისი საბალანსო ღირებულების წილების ჩამოწერის სპეციალური ცხრილების შედგენაში. მაგალითად, აშშ-ში ამორტიზაციის თხუთმეტწლიანი ვადისათვის გათვალისწინებული იყო საწყისი საამორტიზაციო ღირებულების ჩამოწერის შემდეგი წილები.

**არახაზოვანი მეთოდები ამორტიზაციის ჯამებზე პროცენტების დარიცხვით**

**დ) დაგროვილი რეზერვის მეთოდი**

წარმოვიდგინოთ სიტუაცია, როდესაც საამორტიზაციო თანხები აკუმულირდება განსა-

კუთრებულ რეზერვში (ფონდში) შემდგომი მიზნობრივი გამოყენებისათვის – გაცვეთილი მოწყობილობების ნაცვლად ახლის შესაძენად. ამასთან, ისევე როგორც თანხების დაგროვების ნებისმიერ სხვა შემთხვევაში, ამ რეზერვში ჩადებულ ფულზე ირიცხება პროცენტები. შემდეგ ვივარაუდოთ, რომ ამორტიზაციის ვადის ბოლოს დაგროვილი რეზერვის ჯამი უნდა გაუტოლდეს ამოვარდნილი მოწყობილობების ღირებულებას სალიკვიდაციო ღირებულების გათვალისწინებით. ვთქვათ, რეზერვის შესაქმნელი შენატანები მუდმივია. მაშინ გადახდების ნაკადი წარმოადგენს საფინანსო რენტას – პოსტნუმერანდო, რომლის ნაზარდი ჯამი აუცილებელი რეზერვის ტოლია.

ნაზარდი ჯამი პოსტნუმერანდო, ჩვენ მიერ მიღებულ სიმბოლოებში იქნება:

$$Ds_{n,i} = P - L,$$

საიდანაც რეზერვში ერთჯერადი შენატანის ჯამი:

$$D = \frac{P - L}{s_{n,i}} = const, \quad (17)$$

სადაც  $s_{n,i}$  - მუდმივი საფინანსო რენტის ნაზრდის კოეფიციენტი.

მიმდევრობითი შენატანების და პროცენტების ზრდის გათვალისწინებით ასე განისაზღვრება:

რეზერვის ზრდის პროცესი, წელიწადში

$$S_t = Ds_{t,i},$$

სადაც  $t$  - ინტერვალის ჩამოწერის დაწყებიდან შეფასების მომენტამდე.

ველ ბიჯზე დროში. შესაბამისად, უნდა იზრდებოდეს საამორტიზაციო ჩამოწერები. ამრიგად, პირველ წელს ცვეთა  $D$  სიდიდეს შეადგენს, მეორე წელს –  $D_t = D(1+i)$  და ა.შ.  $t$  წელიწადში

წადში ცვეთა განისაზღვრება, როგორც:

$$D_t = D(1+i)^{t-1}$$

მითითებული ჯამები ჩამოიწერება ნარჩენი მოწერის შემდეგ, საბალანსო ღირებულებას ღირებულების ყოველი წლის ბოლოს. ამრიგად, პირველი წლის ბოლოსათვის, ცვეთის ჩა-

$$B_1 = P - D_1$$

მეორე წლის ბოლოსათვის იგი შეადგენს:

$$B_2 = P - [D + D(1+i)] = B_1 - D(1+i) \text{ და ა.შ.}$$

$t$  წლისათვის:

$$B_t = P - Ds_{t;i} \tag{18}$$

ან თანმიმდევრობითი განსაზღვრით:

$$B_{t+1} = B_t - D_t$$

### ე) ანუიტეტების მეთოდი

შეგვიხსენებთ რომ ვთქვათ, დაგროვილი რეზერვის მეთოდი, ისევე როგორც ზემოთ განხილული სხვა მეთოდები, ეწინააღმდეგება დროში ფულის ღირებულების ცვლილების პრინციპს. საქმე იმაშია, რომ ამორტიზაციის რიგით დაგროვილი სახსრები, თუ კი ისინი ნამდვილად გროვდება, ფინანსური აზრით მოწყობილობების შექმნაზე დანახარჯების ექვივალენტური არ არიან. სინამდვილეში, ინვესტორი მოწყობილობებში დებს  $P$  თანხას, რაი-

მე საშუალებით ახდენს მის ამორტიზირებას  $n$  წლის განმავლობაში და ქმნის რეზერვს იგივე  $P$  ჯამით. ამრიგად, ინვესტორი, ყოველ შემთხვევაში თეორიულად, ზარალს განიცდის. სხვა საქმეა, თუ ამორტიზაციისას მხედველობაში იქნება მიღებული ინვესტირებულ სახსრებზე პროცენტების დარიცხვის აუცილებლობა. ამაში მოწყობილობებში ჩადებულ სახსრებსა და საამორტიზაციო ჩამოწერებს შორის ბალანსი მიიღწევა შემდეგნაირად:

$$P = Da_{n;i} + Lv^n,$$

საიდანაც საამორტიზაციო დანახარჯების ოდენობა, ინვესტირებულ კაპიტალზე პროცენტის ჩათვლით შეადგენს:

$$D = \frac{P - Lv^n}{a_{n;i}} \tag{19}$$

სხვაგვარად რომ ვთქვათ, ცვეთის მოდელი ვერდნობა იგივე პრინციპებს, რასაც ვალის მომსახურების ზოგადად მიღებული მეთოდი. კონკრეტულად ეს ნიშნავს, რომ დანახარჯები მოწყობილობების შექმნაზე განიხილება, როგორც რაღაცა დავალიანება, რომელიც იზრდება ცვეთის პირველი ჩამოწერის მომენტამდე. ამ მომენტში ჯამის ნაწილი  $D$  მიდის პროცენტების გადახდაზე, რაც დარჩება – ძირითადი ვალის დაფარვაზე, ე.ი. საბალანსო ღირებულების შემცირებაზე. პროცესი მეორდება მოწყობილობების ღირებულების სრულ ამორტიზაციამდე.  $(t+1)$  წლისათვის ნარჩენი საბალანსო ღირებულების ოდენობა შეადგენს:

$$B_{t+1} = B_t - (D - B_t i) = B_t(1+i) - D \tag{20}$$

ფრჩხილებში სხვაობა ცვეთის ჯამის ტოლია.

საქართველოს კანონმდებლობის შესაბამისად, ძირითადი საშუალებები, რომლებიც ამორტიზაციას ექვემდებარება, ჯგუფდება ამორტიზაციის შემდეგი ნორმების მიხედვით (ცხრილი 1).

თითოეული ჯგუფის საამორტიზაციო ანაზღაურების ოდენობა გამოიანგარიშება საგადასახადო წლის ბოლოს ჯგუფის ღირებულებითი ბალანსიდან და მითითებული ცხრილში 1 ამორტიზაციის ნორმების შესაბამისად.

ამორტიზაცია არ ერიცხება მიწას, ხელოვნების ნიმუშებს, სამუზეუმო ექსპონატებს, ის-

ტორიული მნიშვნელობის მქონე ობიექტებს (გარდა შენობა-ნაგებობებისა) და სხვა არაამორტიზებად აქტივებს. ამასთანავე, ამორტიზაცია არ ერიცხება 1000 ლარამდე ღირებულების ძირითად საშუალებას და ბიოლოგიურ აქტივს. 1000 ლარამდე ღირებულების ძირითადი საშუალება მთლიანად გამოიქვითება ერთობლივი შემოსავლიდან იმ საანგარიშო წელს, როდესაც იგი ექსპლუატაციაში გადაეცა, ხოლო ბიოლოგიურ აქტივზე გაწეული ხარჯი გამოიქვითება იმ საანგარიშო წელს, როდესაც იგი ფაქტობრივად იქნა გაწეული.

**ცხრილი 1**

**ძირითადი საშუალებების დაჯგუფება ამორტიზაციის ნორმის მიხედვით**

ჯგუფის ნომერი	ძირითადი საშუალებები	ამორტიზაციის ნორმა (%)
1	მსუბუქი ავტომობილები; ავტოსატრანსპორტო ტექნიკა გზებზე გამოსაყენებლად; ავეჯი ოფისისათვის; საავტომობილო ტრანსპორტის მოძრავი შემადგენლობა; სატვირთო ავტომობილები, ავტობუსები, სპეციალური ავტომობილები და ავტომისაბმელები; მანქანები და მოწყობილობა მრეწველობის ყველა დარგისათვის, ჩამოსასხმელი წარმოებისათვის; სამჭედლო – საწნეხი მოწყობილობა; სამშენებლო მოწყობილობა; სასოფლო – სამეურნეო მანქანები და მოწყობილობა	20
2	სპეციალური ინსტრუმენტები, ინვენტარი და მოწყობილობა; კომპიუტერები, მონაცემთა დამუშავების პერიფერიული მოწყობილობები და აღჭურვილობა; ელექტრონული მოწყობილობა	20
3	სარკინიგზო, საზღვაო და სამდინარო სატრანსპორტო საშუალებები; ძალოვანი მანქანები და მოწყობილობა; თბოტექნიკური მოწყობილობა, ტურბინული მოწყობილობა, ელექტროძრავები და დიზელგენერატორები, ელექტროგადაცემისა და კავშირგაბმულობის მოწყობილობები; მილსადენები	8
4	შენობები, ნაგებობები	5
5	ამორტიზებადი აქტივები, რომლებიც შეტანილი არ არის სხვა ჯგუფებში	15

ლიზინგის გამცემის მიერ ლიზინგით გაცემული თითოეული ძირითადი საშუალება ცალკე ჯგუფად აღირიცხება. მასზე საამორტიზაციო ანაზღაურები გამოიქვითება სალიზინგო გადასახდელების დისკონტირებული ღირებულების ოდენობით, რომელიც განისაზღვრება ლიზინგის პირობებისა და ამ ძირითადი საშუალების ჯგუფის ღირებულებითი ბალანსის გათვალისწინებით.

გარდა ფიზიკური ცვეთისა, ძირითად ფონდებს შეიძლება ახასიათებდეს მორალური ცვეთა. მორალური ცვეთა განპირობებულია

იმით, რომ წარმოების მოქმედი ძირითადი საშუალებები შეიძლება გაუფასურდეს ფიზიკურ ცვეთაზე უფრო ადრე. ეს ძირითადად გამოწვეულია ორი მიზეზით: წარმოების ახალ საშუალებებს ახასიათებდეს უფრო მეტი წარმადობა და ეკონომიურობა, ან წარმოების ახალი საშუალებები იყოს მოქმედზე უფრო იაფი.

მორალური ცვეთა ამცირებს წარმოების ძირითადი საშუალებების ეფექტური მუშაობის ვადას, ამიტომაც ამორტიზაციის ნორმების განსაზღვრისას იგი გათვალისწინებული უნდა იყოს სრული ფიზიკური ცვეთის ვადას-

თან შედარებით ექსპლუატაციის ვადის შესაბამისი შემცირებით. ბუნებრივია, რომ ეს ავტომატურად ნიშნავს საამორტიზაციო ანარიცხების ნორმების გაზრდას. ტექნიკის განვითარების თანამედროვე დონე განაპირობებს მოძველებული ძირითადი საშუალებების სისტემატური შეცვლის აუცილებლობას ახლით,

მის ფიზიკურ ცვეთაზე ადრე. ეს იწვევს გარკვეულ ეკონომიკურ ზარალს, გამოწვეულს მოძველებული ტექნიკის არასრული გამოყენებით, მაგრამ შეცვლა გამართლებულია იმ დიდი ეფექტით, რაც დაკავშირებულია ახალი ტექნიკისა და ტექნოლოგიების დანერგვასთან.

### დასკვნა

- მსოფლიო პრაქტიკაში გამოიყენება ცვეთის დარიცხვისა (ამორტიზაციის) და ნარჩენი საბალანსო ღირებულების განსაზღვრის სხვადასხვა მეთოდები;
- ამორტიზაციის დარიცხვის თითოეული მეთოდი შეიძლება ფორმირებულ იქნეს მისი თავისებურებების გათვალისწინებით და წარმოდგენილი იქნეს შესაბამისი მოდელის სახით. არსებობს შემდეგი სახის მოდელები: ხაზოვანი მოდელი, არახაზოვანი მეთოდები ამორტიზაციის ჯამებზე პროცენტის დარიცხვის გარეშე; საბალანსო ღირებულების ჩამოწერის მუდმივი წილით, რიგითი რიცხვების ჯამების მეთოდი, არახაზოვანი მეთოდები ამორტიზაციის ჯამებზე პროცენტების დარიცხვით, ანუიტეტების მეთოდი;

- გარდა ფიზიკური ცვეთისა, ძირითად ფონდებს შეიძლება ახასიათებდეს მორალური ცვეთა. მორალური ცვეთა განპირობებულია იმით, რომ წარმოების მოქმედი ძირითადი საშუალებები შეიძლება გაუფასურდეს ფიზიკურ ცვეთაზე უფრო ადრე. ეს ძირითადად გამოწვეულია ორი მიზეზით: წარმოების ახალ საშუალებებს ახასიათებდეს უფრო მეტი წარმადობა და ეკონომიურობა ან წარმოების ახალი საშუალებები იყოს მოქმედზე უფრო იაფი;
- მორალური ცვეთა ამცირებს წარმოების ძირითადი საშუალებების ეფექტური მუშაობის ვადას, ამიტომ ამორტიზაციის ნორმების განსაზღვრისას იგი გათვალისწინებულ უნდა იყოს სრული ფიზიკური ცვეთის ვადასთან შედარებით ექსპლუატაციის ვადის შესაბამისი შემცირებით.

### ლიტერატურა

1. ვართანოვი მ., სტურუა თ. საქართველოს წყლის რესურსები და სარწყავი სისტემების ოპტიმალური მართვა. თბილისი, 2005.
2. ვართანოვი მ., სტურუა თ. ბუნების სარგებლობის ეკონომიკა. თბილისი, 2011.
3. ვართანოვი მ. საქართველოს სარწყავი სისტემების ტექნიკური ექსპლუატაცია თანამედროვე მოთხოვნების გათვალისწინებით. თბილისი, 2016.
4. Вартанов М. В. Методический подход к расчету затрат на подачу оросительной воды. II

- международная научно-техническая конференция на тему «Защита окружающей среды, архитектура и строительство», Тбилиси-Кобулет, 2012.
5. Вартанов М.В. Экономическая эффективность инженерной защиты хозяйственных объектов на реках Западной Грузии от наводнений. В сб. «Экологическое состояние природной среды», Всероссийский НИИ сельскохозяйственного использования мелиорированных земель, 2014.
6. Четыркин Е.М. Финансовый анализ производственных инвестиций. М., Дело, 1998.

## FORECAST CHANGES IN RUNOFF FOR THE NEMAN RIVER BASIN

**A. Volchak, S. Parfomuk**

**E-mail: *volchak@tut.by, parfom@mail.ru***

Brest State Technical University  
Moskovskaya 267, Brest, 224017, Belarus

### INTRODUCTION

The main hydrological parameters of the river runoff are not stable. These parameters change constantly under the influence of the complex variety of factors. The combination of these factors can be divided into climatic and anthropogenic those differ by the nature and consequences of impact on water resources (Water Resources, 2012).

Natural causes determine spatial-temporal variations of water resources under the influence of the annual and secular climatic conditions. Intra-annual fluctuations occur constantly and consistently. Secular variations occur slowly and cover quite extensive areas. These variations are typically quasi-periodic and tend to some constant value. Studies show that in historical time these deviations were not progressive. Periods of cooling and warming, dry and wet alternating in time and the general condition of water resources and their quality does not change significantly. The main feature of the natural reasons is that the changes have not unilateral tendencies (The Blue Book, 1994).

Anthropogenic causes are the result of various human activities. They affect water resources and water quality relatively quickly and unilaterally, and

this is their main difference from natural causes. The economic activities causing changes in quantitative and qualitative parameters of water resources are diverse and depend on the physiographic conditions of the territory, the characteristics of its water regime and the nature of the use (Water Resources, 2012).

The climate change and the increasing of anthropogenous effect on the river runoff during the last 20-30 years are observed. Hydrological regime for the Neman River basin is determined by the natural fluctuations of meteorological elements and anthropogenic factors. In this case the role of the anthropogenic factors increases every year despite the economic downturn, and inadequate attention to these factors may lead to significant errors in the determination of estimated parameters (Ikonnikov et al., 2003; Volchak, Kirvel, 2013).

The aim of our research is the forecasting changes in river runoff for the Neman River basin using two scenarios of economic development and climate change (A1B and B1).

Research performed under the UNDP project 00079039 “Management of the Neman River basin with account of adaptation to climate change“.

### DATA SOURCES

The Neman River basin is shown in Figure 1 (Korneev et al., 2014).



Figure 1. The Neman River basin

The data sources are based on the materials for the 24 hydrological stations at the Neman River in Belarus and Lithuania since 1961 till 2009 (Table 1).

Table 1 – Hydrological stations

River	Station	Coordinates		Basin area, km <sup>2</sup>
		Longitude	Latitude	
Neman	Stolbtsy	26° 42' 56" E	53° 28' 43" N	3070
Neman	Mosty	24° 32' 10" E	53° 24' 11" N	25600
Neman	Grodno	23° 48' 23" E	53° 40' 43" N	33600
Isloch	Borovikovshina	26° 44' 16" E	53° 57' 26" N	624
Gavya	Lubiniata	25° 38' 40" E	53° 59' 26" N	920
Schara	Slonim	25° 19' 37" E	53° 04' 56" N	4860
Svisloch	Sukhaya Dolina	24° 01' 33" E	53° 28' 04" N	1720
Vilija	Steshytsy	27° 23' 39" E	54° 33' 50" N	1200
Vilija	Mikhalishki	26° 09' 59" E	54° 48' 50" N	10300
Naroch	Naroch	26° 43' 33" E	54° 33' 24" N	1480

**FORECAST CHANGES IN RUNOFF FOR THE NEMAN RIVER BASIN**

Oshmyanka	Bolshiye Yatsiny	26° 12' 57" E	54° 44' 27" N	1480
Dubysa	Lyduvenai	23° 5' 14.1" E	55° 30' 23.1" N	1134
Jūra	Taurage	22° 16' 45.0" E	55° 15' 4.0" N	1664
Merkys	Puvociai	24° 18' 12.0" E	54° 7' 4.3" N	4300
Šešupė	K. Naujamestis	22° 51' 49.2" E	54° 46' 37.5" N	3179
Minija	Kartena	21° 28' 48.2" E	55° 54' 59.2" N	1230
Šventoji	Anykščiai	25° 5' 52.7" E	55° 31' 29.9" N	3600
Šventoji	Ukmerge	24° 46' 8.0" E	55° 14' 48.0" N	5440
Žeimena	Pabrade	25° 46' 21.0" E	54° 59' 1.7" N	2580
Nemunas	Druskininkai	23° 58' 48.7" E	54° 1' 9.4" N	37100
Nemunas	Nemajūnai	24° 4' 26.3" E	54° 33' 14.8" N	42800
Nemunas	Smalininkai	22° 35' 15.6" E	55° 4' 22.3" N	81200
Neris	Vilnius	25° 16' 36.5" E	54° 41' 31.1" N	15200
Neris	Jonava	24° 16' 54.9" E	55° 4' 10.2" N	24600

The climatic information consisted of the air temperature, precipitation and deficits of air humidity since 1961 till 2010 for 23 meteorological stations were used (Table 2).

**Table 2 – Meteorological stations**

Station	Coordinates		
	Latitude	Longitude	Altitude, m
Baranovichi	53° 07' 54"	25° 58' 16"	193
Grodno	53° 36' 13"	24° 02' 39"	148
Volkovyssk	53° 08' 05"	24° 27' 34"	193
Lida	53° 54' 25"	25° 19' 24"	157
Novogrudok	53° 35' 48"	25° 51' 04"	280
Vileika	54° 30' 25"	26° 59' 23"	165
Volozhin	54° 05' 42"	26° 30' 56"	228
Naroch	54° 53' 52"	26° 40' 56"	171
Kaunas	54°53'	23°50'	76
Kybartai	54°38'	22°47'	58
Laukuva	55°37'	22°14'	165
Lazdijai	54°14'	23°31'	133
Panevėžys	55°45'	24°23'	57
Raseiniai	55°23'	23°07'	111
Šilutė	55°21'	21°28'	4
Ukmergė	55°15'	24°46'	72
Utena	55°32'	25°36'	105
Varėna	54°15'	24°33'	109
Vilnius	54°38'	25°06'	162
Biržai	56°12'	24°46'	60
Klaipėda	55°44'	21°04'	6
Šiauliai	55°56'	23°19'	106
Telšiai	55°58'	22°15'	153



RESEARCH METHODS

For the research purposes Mezentsev's method of the hydrological-climatic calculations was adapted. The method is based on joint solution of the equations for water and thermal balances (Mezentsev, 1995). During the research we devised a multi-factor model that includes the standard

equation of water balance. The developed model is used to assess the possible changes in runoff according to the various hypotheses of climate fluctuations and anthropogenic impacts on water resources.

The equation of water balance is following:

$$H(I) = E(I) + Y_K(I) \pm \Delta W(I), \tag{1}$$

where  $H(I)$  – total humidity, mm;  $E(I)$  – total evaporation, mm;  $Y_K(I)$  – total calculated runoff, mm;  $\Delta W(I)$  – changes of humidity reserves of the

active soil layer, mm;  $I$  – interval of averaging.

The total evaporation is given by:

$$E(I) = E_m(I) \left[ 1 + \left( \frac{\frac{E_m(I)}{W_{HB}} + V(I)^{1-r(I)}}{KX(I) + g(I) + V(I)} \right)^{n(I)} \right]^{\frac{1}{n(I)}}, \tag{2}$$

where  $E_m(I)$  – maximum total evaporation, mm;  $W_{HB}$  – minimum humidity ratio of the soil, mm;  $V(I) = W(I)/W_{HB}$  – relative index of the humidity of soils at the beginning of calculating;  $KX(I)$  – sum of precipitation, mm;  $g(I)$  – soil-water balance component, mm;  $r(I)$  – parameter depending on

water-physical properties and mechanical composition of soils;  $n(I)$  – parameter depending on physical-geographical conditions of runoff.

Relative index of the soil humidity at the end of calculation period is determined from the following relations

$$V(I+1) = V(I) \cdot \left( \frac{V_{av}(I)}{V(I)} \right)^{r(I)}; \tag{3}$$

$$V_{av}(I) = \left( \frac{\frac{KX(I) + g(I)}{W_{HB}} + V(I)}{\frac{E_m(I)}{W_{HB}} + V(I)^{1-r(I)}} \right)^{\frac{1}{r(I)}}. \tag{4}$$

The values  $V_{av}(I)$  are compared with the relative index of the total humidity  $V_{TH}$ . If  $V_{av}(I) \leq V_{TH}$  then must be taken the calculated value of the relative average humidity, otherwise, when  $V_{av}(I) \geq V_{TH}$  then taken  $V_{av}(I) = V_{TH}$  and the value

$(V_{av}(I) - V_{TH}) \cdot W_{HB}$  refers to surface runoff.

The maximum total evaporation is according to the method described in (Volchak, 1986).

The thermal resources of the evaporation process for any calculation period are defined as:

$$LE_{mi} = R_i^+ + P_i^+ \pm \Delta B_i - \Delta E_{0i}, \tag{5}$$

where  $E_{mi}$  – the equivalent of the thermal

resources by the maximum possible evaporation, m;

$L$  – the latent warmth of evaporation,  $\text{j/m}^3$ ;  $R_i^+$  – the positive component of the radiation balance,  $\text{j/m}^2$ ;  $P_i^+$  – the positive component of turbulent warmth transfer,  $\text{j/m}^2$ ;  $\Delta B_i$  – changes of the warmth stocks of the active layer of soil,  $\text{j/m}^2$ ;  $\Delta E_{0i}$  – warmth consumption for melting of snow, ice, the warming of the soil,  $\text{j/m}^2$ .

Due to the limitations of the initial data for the radiation regime and turbulent warmth transfer it is difficult to use the equation (5) in practical calculations. Studies have shown that the optimal distance between actinometric stations should be no more than 100 km. In the existing network of actinometric stations this condition is not satisfied. Therefore, one needs to find the connection elements of the radiation balance with the climatic parameters.

Currently there are a lot of dependencies to determine the annual standards of  $E_0$  in the case of Belarus by the sum of temperatures above  $10^\circ\text{C}$ . We have found the approximate solution of equation (5) for the monthly time intervals (Volchak, 1986). Based on the modal analysis of the available initial data from the actinometrical stations the quantitative relation of the monthly values of the positive component of the radiation balance with the air

humidity deficit was calculated. It is noteworthy that for all geographical areas the type of relation is constant in general. The reasons for nonlinearity and hysteresis in this context is that the positive component of the radiation balance is one of the components of equation (5), which has warmth expenditure on evaporation, turbulent warmth exchange with the atmosphere and change the warmth content of the soil. The deficit of air humidity only characterizes the intensity of turbulent exchange with the atmosphere. In accordance with the sign of warmth transfer in soils and the intensity of warmth spent for evaporation changes of air humidity deficit in the first half of the year occurs on the convex curve and in the second – on the line. The effect of hysteresis increases with the continentality increasing, i.e. for the Neman River basin it means moving from North to South and from West to East.

The dependences are corrected according to the available initial data for the conditions of the Neman River basin. An analytical approximation of the ascending and descending branches of the hysteresis was found.

The ascending branch for the period of growth of the air humidity deficits is as following

$$R_{Mi}^+ = 2.26 + 6.77 \cdot \lg d_{Mi} \quad \text{if } d_{Mi} \leq d_{Mi+1}. \quad (6)$$

The descending branch for period of decreasing of the air humidity deficits is as following

$$R_{Mi}^+ = 1.06 d_{Mi} \quad \text{if } d_{Mi} > d_{Mi+1}, \quad (7)$$

where  $d_{Mi}$  – the mean monthly values of the air humidity deficits, millibar.

Equations (6) and (7) are characterized by the correlation coefficients respectively  $r=0.965 \pm 0.006$ ;  $r=0.945 \pm 0.010$  and values of the Fisher test respectively  $F=14.31$ ;  $F=9.45$ , which are much more

acceptable at the 1% level of significance  $F_{(107,106,1\%)}^T = 1.643$ . Therefore, the obtained equations are statistically significant.

Without taking into account the phenomenon of hysteresis the averaged equation is:

$$R_{Mi}^+ = 1.79 + 6.59 \cdot \lg d_{Mi}, \quad (8)$$

$$r=0.937 \pm 0.007; F=8.29 > F_{(215,214,1\%)}^T = 1.533$$

The annual value of adventive warmth is determined by the ratio (Mezentsev, Karnatsevich, 1969):

$$P_{\Gamma}^+ = 6.8 - 0.082 \cdot R_{\Gamma}, \quad (9)$$

where  $R_{\Gamma}$  – concentrated radiation balance,  $\text{kcal/cm}^2$ .

territory of Eastern Europe can be fairly accurately calculated using the dependence:

The positive radiation balance  $R^+$  for the

$$R_{\Gamma}^+ = 1.17 \cdot R_{\Gamma} + 2.10, (r=0.995 \pm 0.002) \quad (10)$$

For the months a similar dependence is offered:

$$R_{Mi}^+ = 1.0 \cdot R_M + 0.77, \quad (11)$$

$$(r=0.985 \pm 0.002; F=45.67 > F_{(215,214,1\%)}^T = 1.533).$$

Taking into account formula (10) the equation (9) takes the form:

$$P_{\Gamma}^+ = 6.65 - 0.07 \cdot R_{\Gamma}^+. \quad (12)$$

The annual distribution of the positive component of turbulent warmth transfer (P) is as following (Belonenko, Valuev, 1974):

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Year
12	12	9	7	6.5	5.5	6.5	6.5	6.5	7.5	10	11	100%

The changes of the warmth stocks of the active layer of soil  $\Delta B$  is significantly less than the values of radiation balance. For this calculation there are not always available data, so the calculation is made approximately using the data tables of the annual warmth exchange in the soil depending on annual amplitudes of air temperature and warmth transfer in the soil (Budyko, 1971).

The winter climate in Belarus has a substantial impact of the Atlantic Ocean, causing frequent and prolonged thaws throughout the winter. In this regard, the correction to the melting of snow and frozen ground were distributed for the colder months and is equally determined by following equation (Marchuk, 1982):

$$\Delta E_m = \frac{L_1}{L} \cdot (1.4 \cdot W_{CH} + W_{\Gamma P}), \quad (13)$$

where  $W_{CH}$ ,  $W_{\Gamma P}$  – the water reserves in snow and frozen soil layer;  $L$  – latent warmth of melting water.

The parameter  $n$  was determined using the value of the maximum total evaporation under optimal moistening of the active layer of soil. Expressing the conditions of runoff formation using the average slope of the basin area and the coefficient of roughness, which in turn depends on the hydraulic radius or average depth of runoff, one can determine the parameter  $n$  (Mezentsev, 1982).

The parameter  $n$  adopted differentiated both within the territory and years, and varied in the range of 2.5 to 3.4. Analysis of data on runoff, precipitation and maximum total evaporation for the Neman River basin have shown the correctness of chosen parameter  $n$ .

The total humidity is defined as follows:

$$H(I) = KX(I) + W_{HB}(V(I) - V(I+1)). \quad (14)$$

The solution of the equations system (1) – (4) is carried out iteratively. During calculating the initial value of the humidity is taken equal to the value of the minimum humidity ratio of the soil, i.e.  $W(1) = W_{HB}$ , where  $V(1) = 1$ . The convergence of the solution method is achieved for the fourth step of

the calculation.

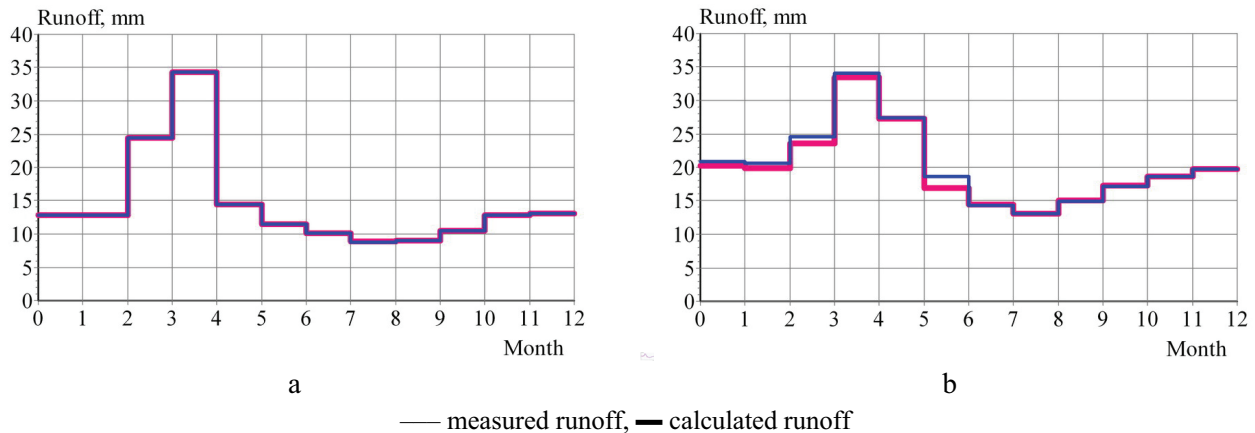
Adjustment of the calculated runoff is carried out using coefficients that take into account the influence of various factors on the formation of the measured runoff, i.e.

$$Y_p(I) = k(I) \cdot Y_K(I), \quad (15)$$

where  $Y_p(I)$  – total measured runoff, mm;  $k(I)$  – coefficient taking into account the hydrographic parameters of the basin.

Modeling the water balance of the river is realized in a computer program and is performed in two stages. The first step is to configure the model for known

components of water and thermal balances of the studied river. The first stage ends with plotting the calculated and measured runoff figures and outputting the modeling error. The example of modeling average annual runoff and its intra-annual distribution is shown in Figure 2.



**Figure 2 – Measured and calculated runoff (a – for the Neman River at the Stolbtsy Station; b – for the Žeimena River at the Pabrade Station)**

The measured and calculated runoffs are very close; therefore the model is correct. The obtained model parameters were used for the numerical experiment.

The second stage is a direct modeling the water balance of the river using the parameters obtained during model calibration. The calculation of the water balance is tailored to the specific characteristics of the studied river. The simulation results indicate high accuracy of the calculation of the water balance for both practical applications and theoretical studies that tested for a lot of rivers in Belarus with basin area of about 1000 km<sup>2</sup> (Volchak, Parfamuk, 2007).

Thus, the developed computer program with available data on precipitation, air temperature, air humidity deficits and modern values of the water runoff, as well as hydrographic parameters of the basin provides forecast values of the water balance of rivers.

The technique of simulation has been tested on almost all climatic parameters that gave the opportunity to attract additional large amount of

hydrometeorological information that are included in the balance equations.

When setting up models by the proposed method have problems with the definition of parameters for the winter months. The fact that the model did not accurately included the thaw for the recent years. Therefore, we conducted an adjustment model taking into account the thaw. The obtained difference between measured and calculated runoff treated runoff formed during thaws, which were recorded in the settings of the model. When forecasting runoff this component was added directly to the runoff and its value was subtracted from precipitation. The values of runoff during thaws were adjusted for the predicted temperature of the corresponding month. In the first approximation the value of runoff can be taken from the ratio of monthly air temperatures and runoff during the period of thaw.

Forecasting changes of river runoff for the Neman River basin was carried out by the following scheme. The model was adjusted for average long-term data on river runoff, atmosphere precipitation,

air temperature and deficits of air humidity, obtained parameters remained in computer. Then entered forecast value for those weather stations that were

used in the setting model. The last stage was reading the settings of the model and carrying out the runoff forecast.

**DISCUSSION OF THE RESULTS**

Runoff forecasts for 24 rivers in the Neman River basin for two scenarios of A1B and B1 climate change were done in two options. The first option is forecasting without considering the thaw and the second option with regard to thaw. The results consist of the model configuration as well as modern and forecast calculated values of the river runoff.

Based on the analysis of the obtained forecasts the changes in river runoff for the Neman River basin preference should be given to the second option. In tables 3 and 4 shows the forecasted values of runoff changes for the two scenarios of climate change in percent to the modern level.

**Table 3 – Forecast changes in runoff for the A1B scenario in 2035, % to 2009**

River	Station	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Neman	Stolbtsy	117.1	119.2	111.8	112.5	130.6	197.4	61.4	67.6	130.0	89.4	102.3	114.5	114.3
Neman	Mosty	118.8	124.8	126.2	111.8	153.6	178.3	98.2	99.1	102.5	66.2	110.9	116.5	119.0
Neman	Grodno	123.3	124.6	102.9	129.0	173.0	134.4	95.3	100.6	105.9	84.6	109.3	123.6	120.3
Isloch	Borovikovshina	123.5	123.1	113.5	114.5	145.1	207.6	82.0	90.6	102.3	90.8	103.9	118.9	118.1
Gavya	Lubiniata	123.5	120.5	101.1	121.1	186.9	173.3	96.3	81.1	102.4	83.8	118.4	123.9	119.8
Schara	Slonim	115.9	116.5	115.1	115.9	160.0	178.3	85.8	77.2	143.7	93.9	106.7	114.8	120.8
Svisloch	Sukhaya Dolina	118.8	127.1	94.3	121.6	177.3	115.7	79.4	97.0	104.3	81.9	108.5	121.9	113.0
Vilija	Steshytsy	119.9	116.9	116.5	109.2	137.5	143.2	82.0	72.3	71.7	94.2	98.7	114.7	108.6
Vilija	Mikhalishki	119.1	111.9	99.0	112.9	176.0	109.8	109.2	67.0	69.8	100.0	105.0	114.9	110.3
Naroch	Naroch	118.5	113.0	107.8	108.4	140.4	146.2	151.7	95.2	72.8	95.7	98.8	114.6	113.8
Oshmyanka	Bolshiye Yatsiny	121.3	119.5	116.4	118.6	133.9	228.3	78.8	88.1	102.2	91.0	103.4	117.7	118.9
Dubysa	Lyduvenai	128.6	125.3	109.2	130.9	48.6	93.3	150.9	66.8	128.1	116.2	116.9	124.9	115.7
Jūra	Taurage	134.0	126.7	143.5	107.7	276.2	159.2	168.3	133.8	128.6	118.7	114.8	130.1	133.9
Merkys	Puvociai	131.0	127.6	107.3	127.7	152.3	74.5	100.0	94.6	104.5	93.0	113.7	128.5	112.8
Šešupė	K. Naujamestis	129.9	134.6	116.0	129.0	201.7	106.5	108.8	228.0	147.0	104.4	111.3	125.0	132.3
Minija	Kartena	152.6	132.9	98.9	129.8	81.8	74.8	140.7	144.1	142.3	133.4	119.0	151.2	126.4
Šventoji	Anykščiai	129.9	123.7	106.8	114.0	198.0	119.1	170.1	119.0	131.5	114.8	112.3	126.2	127.8
Šventoji	Ukmerge	144.3	132.2	103.3	122.7	53.9	61.5	79.9	132.1	112.6	128.2	118.2	127.9	107.4
Žeimena	Pabrade	133.2	124.6	95.9	134.3	188.9	147.3	138.9	44.4	106.0	86.6	114.4	127.3	124.8
Nemunas	Druskininkai	118.9	123.9	112.2	114.0	135.2	99.2	70.1	106.9	107.9	82.9	109.6	118.9	111.1
Nemunas	Nemajūnai	117.4	118.1	144.6	115.4	142.4	160.0	113.0	126.2	117.5	86.0	110.3	119.2	123.8
Nemunas	Smalininkai	128.8	131.4	105.5	130.7	164.2	132.5	106.3	119.2	112.4	82.6	111.2	125.7	122.6
Neris	Vilnius	136.6	132.2	107.7	138.6	138.5	60.9	102.4	104.9	101.5	91.1	114.0	129.3	114.4
Neris	Jonava	128.7	126.8	155.1	117.9	154.4	161.9	135.0	142.2	122.9	92.0	111.0	123.6	131.4

**Table 4 – Forecast changes in runoff for the B1 scenario in 2035, % to 2009**

River	Station	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Neman	Stolbtsy	106.2	111.5	112.2	90.7	110.4	187.8	25.5	64.5	133.3	109.5	110.2	114.5	105.7
Neman	Mosty	105.3	113.1	112.1	100.0	142.9	172.9	65.9	82.5	144.7	94.0	105.8	116.5	112.8

## FORECAST CHANGES IN RUNOFF FOR THE NEMAN RIVER BASIN

Neman	Grodno	102.3	114.9	101.9	111.4	138.0	134.4	77.5	78.2	157.8	104.4	103.1	121.1	112.8
Isloch	Borovikovshina	113.6	116.3	116.7	90.8	126.8	195.9	106.0	92.9	120.0	103.5	108.4	125.2	115.3
Gavya	Lubiniata	100.0	110.0	111.7	91.4	151.9	153.3	128.1	38.7	136.0	109.4	115.7	122.8	113.8
Schara	Slonim	101.8	107.8	108.6	97.1	134.4	172.6	61.2	76.3	153.3	113.5	115.0	113.0	112.3
Svisloch	Sukhaya Dolina	93.2	113.9	100.0	102.2	142.2	114.7	58.8	84.6	161.1	105.4	102.3	118.2	107.4
Vilija	Steshytsy	102.0	105.4	111.2	87.5	107.6	147.7	110.1	107.3	104.0	110.8	98.7	118.6	107.1
Vilija	Mikhailishki	98.5	100.0	102.9	90.6	137.7	128.8	139.5	90.4	106.1	118.1	104.3	117.9	109.2
Naroch	Naroch	101.3	103.9	119.8	84.4	107.9	151.7	85.1	84.2	100.9	111.6	98.8	119.5	105.2
Oshmyanka	Bolshiye Yatsiny	114.0	112.8	107.1	92.9	124.7	208.3	110.9	103.0	122.6	102.6	108.0	124.6	117.0
Dubysa	Lyduvenai	116.1	113.4	106.7	110.5	58.8	111.3	79.6	68.9	169.4	143.1	114.6	128.4	111.6
Jūra	Taurage	112.1	112.4	118.6	98.9	181.1	197.1	114.6	89.2	144.4	132.8	110.7	129.7	120.7
Merkys	Puvociai	103.8	117.8	109.7	109.1	128.6	56.4	77.8	98.6	144.2	111.0	108.2	125.8	106.6
Šešupė	K. Naujamestis	111.5	117.6	107.3	113.4	181.5	153.5	80.4	144.9	127.8	114.5	94.8	125.7	119.9
Minija	Kartena	105.0	113.9	103.5	100.5	67.3	77.9	84.7	107.9	134.5	169.2	116.2	142.0	114.5
Šventoji	Anykščiai	113.7	110.0	113.6	100.2	146.5	128.2	110.0	102.8	134.3	133.8	106.4	126.2	116.6
Šventoji	Ukmerge	119.8	118.8	104.7	108.1	66.4	78.8	61.3	101.3	74.0	156.5	122.0	129.1	101.9
Žeimena	Pabrade	102.4	114.3	99.6	108.7	169.3	149.5	133.3	61.8	120.0	120.3	108.6	124.2	119.4
Nemunas	Druskininkai	100.0	112.3	114.6	95.0	110.9	92.7	52.5	95.2	139.7	105.5	110.4	118.0	102.3
Nemunas	Nemajūnai	100.7	110.4	115.5	102.0	119.2	157.7	140.0	140.8	166.0	107.4	108.1	118.5	119.9
Nemunas	Smalininkai	103.9	117.0	103.0	112.9	140.3	158.7	79.5	81.5	141.9	105.8	100.0	125.0	114.2
Neris	Vilnius	108.5	119.1	114.0	111.6	110.9	47.6	83.5	99.2	122.1	119.2	107.0	127.3	105.0
Neris	Jonava	111.4	116.5	127.5	106.3	135.8	173.1	116.2	99.1	124.6	115.2	111.0	126.1	121.6

## CONCLUSION

As a result of research we developed a mathematical model to forecast runoff for the Neman River basin. Modeling of runoff changes for the two scenarios of climate change A1B and B1 taking into account the thaw was carried out. The results for the A1B scenario indicate the increasing of runoff from 7.4% for the Šventoji River to 33.9%

for the Jūra River. Scenario B1 has shown a minor change in runoff from 1.9% for the Šventoji River up to 21.6 % for the Neris River.

Development of compensation measures to reduce impacts from increased runoff of the Neman River is the subject of further research.

## REFERENCES

1. Belonenko G., Valuev V. (1974). The annual distribution of warmth and power resources and the maximum total evaporation. Hydraulic engineering and land reclamation in Western Siberia. – Omsk. – T. 118. – pp. 58-64.
2. Budyko M. (1971). Climate and life. – Leningrad. – 472 p.
3. Ikonnikov V.F, Lishtvan I.I., Loginov V.F. (2003). Use of Nature: Collection of Scientific Works. Minsk – Is.9.-p.25-33.
4. Korneev V., Volchak A., Gertman L., Bulak I. (2014). Forecasting river runoff in the Western Dvina and the Western Bug River basins in the current climatic changes. Natural resources. – No. 2. – pp. 72-85.
5. Loginov V.F. (2007). Spectral-time Analysis of the Level Mode of the Lakes and Fluctuations of Consumption of Large Rivers in Belarus, Minsk-480 p.
6. Marchuk V. (1982). Calculations of warmth power resources of process warmth and wet

- interface conditions in the wetlands (by the example of Belarus). Hydrology and hydraulic engineering of land reclamation. – Omsk. – pp. 74-76.
7. Mezentsev V., Karnatsevich I. (1969). Hydration of the West Siberian plain. – Leningrad. – 168 p.
8. Mezentsev V. (1982). Hydrological calculations for melioration. – Omsk. – 84 p.
9. Mezentsev V. (1995). Hydrological-climatic hypothesis and examples. – Water resources. – Vol. 22, No. 3. – pp. 299-301.
10. The Blue Book of Belarus: Encyclopaedia. (1994). Belarus, Minsk – 415 p.
11. Volchak A. (1986). Method of determining the maximum possible evaporation for mass meteogram (by example of Belarus). – Scientific and technical information on reclamation and water management. – No. 12. – pp. 17-21.
12. Volchak A., Parfamuk S. (2007). Assessment of the transformation of the water regime of small rivers of the Belarusian Polesie under the influence of natural and anthropogenic factors (for example, the Yaselda River). – Water sector of Russia: problems, technologies, management. – Ekaterinburg. – No. 1. – pp.50-62.
13. Volchak A., Kirvel I. (2013). Lake water level variations in Belarus. Limnological Review 13, 2. – p. 115-126.
14. Water Resources of the National Park «Narochansky»: Reference Book. (2012) – Minsk: RIFTUR PRINT, -128 p.

## ЗАПАСЫ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ В МИНЕРАЛЬНЫХ ПОЧВАХ БЕЛАРУСИ

Волчек А.А., Шпендик Н.Н., Шешко Н.Н.

E-mail: [shpendik@tut.by](mailto:shpendik@tut.by)

УО «Брестский государственный технический университет»  
Республика Беларусь, Брест, ул. Московская 267, 224017

### ВВЕДЕНИЕ

Беларусь располагает всеми возможностями для успешного социально-экономического развития народнохозяйственного комплекса. Важной компонентой в политической и экономической независимости является продовольственная безопасность, которая во многом зависит от агроклиматических ресурсов. Главной особенностью климатических, агроклиматических и водных

ресурсов является их изменчивость, как во времени, так и в пространстве, вызванная природными факторами и антропогенными воздействиями. Изменение климата вызовет трансформацию запасов и динамики почвенной влаги, что скажется на сельскохозяйственном производстве, водохозяйственном строительстве, экологическом состоянии окружающей среды.

### ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ И МЕТОДИКА

За расчетную влажность при исследовании влагообеспеченности территории в нашей работе принята *продуктивная влага*, то есть влага, доступная растениям, содержащаяся в почве сверх влажности завядания. Во-первых, расчеты запасов продуктивной влаги основаны на выделении доступной для растений части влаги из общего ее количества в почве. Запасы продуктивной влаги имеют одинаковую ценность для формирования урожая сельскохозяйственных культур, что обеспечивает сравнимость влажности разных типов геосистем. Во-вторых, по запасам продуктивной влаги возможно оценить влагообеспеченность сельскохозяйственных культур, так как значения влажности растений сопоставимы со значениями влажности почвы, колеблющейся в пределах агрогидрологических свойств (констант). Агрогидрологические константы характеризуют подвижность влаги в почве и доступность ее для культур, поэтому являются физически обоснованными количественными критериями для классификации почв по режиму их увлажнения [1, 2].

Основными исходными данными при исследовании водного режима и влагообеспеченности послужили материалы наблюдений за влажностью почвы на метеостанциях Беларуси. В республике систематические наблюдения за влажностью почвы ведутся с 1950 года, вначале на 13 станциях гидрометеорологической сети, а в настоящее время на 49. В результате анализа материалов первичных наблюдений на полноту и продолжительность периода наблюдений было отобрано 44 метеостанции, ведущих систематические наблюдения за влажностью минеральных почв. Нами рассматривались продуктивные влагозапасы минеральных почв средние за вегетационный период (май – август) для 50 см и 100 см слоя почвы [3].

Временная изменчивость запасов продуктивной влаги охарактеризована следующими статистическими параметрами: среднее значение запасов продуктивной влаги в почве ( $\bar{w}$ ), коэффициент вариации запасов продуктивной влаги ( $C_v$ ) (таблица 1).



**Таблица 1** – Статистические параметры запасов продуктивной влаги в минеральных почвах и их стандартные ошибки, слой 0-50 см, в течении вегетационного периода

Дата	18.04	28.04	08.05	18.05	28.05	08.06	18.06	28.06	08.07	18.08	28.07	08.08	18.08	28.08	08.09	18.09	28.09
Песчаные																	
$\bar{W}$ , мм	64	58	53	54	50	46	48	51	43	46	51	41	41	35	41	49	49
$C_v$	0,48	0,46	0,59	1,20	0,69	0,63	0,80	0,80	0,71	0,74	0,85	0,81	0,77	0,77	0,79	0,71	0,68
Супесчаные																	
$\bar{W}$ , мм	85	–	74	65	58	51	52	50	48	49	52	48	46	49	53	56	60
$C_v$	0,29	–	0,30	0,35	0,42	0,50	0,50	0,55	0,58	0,59	0,54	0,53	0,53	0,50	0,82	0,48	0,44
Суглинистые																	
$\bar{W}$ , мм	124	120	117	102	95	90	91	83	76	73	75	67	66	65	66	75	76
$C_v$	0,23	0,20	0,25	0,26	0,36	0,40	0,43	0,44	0,48	0,54	0,59	0,55	0,55	0,51	0,49	0,44	0,44

Пространственное распределение запасов продуктивной влаги в почве в вегетационный период характеризуется сильной гетерогенностью. Максимальная величина запасов продуктивной влаги в минеральных почвах приурочена к возвышенностям. На севере страны, где наиболее распространены суглинистые почвы, запасы продуктивной влаги в разных слоях почв изменяются в пределах от 45 до 200 мм. Минимальные запасы продуктивной влаги наблюдаются на юге республики на песчаных почвах (15–50 мм).

В качестве объективного показателя относительной изменчивости запасов продуктивной влаги использовался коэффициент вариации ( $C_v$ ).

Значения  $C_v$  по территории страны колеблются в пределах от 0,3 до 0,7 в зависимости от гранулометрического состава почв, уровня грунтовых вод, уменьшения теплоресурсов и увеличения осадков. Установлено, что изменчивость влагозапасов максимальна на юге Беларуси в Полесье, где распространены песчаные почвы. Затем она закономерно убывает с продвижением на север.

На основе обработки и анализа декадных данных о запасах продуктивной влаги в почве за многолетний период выявлены пространственные зависимости формирования запасов продуктивной влаги, которые можно представить в виде полинома первой степени:

$$W_i = a_1 \cdot \varphi + a_2 \cdot \lambda + a_3 \cdot H + a_0, \quad (1)$$

где  $W_i$  – средняя за вегетационный период продуктивная влага почвы,  $i$ -го слоя, мм;  $\varphi$ ,  $\lambda$  – условные прямоугольные координаты (широта, долгота) расчетного пункта, принимаемые, в данном случае, относительно пункта Минск, км;  $H$  – абсолютная отметка поверхности земли (в Балтийской системе высот) в расчетном пункте, м;  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ ,  $a_0$  – эмпирические коэффициенты.

Так как пространственно-временная изменчивость запасов продуктивной влаги определяется теми же факторами, что и сами запасы, мы аппроксимировали пространственное изменение значения  $C_v$  такой же аналитической функцией. Полученные коэффициенты уравнения 1 для каждого расчетного слоя приведены в таблице 2, где  $R$  коэффициент корреляции.

## ЗАПАСЫ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ В МИНЕРАЛЬНЫХ ПОЧВАХ БЕЛАРУСИ

**Таблица 2** – Коэффициенты регрессии уравнения 1

Слой, см	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>0</sub>	R
	запасы продуктивной влаги в минеральных почвах				
0-50	0,084	0,037	0,235	36,72	0,71
0-100	0,142	0,09	0,34	61,09	0,73
коэффициент вариации запасов продуктивной влаги					
0-50	-0,0005	-0,00012	-0,000105	0,63	0,62
0-100	-0,00032	-0,00016	-0,0011	0,56	0,61

Содержание средних многолетних величин продуктивной влаги можно раскрыть с помощью обеспеченных значений, которые показывают, как часто при той или иной средней величине наблюдаются запасы влаги выше определенных градаций [4]. Проведенный вероятностно-статистический анализ временных рядов запасов

продуктивной влаги позволил подобрать схему теоретической аппроксимации кривых обеспеченности (закон биномиального распределения или кривой Пирсона III типа), что позволило получить величины запасов продуктивной влаги различной обеспеченности (таблица 3).

**Таблица 3** – Запасы продуктивной влаги в 50 см слое минеральных почв за вегетационный период различной обеспеченности

Статистические параметры	Метеостанции										
	Брест		Барановичи		Витебск		Гомель		Минск		
	Трехпараметрическое распределение	Распределение Пирсона III типа	Трехпараметрическое распределение	Распределение Пирсона III типа	Трехпараметрическое распределение	Распределение Пирсона III типа	Трехпараметрическое распределение	Распределение Пирсона III типа	Трехпараметрическое распределение	Распределение Пирсона III типа	
W <sub>ср</sub> , мм	44	44	62	62	108	108	66	66	89	89	
C <sub>v</sub>	0,3	0,3	0,57	0,37	0,23	0,23	0,34	0,34	0,26	0,26	
C <sub>s</sub>	1,36	1,2	0,74	0	0,23	-0,2	0,68	0	0,13	0	
Обеспеченность, %	5	69	69	93	100	144	147	100	104	119	128
	10	61	62	86	91	136	139	92	96	113	120
	25	51	51	74	77	122	125	80	82	101	105
	50	42	41	61	62	108	109	66	66	89	89
	75	35	34	49	46	93	92	52	51	77	74
	95	27	27	32	24	73	66	34	29	60	51

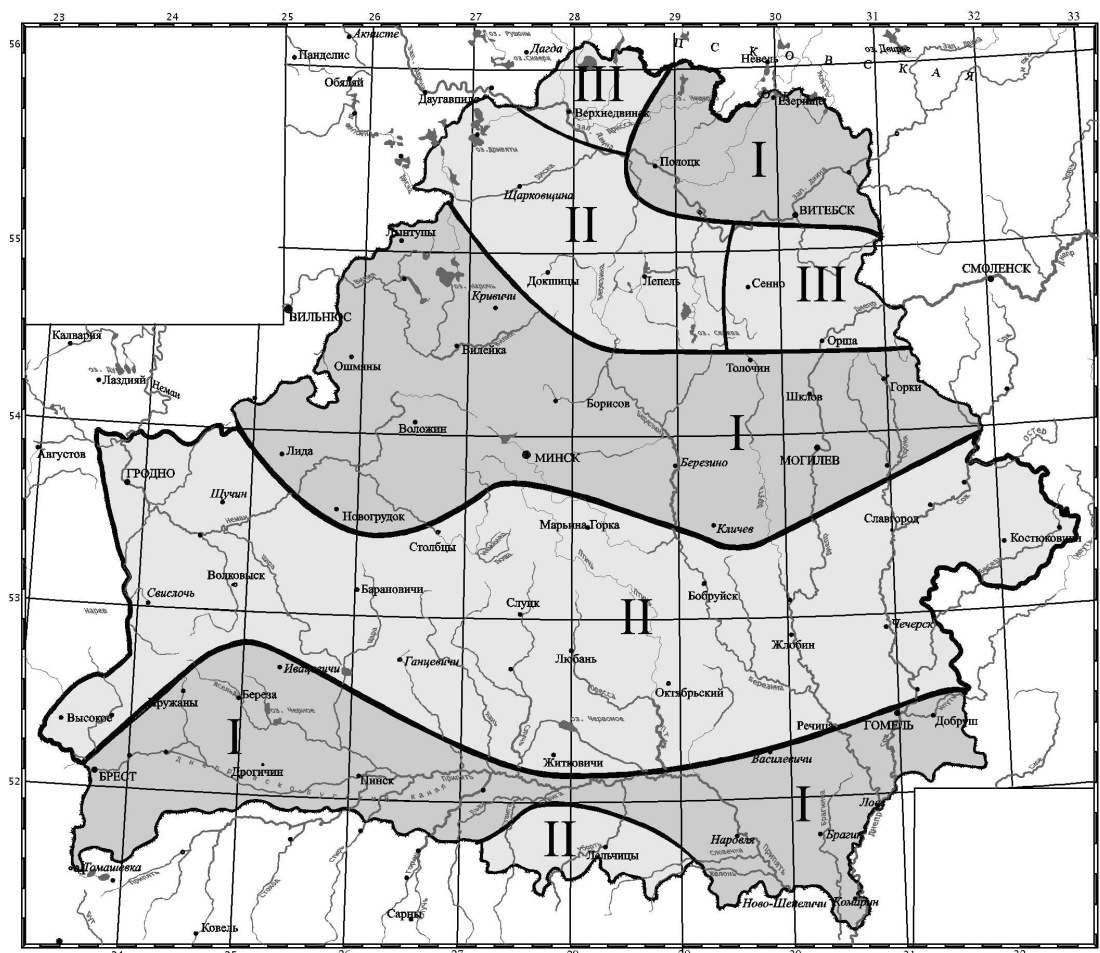
Количественная оценка изменения временных рядов запасов продуктивной влаги в 50 и 100 см слоях минеральных почв оценивалась с помощью градиента  $\alpha$  (мм/лет), который характеризует скорость увеличения (+) или уменьшения (-) за отрезок проведения временного ряда (отрезок 10 лет). В результате установлено,

что отрицательный тренд запасов продуктивной влаги в вегетационный период наблюдается в суглинистых почвах в подавляющем числе декад теплого периода по данным метеостанции Верхнедвинск, такая же тенденция прослеживается в почвах метеостанций Сенно и Орша. Положительные тренды запасов продуктивной

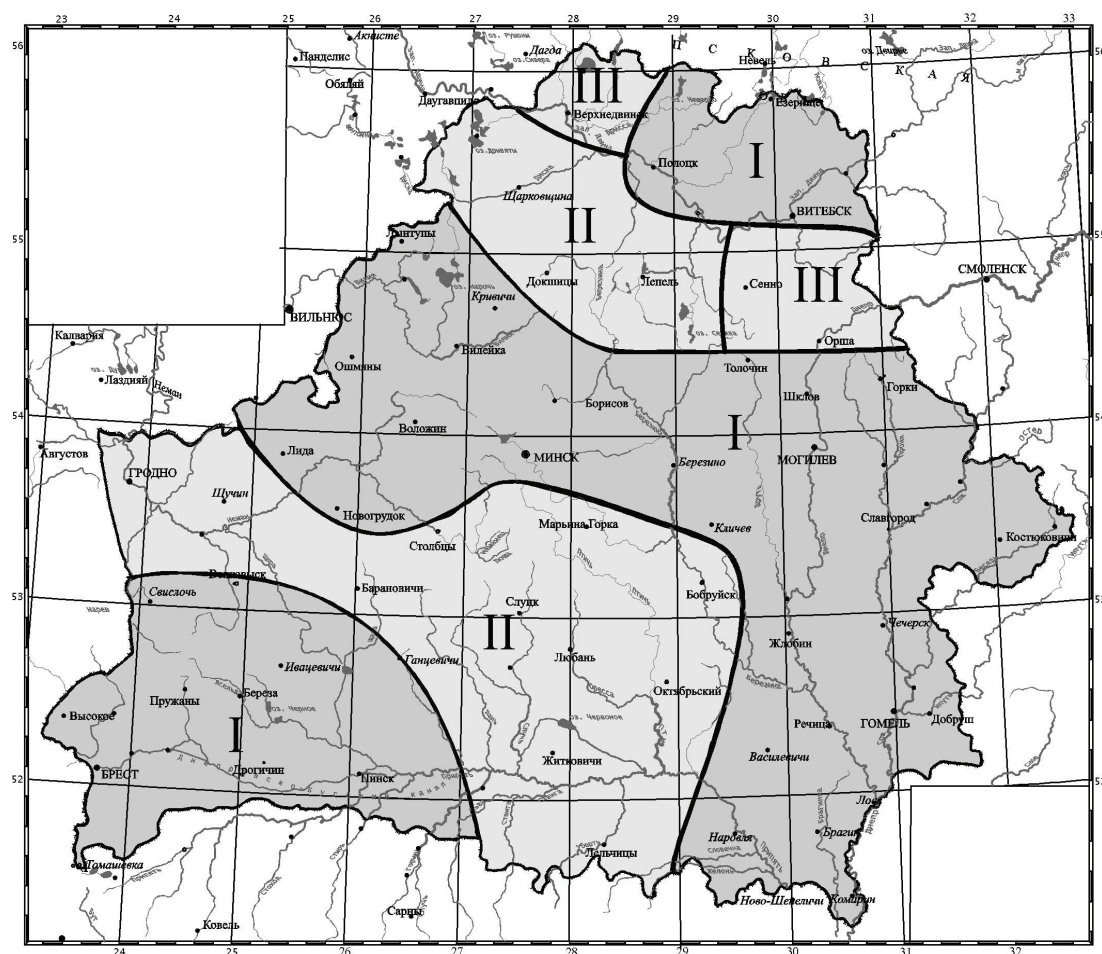
влаги наблюдаются в почвах на метеостанциях: Шарковщина, Марьина Горка, Гродно, Волковыск, Костюковичи, Барановичи, Бобруйск, Жлобин, Высокое, Полесская, Лельчицы. Они наиболее ярко выделяются в третьей декаде июня, когда наблюдается наибольшее количество пунктов с положительным градиентом изменения запасов продуктивной влаги в 50 см слое минеральных почв. Это вызвано трансформацией климатических условий, в частности, изменением температуры воздуха, атмосферных осадков и скорости ветра. В метровом слое минеральных почв положительные тренды запасов продуктивной влаги характерны для

почв в районе Бобруйска, Барановичей, Марьиной Горки, Полесской, Лельчиц, Шарковщины. Отрицательный – в суглинистых почвах в районе Верхнедвинска. На остальных исследуемых территориях статистически значимых трендов запасов продуктивной влаги в метровом слое не выявлено.

По результатам исследований нами выполнено районирование территории Беларуси по динамике запасов продуктивной влаги в 50 и 100 см слоях минеральных почв. Средние отклонения градиентов изменения запасов продуктивной влаги по зонам составляют 14%, хотя в отдельных случаях достигает 30% (рисунок 1).



а) в слое 0 – 50 см



б) в слое 0 – 100 см

Рисунок 1 – Районирование территории Беларуси по динамике

запасов продуктивной влаги в минеральных почвах

I – зона с относительно постоянными запасами продуктивной влаги;

II – зона увеличения запасов продуктивной влаги;

III – зона уменьшения запасов продуктивной влаги.

Изменения запасов продуктивной влаги во времени имеют сложный характер, что свидетельствует о многофакторности изменения рассматриваемой величины. В южной части страны выделяются зоны с ростом запасов продуктивной влаги в минеральных почвах и зона, где влагозапасы остаются постоянными. В северной и центральной частях страны характер изменения запасов продуктивной влаги отличается большей пестротой, что связано с большим разнообразием почвенного покрова, а также изменением климатических ресурсов.

Общая закономерность динамики запасов продуктивной влаги заключается в том, что зоны имеют широтный характер распределения по территории Беларуси, это вызвано тем, что на

процесс формирования запасов продуктивной влаги в полуметровом слое почвы, в основном, влияют климатические факторы, а они, как известно, имеют широтный характер распространения. Нарушение зональной динамики запасов продуктивной влаги в метровом слое минеральных почв происходит вследствие влияния гидрогеологических условий, что вносит в пространственную структуру районирования субмеридиональную составляющую. Предлагаемый метод картирования позволяет учитывать азональные особенности увлажнения территории, что очень существенно для оценки продуктивности земель, проведения мелиоративных работ и планирования сельскохозяйственного производства.

## ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

На основе имеющихся данных о запасах продуктивной влаги в минеральных почвах и современных статистических методов выполнен комплексный анализ пространственно-временной изменчивости влагообеспеченности почв на территории Беларуси в условиях изменяющихся природных и антропогенных факторов. Основные результаты выполненной работы заключаются в следующем:

1. Выявлено пространственное распределение запасов продуктивной влаги в 0–50 и 0–100 см слоях минеральных почв на территории Беларуси. Подтверждено, что формирование влагозапасов зависит от рельефа, гранулометрического состава почвы и климатических условий. В зависимости от слоя почвы максимальная величина запасов продуктивной влаги изменяется от 45 до 200 мм. Минимальные запасы продуктивной влаги наблюдаются на юге страны в песчаных почвах и для исследуемых слоев соответственно равны 15–50 мм. Установлено, что изменчивость влагозапасов в метровом слое на 10–30% меньше, чем в пахотном слое. Изменчивость запасов продуктивной влаги максимальна на юге Беларуси в песчаных почвах и закономерно снижается в северном направлении.

2. Получена количественная оценка динамики запасов продуктивной влаги в 0–50 и 0–100 см слоях почв за период инструментальных наблюдений. Определено, что диапазон колебаний градиентов изменения запасов продуктивной влаги в 0–50 см слое по климатическим зонам составляет: для северной от – 21,6 до 11,2 мм/10 лет, для центральной от – 4,9 до 15,5 мм/10 лет, для южной от – 0,16 до 15,3 мм/10 лет. В 0 – 100 см слое почв диапазон колебаний градиентов составляет: от – 36,7 до 16,9 для северной зоны, от – 8,3 до 21,1 для центральной зоны и от – 4,3 до 22,9 мм/10 лет для южной зоны. Статистически значимые различия в изменениях запасов продуктивной влаги почвы в вегетационный период с 1960 по 1980 г. и с 1981 по 2001 г. наблюдаются в почвах в районе расположения метеостанций Барановичи, Бобруйск, Волковыск, Верхнедвинск, Гродно, Жлобин, Лельчицы,

Минск, Марьина Горка, Полесская, где абсолютная разница в запасах продуктивной влаги составила более 15%.

3. Выполнено районирование территории Беларуси по характеру динамики запасов продуктивной влаги в минеральных почвах. В южной части Беларуси выделены зоны с увеличением запасов продуктивной влаги в почвах и зона с относительно постоянными влагозапасами. В северной и центральной частях Беларуси характер изменения запасов влаги отличается большей пестротой, что связано с большим разнообразием почвенного покрова. Общая закономерность динамики запасов продуктивной влаги заключается в том, что зоны имеют широтный характер распределения по территории Беларуси. Это вызвано тем, что на процесс формирования запасов продуктивной влаги в полуметровом слое почвы, в основном, влияют климатические факторы, которые имеют субширотный характер распространения. Нарушение зональной динамики запасов продуктивной влаги в метровом слое минеральных почв происходит также под влиянием гидрогеологических условий, что вносит в пространственную структуру районирования субмеридианальную составляющую.

Результаты исследования позволили подойти к решению ряда практических задач. Разработана методика прогнозирования урожайности картофеля, озимой ржи, многолетних трав в Брестской области с использованием в качестве предикторов большинства воздействующих на урожайность факторов. Определена величина асинхронности в формировании урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от погодных условий. Полученные результаты могут быть использованы для моделирования и прогноза урожайности при различных сценариях изменения климата.

Выполненные исследования могут использоваться также для оценки территории по увлажнению для различных культур. Проведенные исследования позволили уточнить средневзвешенные значения мелиоративных норм для многолетних трав. На основании анализа существующих

тенденций изменения запасов продуктивной влаги в почве по сравнению с 1980 годом установлено, что для районов, имеющих тенденцию к увеличению продуктивных влагозапасов, мелиоративные нормы 50-ти процентной обеспеченности необходимо уменьшить в Гродненской

области на 35 %, в Витебской – на 16, в Минской – до 30, в Брестской – до 20 %. Районы с выявленной тенденцией уменьшения продуктивных влагозапасов (Витебская область) требуют увеличения оросительных норм до 8% относительно мелиоративных норм рассчитанных в 1980 г.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Почвы Беларуси: учебн. пособие для студентов агрономических специальностей учреждений, обеспечивающих получение высшего образования / А. И. Горбылева и др.; Минск: ИВЦ Минфтна, 2007– 184 с.
2. Dębska B., Szombathová N., Vanach-Szott M., 2009. Properties of humic acids of soil under different management regimes. Polish Journal of Soil Science, XLII/2, 131-138.
3. Глебы і зямельныя рэсурсы / Нацыянальны атлас Беларусі // Камітэт па зямельных рэсурсах, геадэзіі і картаграфіі пры Савеце Міністраў Рэспублікі Беларусь; старшыня гал. рэд. калегіі д.э.н. М.У. Мясніковіч.– Мінск, 2002– С. 98 – 111.
4. Гусев Е.М., Насонова О.Н., Бусарова О. Е. Учет пространственной изменчивости территории при моделировании динамики влагозапасов и суммарного испарения для районов степной и лесостепной зон // Водные ресурсы.– 2002– Т.29, № 1.– С. 107 – 119.

**УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ГРУЗИИ В  
УСЛОВИЯХ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК**

**И.К. Иорданишвили, И.Р. Иремашвили, К.Т. Иорданишвили,  
Д.Ш. Поцхверия, Л.Б. Биланишвили**

**E-mail: *irinaiord48@mail.ru***

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
пр. И. Чавчавадзе 60<sup>б</sup>, 0179, г. Тбилиси, Грузия

**ВВЕДЕНИЕ**

Водные запасы – одна из важнейших частей национального достояния государства. Вопросы управления, планирования и экономики водных ресурсов<sup>1</sup> в условиях трансграничных водных объектов – приобретает особую важность в последнее время.

**ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Первое описание поверхностных водных запасов Грузии было осуществлено в семидесятых годах прошлого столетия [8]. Очевидно, что в течение последних нескольких десятилетий в Грузии созданы новые водные объекты, описание и классификация которых проведена авторами данной работы [1, 6].

**Реки.** Водные запасы Грузии включают в себя речной сток, запасы воды в водоемах (водохранилища, озера, болота), ледники, подзем-

ные воды. Следует отметить, что к трансграничным рекам страны относятся: река Чорох (бассейн Черного моря, Турция), река Кура (бассейн Каспийского моря, Турция, Азербайджан), река Дебеда (правый приток р. Храми, Армения).

Водные запасы рек Грузии являются основным источником водопотребления. В Грузии протекают 26060 рек, основные характеристики которых приведены в таблицах 1, 2, 3, 4; рис. 1.

<sup>1</sup> Здесь необходимо разграничение понятий «водные запасы» и «водные ресурсы». Определение «водные запасы» дает представление о наличии всех видов вод. К «водным ресурсам» может быть отнесена та часть «водных запасов», которая используется человеком. В состав компонентов «водных ресурсов» включаются реки, озера, ледники, болота, подземные воды, в том числе термические и минеральные, каналы, водохранилища. Состав компонентов «водных ресурсов» объединяет: реки, озера, ледники, болота, подземные воды, в том числе термические и минеральные, каналы, водохранилища.

Таблица 1

Основные показатели рек Грузии

Площадь территории тыс. км <sup>2</sup>	Количество рек (в числителе), протяженность (в знаменателе), км.					Частота речной сети км./км <sup>2</sup>
	очень малые, L ≤ 25 км.	малые, L=25 ÷ 100 км.	средние, L=100 ÷ 500 км.	крупные, L > 500 км.	всего	
<b>Восточная Грузия</b>						
37 214	$\frac{8869}{19544}$	$\frac{77}{3\ 020}$	$\frac{4}{971}$	$\frac{1}{513}$	$\frac{7951}{23925}$	1,14
<b>Западная Грузия</b>						
32 434	$\frac{18\ 036}{30\ 946}$	$\frac{64}{2\ 723}$	$\frac{9}{1\ 373}$	–	$\frac{18\ 109}{35\ 042}$	1,07
<b>Всего:</b>	$\frac{26\ 060}{58\ 967}$					

Таблица 2

Запас вод в реках Грузии

Регион	Площадь региона, тыс. км <sup>2</sup>	Площадь водосбора, тыс. км <sup>2</sup>	Среднегодовой местный сток, км <sup>3</sup>	Среднегодовой сток с соседних территорий, км <sup>3</sup>	Общий среднегодовой сток, км <sup>3</sup>	%
Восточная Грузия	37,28	46,66	12,64	2,07	14,71	22,3
Западная Грузия	32,42	52,60	43,60	7,44	51,04	77,7
<b>Всего:</b>	69,70	99,36	56,24	9,51	<b>65,75</b>	<b>100</b>

Таблица 3

Количество рек в бассейнах основных водотоков Восточной Грузии

Количество притоков р. Кура	Количество притоков р. Иори	Количество притоков р. Алазани	Количество притоков р. Терек, Асса, Андоки, Пирикита Алазани, Алазани, Тушетской Алазани	Всего
4882	509	1803	757	7951

Таблица 4

Количество рек в бассейнах основных водотоков Западной Грузии

№	Название бассейна реки	Количество рек в бассейне	№	Название бассейна реки	Количество рек в бассейне
1.	Квирила	2906	15.	Галидзга	317
2.	Супса	1428	16.	Чирухис-Цкали	305
3.	Хоби	1418	17.	Амткели	274
4.	Дзирула	1386	18.	Диди Эрис-Цкали	271
6.	Цхенис-Цкали	897	20.	Ингури	242
7.	Наганеби	727	21.	Джуми	234
8.	Бзыбь	614	22.	Джрчула	225
9.	Техура	503	23.	Чорохи <sup>*)</sup>	3
10.	Ханис-Цкали	413	24.	Прочие	2942



11.	Чолабури	402	25.	Всего по Западной Грузии	18109
12.	Риони	384	26.	Всего по Восточной Грузии	7951
13.	Чолоки	334	27.	<b>Всего:</b>	26 060
14.	Хобис-Цкали	333			

\*) Длина р. Чорохи на территории Грузии всего 26 км, в пределах которой – 3 притока.

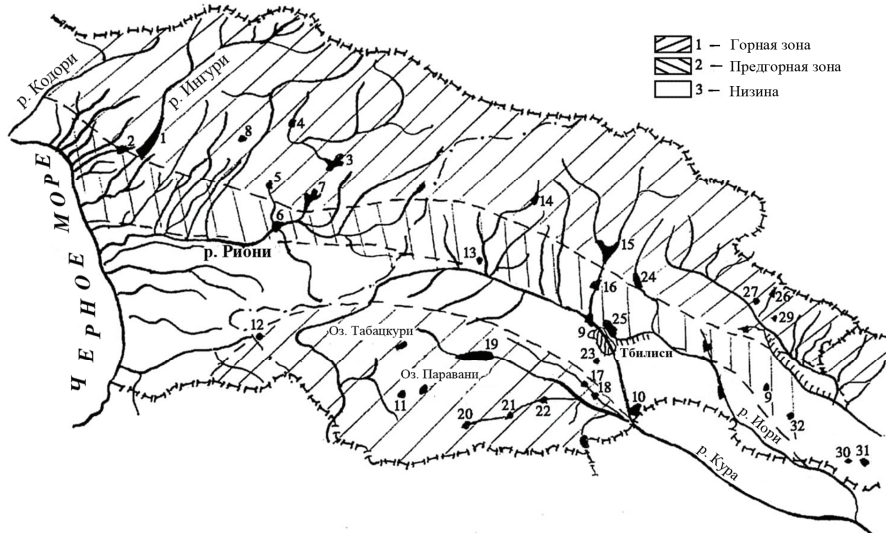


Рис. 1. Основные реки и водохранилища Грузии (названия водохранилищ соответствуют нумерации, приведенной в таблице 5)

**Водохранилища.** В настоящее время на территории Грузии создано 51 водохранилищ (общий объем 3,482 млн. м<sup>3</sup>), среди которых 32 – имеют объем более 1 млн. м<sup>3</sup> [2] (табл. 5, рис. 1).

Таблица 5

**Морфометрические параметры водохранилищ Грузии**

В соответствии с рис. 1	№	Название водохранилища	Основные показатели			Вид использования	Современное состояние
			$V_{полн.}, км^3$	$F, км^2$	$V_{полез.}/F, м$		
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Крупные &gt; 1 км<sup>3</sup></b>							
1	1	Джварское (Ингурское)	1,092	13,48	81,00	э	функционирует
<b>Средние 0,1÷1,0 км<sup>3</sup></b>							
15	2	Жинвальское	0,520	11,52	45,20	э, и	функционирует
24	3	Сионское	0,325	11,40	28,50	и, э	функционирует
19	4	Храмское (Цалкское)	0,312	34,00	9,17	э	функционирует
25	5	Тбилисское (по проектным данным)	0,308	11,80	26,10	э, и	функционирует
2	6	Гальское	0,145	8,00	18,14	э	функционирует
33	7	Лакбе	0,140	–	–	и	не функционирует
34	8	Далис Мта	0,140	–	–	и	не функционирует

**УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ГРУЗИИ В УСЛОВИЯХ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК**

Мелкие < 0,1 км <sup>3</sup>							
7	9	Ткибульское	0,084	11,50	7,30	э	функционирует
3	10	Шаорское	0,071	13,20	5,37	э	функционирует
17	11	Алгетское (Тбисское)	0,065	2,30	28,0	и	функционирует
10	12	Джандарское	0,052	12,50	4,16	и	функционирует
14	13	Зонкарское (ПатараЛиахви)	0,040	1,40	28,60	и	функционирует
5	14	Гуматское	0,039	2,40	16,30	э	функционирует
4	15	Ладжанурское	0,024	1,40	17,10	э	функционирует
6	16	Варцихское	0,0146	5,07	2,88	э	функционирует
9	17	ЗаГЭС	0,012	2,00	6,00	э	функционирует
22	18	Иакубло (Дманисское)	0,011	2,00	5,00	и	функционирует
23	19	Кумисское	0,011	5,40	16,90	и	не функционирует
малые < 0,01 км <sup>3</sup>							
13	20	Надарбазевское	0,0082	2,00	4,10	и	функционирует
16	21	Нареквавское	0,0068	0,56	12,10	и	функционирует
21	22	Пантианское	0,0053	0,62	9,04	и	функционирует
31	23	Кушисхевское	0,0040	0,65	6,15	и	функционирует
27	24	Кудигорское (Лапианис-Куре)	0,0035	3,00	1,16	и	функционирует
20	25	Мтитсдзирское	0,0033	0,82	4,06	и	функционирует
11	26	Зресское	0,00208	1,77	1,17	и	функционирует
8	27	Кухское	0,0019	0,30	2,71	и	функционирует
28	28	Октябрьское	0,0017	0,23	7,60	и	функционирует
26	29	Чальское	0,0017	0,35	4,85	и	функционирует
29	30	Телет-Цкальское	0,0016	0,14	11,44	и	не функционирует
12	31	Цхенис-Ча (Уде)	0,0015	0,30	5,00	и	функционирует
35	32	Ахашени Хевское	0,0015	–	–	и	не функционирует
32	33	Тавцкаройское	0,0013	0,255	0,57	и	функционирует
30	34	Кранчисхевское	0,0012	0,27	4,67	и	не функционирует
18	35	Марабдинское	0,0012	0,23	5,22	и	функционирует
36	36	Вакийское	0,0012	–	–	и	не функционирует
37	37	Асуретское (Асуретис-Хевское)	0,0010	1,13	0,88	и	не функционирует
38	38	Черемское	0,0010	0,13	7,20	и	не функционирует
39	39	Девис-Цкальское	0,00098	–	–	и	не функционирует
40	40	Ахалбедисеульское	0,0007	0,01	7,0	и	не функционирует
41	41	Борбалойское	0,0006	–	–	и	функционирует
42	42	Кусцкаройское	0,0005	0,012	41,7	и	не функционирует
43	43	Хетагурское	0,0005	0,003	16,63	и	функционирует
44	44	Красно Горское	0,00032	–	–	и	не функционирует
45	45	Удабнойское	0,0003	–	–	и	не функционирует
46	46	Триалетское	0,0003	0,13	2,30	и	функционирует
47	47	Натбеурское	0,00025	0,01	25,0	и	функционирует
48	48	Млашебское	0,0002	–	–	и	функционирует
49	49	Липское	0,000176	–	–	и	не функционирует
50	50	Бедетское	0,00016	0,05	3,20	и	функционирует
51	51	Шавсакдарское	0,00014	0,006	2,33	и	функционирует
		<b>Всего:</b>	<b>3,482</b>	<b>162,526</b>			
<b>Обозначения: э-энергетика; и-ирригация.</b>			<b><math>V_{\text{ирриг.}} = 0,843 \text{ км}^3</math>; <math>V_{\text{энерг.}} = 2,639 \text{ км}^3</math>.</b>				

**Озера.** На территории Грузии 860 озер, общая площадь которых составляет 181,0 км<sup>2</sup>, а общий объем – 720 млн. м<sup>3</sup> (табл. 6, 7).

Таблица 6

**Основные показатели крупных озер Восточной Грузии  
 (V > 1 млн м<sup>3</sup>)**

№	Название озера	Административный район	Объем воды в озере, V, млн. м <sup>3</sup>	Площадь зеркала, F, км <sup>2</sup>	Средняя глубина, H, м
1	Табацкури	Ахалкалаки, Боржоми	221.0	14.20	15.60
2	Паравани	Ниоцминда	90.80	37.50	2.42
3	Келис Тба	Ахалгори	31.70	1.28	27.80
4	Карцахи (Хазапини)	Ахалкалаки	19.30	26.30	0.73
5	Грдзели Тба	Ниоцминда	11.10	0.17	6.52
6	Мадатапа	Ниоцминда	9.50	1.08	8.78
7	Сагамос Тба	Ниоцминда	7.70	1.60	4.81
8	Ханчали	Ниоцминда	6.40	0.48	13..30
	<b>Всего:</b>		397,5	82,61	

Таблица 7

**Основные показатели крупных озер Западной Грузии  
 (V > 1 млн. м<sup>3</sup>)**

№	Название озера	Административный район	Объем воды в озере, V, млн. м <sup>3</sup>	Площадь зеркала, F, км <sup>2</sup>	Средняя глубина, H, м
1	2	3	4	5	6
1	Рица	Гудаута	94,00	1,49	63,10
2	Палиастоми	Поти	52,00	18,20	2,60
3	Амткели (Азанти)	Гульрипша	18,50	0,58	29,60
4	Адуедаадзижи	Очамчири	9,48	29,60	0,32
5	Тобаварчхили	Цаленджиха	33,31	15,80	0,21
6	Мцра	Сухуми	2,68	17,90	0,15
7	Нарионали	Ланчхути	1,49	0,88	0,17
8	Диди Бебесири	Гали	1,40	2,30	0,61
9	Окроцкали	Очамчири	1,20	12,00	0,10
	<b>Всего:</b>		<b>184,06</b>	<b>98,75</b>	

**Каналы.** К 2000 г. в Грузии насчитывалось 330 оросительных систем и 500 оросительных каналов, площадь же орошаемых земель 448,140 тыс. га. В настоящее время (к 2016 году) площадь земель, находящихся в ареале (в области) оросительных систем Грузии, составила 312,0 тыс. га, среди которых площадь водообеспеченных, т.е. имеющих технически исправную оросительную сеть, 88,7 тыс. га. Между тем, сложности переходного периода, отсутствие у производителей сельскохозяйственной продукции и реальных экономических стимулов для

увеличения производства привело к тому, что площадь фактически орошаемых земель составила всего 47,7% от водообеспеченной площади (42,3 тыс. га). При этом, забор воды из источника орошения составлял 16,3 тыс. м<sup>3</sup>/га, количество же воды, (обеспечивающей орошаемые массивы) доведенной до орошаемого массива 9,07 тыс. м<sup>3</sup>/га, среди которых фактически использовалось 2,5-3,0 тыс. м<sup>3</sup>/га. Остальная неиспользованная вода сбрасывалась в соответствующие водоприемники, табл. 8-12, рис. 2.

Таблица 8

Распределение площадей орошаемых земель по регионам Грузии (га)

№	Регионы Грузии	Площадь орошаемых земель в области обслуживания оросительных систем (га)		
		Самотечный полив	Механизированный	Всего
1	2	3	4	5
1	Квемо Картли	75 747	4 550	80 297
2	Шида Картли	50 140	23 793	73 933
3	Мцхета-Мтианети	11 702	3 910	15 612
4	Кахетия	75 660	22 517	98 167
5	Самцхе Джавахети	7 922	3 647	11 569
6	Имеретия	32 429		32 429
	<b>Всего:</b>	<b>253 600</b>	<b>58 417</b>	<b>312 007</b>

Таблица 9

Площадь водообеспеченных орошаемых земель в регионах Грузии (га)

№	Регионы Грузии	Водообеспеченная площадь (га)		
		2013 год	2014 год	2015 год
1	2	3	4	5
1	Квемо Картли	26 734	28 579	38 110
2	Шида Картли	12 273	13 873	17 502
3	Мцхета-Мтианети	3 525	3 525	5 601
4	Кахетия	12 721	13 271	18 272
5	Самцхе Джавахети	150	150	2 930
6	Имеретия	3 207	5 707	6 246
	<b>Всего:</b>	<b>58 610</b>	<b>65 105</b>	<b>88 661</b>

Таблица 10

Площадь фактически политых орошаемых земель в регионах Грузии (га)

№	Регионы Грузии	Фактически политая орошаемая площадь (га)					
		2013 г.	В том числе		2014 г.	В том числе	
			механически	Забор воды из водохранилища		механически	Забор воды из водохранилища
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Квемо Картли	17 835	-	5 021	20 261	-	5 952
2	Шида Картли	9 503	5 051	-	11 379	4 971	-
3	Мцхета-Мтианети	1 290	-	-	1 502	35	-
4	Кахетия	5 015	-	2 998	8 078	-	4 038
5	Самцхе Джавахети	127	-	-	137	-	-
6	Имеретия	480	-	-	992	-	-
	<b>Всего:</b>	<b>34 250</b>	<b>5 051</b>	<b>8 019</b>	<b>42 349</b>	<b>5 006</b>	<b>9 990</b>

Таблица 11

Ирригационный водозабор и водоподача на оросительных системах  
 регионов Грузии (тыс. м<sup>3</sup>)

№	Регионы Грузии	Водозабор в целях ирригации (тыс. м <sup>3</sup> )		Водоподача в целях ирригации (тыс. м <sup>3</sup> )	
		2013 г.	2014 г.	2013 г.	2014 г.
1	2	3	4	5	6
1	Квемо Каргли	343 046,8	367 047,4	181 955,0	219 295,7
2	Шида Каргли	187 051,1	160 085,8	97 496,8	84 002,7
3	Мцхета-Мтианети	22 559,0	22 175,6	12 413,5	12 679,8
4	Кахетия	122 178,6	133 200,9	58 324,8	63 759,1
5	Самцхе Джавахети	854,5	1 622,9	470,9	923,8
6	Имеретия	2 999,8	6 117,3	1 691,5	3 391,8
	<b>Всего:</b>	<b>678 689,8</b>	<b>690 249,9</b>	<b>352 352,5</b>	<b>384 053,0</b>

Таблица 12

Ирригационный водозабор и водоподача на 1 га. фактически орошенной площади на  
 оросительных системах регионов Грузии (тыс. м<sup>3</sup>)

№	Регионы Грузии	Водозабор в целях ирригации (тыс. м <sup>3</sup> /га)		Водоподача в целях ирригации (тыс. м <sup>3</sup> /га)	
		2013 г.	2014 г.	2013 г.	2014 г.
1	2	3	4	5	6
1	Квемо Каргли	19,23	18,12	10,20	10,82
2	Шида Каргли	19,68	14,07	10,26	7,38
3	Мцхета-Мтианети	17,49	14,76	9,62	8,44
4	Кахетия	24,36	16,49	11,63	7,89
5	Самцхе Джавахети	6,73	11,85	3,71	6,74
6	Имеретия	6,25	6,17	3,52	3,42
	<b>Всего:</b>	<b>19,82</b>	<b>16,30</b>	<b>10,29</b>	<b>9,07</b>



Рис. 2. Схема действующих оросительных каналов Грузии  
 (нумерации в соответствии с таблицами 13 и 14)

Основные действующие крупные оросительные каналы Восточной Грузии (2005 г.)

№	Нумерация в соответствии с черт.рис.2	Название канала	Орошаемая площадь, га.	Протяженность магистр. канала, км.	Расход воды, м <sup>3</sup> /сек.	Источник орошения	Год ввода в эксплуатацию
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Q &gt; 20 м<sup>3</sup>/сек.</b>							
1	1	Квемо Алазани	32615.0	91.03	24.0	р. Алазани	1928
2	2	Земо Алазани	29904.0	89,2	24.0	р. Алазани	1989
3	4	Квемо Самгори (левый)	31180.0	76.39	21.7	р. Иори	1967
4	5	Квемо Самгори (правый)	31180.0	76.39	21.7	р. Иори	1967
<b>Q = 20÷1 м<sup>3</sup>/сек.</b>							
5	8	Гардабанский	12635.0	12.1	16.0	р. Кура	1867
6	6	Земо Самгорский	30283.0	82.77	13.0	р. Иори	1952
7	14	Тирипонский	28390.0	50.0	12.5	р. Диди Лиахви, р. Патара Лиахви	1928
8	18	Ташикарский	15031.0	63.8	12.0	р. Кура, с. Ахалдаба	1958
9	3	„Зилича“	15031.0	63.8	12.0	р. Алазани	1958
10	7	Нижне Самгорский	30283.0	82.77	12.0	р. Иори, Тбилисское водохранилище	1952
<b>Q = 10÷5 м<sup>3</sup>/сек.</b>							
11	10	Тбиси-Кумиси	12466.0	11.1	9.0	Алгетское водохранилище	1988
12	9	Храм-Архи	10014.0	65.6	9.0	р. Храми	
13	16	Ванати	4456.0	11.1	7.0	р. Патара Лиахви, с. Ванати	1953
14	15	Салтвиси	9762.0	19.0	6.5	р. Патара Лиахви, г. Цхинвали	1950
15	11	Мухрани	14718.0	24.5	6.0	р. Арагви	1958
16	13	Тези-Оками	4441.0	33.79	5.0	р. Ксани, с. Ахмаджи	1956
<b>Q &lt; 5 м<sup>3</sup>/сек.</b>							
17	17	Кехви	4079.0	25.1	3.5	р. Диди Лиахви, с. Кехви	1967
18	19	Скра-Карели	3210.0	28.8	2.8	р. Кура	
19	12	Сагурамо	2665.0	37.75	2.0	р. Арагви, р. Тедзами	1966
			<b>Всего: 325343.0 га.</b>				

Таблица 14

Основные действующие крупные оросительные каналы Западной Грузии

№	Нумерация в соответствии с рис. 2	Название канала	Орошаемая площадь, га.	Протяженность маг. канала, км.	Расход воды, м <sup>3</sup> /сек.	Источник питания
1	2	3	4	5	6	7
<b>Q&gt;10 м<sup>3</sup>/сек.</b>						
1	23	Хони-Самтредский (Кухский)	14 134,0	13,0	13,0	р. Цхенисцкали
<b>Q&lt;5 м<sup>3</sup>/сек.</b>						
2	27	Аджаметский	2 799,0	30,16	3,0	р. Квирила
3	26	Диди-Рикотскмй	1 000,0	3,37	1,5	р. Хонис-Цкали
4	21	Эцерский	471,0	6,4	1,2	р. Дзеврула
5	28	Варцихский	695,0	8,15	1,0	р. Хонис-Цкали
6	24	Цихи-Сулорский	323,0	4,51	0,51	р. Сулори
7	20	Ходабунский	429,0	9,4	0,5	р. Квирила
8	22	Сиктарвский	79,0	2,0	0,3	р. Дзеврула
9	29	Апхантурский	250,0	4,7	0,3	р. Хонис-Цкали
<b>Всего:</b>			<b>20 180,0</b>			

Общий объем забираемой воды из источников орошения составил 690 250,0 тыс.м<sup>3</sup>, а объем подаваемой на орошение 384 053,0 тыс.м<sup>3</sup>.

**Ледники.** В Грузии 786 ледников, общей площадью до 556 км<sup>2</sup> и общим объемом до 23 820 млн. м<sup>3</sup> (табл. 15 и 16).

Таблица 15

Ледники Восточной Грузии и запас вод ледникового стока

№	Бассейн реки	Запас вод в ледниках, млн. м <sup>3</sup>	Ледниковый сток, млн. м <sup>3</sup>	Площадь ледников, км <sup>2</sup>	Высота расположения ледников, м.
1	Диди Лиавхи и Арагви	120,0	18,0	8,2	3400
2	Терек	4960,0	122,0	82,0	3650
<b>Всего:</b>		<b>5080,0</b>	<b>140,0</b>	<b>90,2</b>	

Таблица 16

Ледники Западной Грузии и запас вод ледникового стока

№	Бассейн реки	Запас воды в леднике, Млн. м <sup>3</sup>	Ледниковый сток, млн. м <sup>3</sup>	№	Бассейн реки	Запас воды в леднике, Млн. м <sup>3</sup>	Ледниковый сток, млн. м <sup>3</sup>
1	Бзыбь	110	32,0	5	Хоби	20	6,0
2	Келасури	20	4,0	6	Цхенисцкали	290	15,1
3	Кодори	1350	171,0	7	Риони	1350	78,5
4	Ингури	15600	550,0	<b>Всего:</b>		<b>18740</b>	<b>856,6</b>

**УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ГРУЗИИ В УСЛОВИЯХ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК**

В результате «глобального потепления» на Земле, и в частности в Грузии, запас воды в ледниках уменьшился. По данным исследований грузинских гляциологов, длина ледников Грузии уменьшается на несколько метров в год. Подобная тенденция сохранится и в будущем, что повлечет за собой уменьшение стока рек, снижение уровня воды в водохранилищах,

снижение продуктивности сельского хозяйства и выработки эл. энергии. В результате процесса глобального потепления, под воду уйдут причерноморские территории.

**Болота.** Болота Грузии, в основном, расположены на западе страны, общий объем воды в которых достигает 1861,7 млн. м<sup>3</sup> (табл.17).

**Таблица 17**

**Основные характеристики болот Западной Грузии**

№	Название болота	Район	Объем воды в болоте, млн. м <sup>3</sup>	Средняя глубина, м.	Площадь, км <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6
1	Пичора-Палиастоми	Поти, Хоби	1328,0	8,0	191,0
2	Чаладиди-Поти	Хоби	194,0	2,0	144,0
3	I и II Испанское болото	Кобулет	100,0	6,0	19,0
4	Эрисцкали II	Гали	93,6	1,0	117,0
5	Тихори-Чурины	Зугдиди, Хоби	64,8	0,8	90,0
6	Накереги	Гали	25,2	1,5	21,0
7	Пичора-Квишони	Гали	21,1	2,0-2,5	13,2
8	Натанеби-Супса	Озургети	20,2	1,5	15,0
9	Торси	Зугдиди	8,1	0,15	9,0
10	Лаитури	Кобулет	1,6	2,0	1,0
11	Эрисцкали I	Гали	1,2	1,0	1,5
12	Чвиртисгеле	Ланчхути	1,12	1,1	1,1
13	Квешената	Ланчхути	0,8	1,0	1,0
14	Морчхели	Ланчхути	0,8	1,0	1,0
15	Джинистба	Ланчхути	0,79	0,9	1,1
16	Брос-Ачауди	Гали	0,72	1,0	0,9
<b>Всего:</b>			<b>1861,7</b>		<b>626,8</b>

**Подземные воды.** Запас подземных вод Грузии составляет 10,6 км<sup>3</sup>, среди которых в Восточной Грузии 6,4 км<sup>3</sup>, а в Западной – 4,2 км<sup>3</sup> (табл.18 и 19).

**Таблица 18**

**Гидрогеологические параметры основных подземных артезианских бассейнов Восточной Грузии**

Артезианский бассейн	Горизонт подземных вод	Пьезометрический уклон водонесущего горизонта	Ширина подземного потока, м
Алазанский	Кварельский	0,010	170,0
	Телавский	0,046	138,0
	Гурджаанский	0,041	40,0
Иори-Ширакский (Лакбе)	Апшерон-Акцигильский	0,043	15,0
Тбилисский	Акцигильский	0,020	10,0
Картлийский	Четвертичные отложения	0,030	8,0



Таблица 19

Гидрогеологические параметры основных подземных  
 артезианских бассейнов Западной Грузии

Артезианский бассейн	Горизонт подземных вод	Коэффициент водопроницаемости, м <sup>3</sup> /сутки	Пьезометрический уклон водонесущего горизонта	Ширина подземного потока, м.
Колхидский	Четвертичные отложения:			
	– грунтовые воды	2000	2000	300
	– напорные воды	520	520	270

**Термальные воды.** Общий дебит термальных источников Грузии 1983,9 л./сек. (0,06 км<sup>3</sup>/год) (табл. 20 и 21).

Таблица 20

Показатели термальных вод Восточной Грузии

№	Название источника термальных вод	Территориальное расположение	Дебит, л./с.	t°C
1	Торгвас-Абаноеби	Мтиулети	65,0	27-37
2	Кавтисхеви, Хеити, ГорисДжвари, Марткопи, Уджарма	Картли	15,1	24-53
3	Кила-Купри	Иори-Шираки	681,0	65
4	Цкалтбила, Ацкури, Ахалцихе, Абастумани, Аспиндза	Ахалцихе	60,0	22-48
5	Двири, Ликани, Садгери, Ахалдаба, Ташискарри, Банисхеви, Квишхети, Рвели, Квибиси, Занапи, Вашловани, Папа, Митарби, Нуниси	Триалети	134,0	26-41
6	Тбилиси	Тбилиси	260,0	27-52
7	Артвини-Сомхити	Болниси	40,0	41
		<b>Всего:</b>	<b>1255,1</b>	

Таблица 21

Показатели термальных вод Западной Грузии

№	Название источника термальных вод	Территориальное расположение	Дебит л./с,	t°C
1	2	3	4	5
1	Ткварчели Ходжали	Сванетия	57,0	29-35
2	Гагра, Пицунда, Бзыбь	Бзыбь	10,5	34-95
3	Сухуми	Кодори	111,1	24-100
4	Зугдиди, Цаиши, Менджи, Накалакеви	Самегрело	231,4	25-91
5	Кугва, Поти, Чаладиди, Хорга	Колхида	30,1	46-95
6	Цкалтубо, Меквена	Цкалтубо	270,9	29-39
7	Симонети, Зестафони, Свири, Аджамети	Аргвети	1,7	44-62
8	Махинджаури, Томашети, Шеубани, Зекари, Чокиани	Аджара-Триалети	16,0	22-25
		<b>Всего:</b>	<b>728,8</b>	

**Минеральные воды.** На территории Грузии до 1000 источников минеральных вод, общий объем которых до 0,1 км<sup>3</sup>/год.

Таким образом, как в Восточной, так и в Западной Грузии основным компонентом водных запасов является сток рек (табл. 22).

Компоненты водного «запаса» Грузии

№	Показатели водного запаса	Объем воды, км <sup>3</sup>		
		Восточная Грузия	Западная Грузия	Всего
1	Реки	14,71	51,13	65,84
2	Ледники	5,08	18,74	23,82
3	Подземные воды	6,4	4,2	10,6
4	Водохранилища	1,99	1,49	3,48
5	Болота	-	1,86	1,86
6	Озера	0,42	0,30	0,72
7	Минеральные воды	0,001	0,01	0,101
8	Термические воды	0,04	0,02	0,06
	<b>Всего:</b>	<b>28,64</b>	<b>77,84</b>	<b>106,48</b>

На разных этапах своего развития человечество сталкивалось с проблемой нехватки гидроресурсов. Особенно, эта проблема обострялась среди стран, являющихся потребителями вод трансграничных (речных) бассейнов рек. К числу таких стран относятся Грузия, Азербайджан, Армения, Турция и Иран (рис. 3). Для расположенных в нижней части течения р. Кура (Мтквари) государств наиболее проблемным стало уменьшение объема воды в

водотоке, а также связанное с этим ослабление устойчивости сложившихся здесь экосистем. Ввиду того, что суверенные государства в своих экономических интересах стараются максимально использовать находящиеся на их территории трансграничные водные ресурсы, необходимо разработать методические подходы к рациональному межгосударственному их распределению и на этой основе принимать согласованные решения.

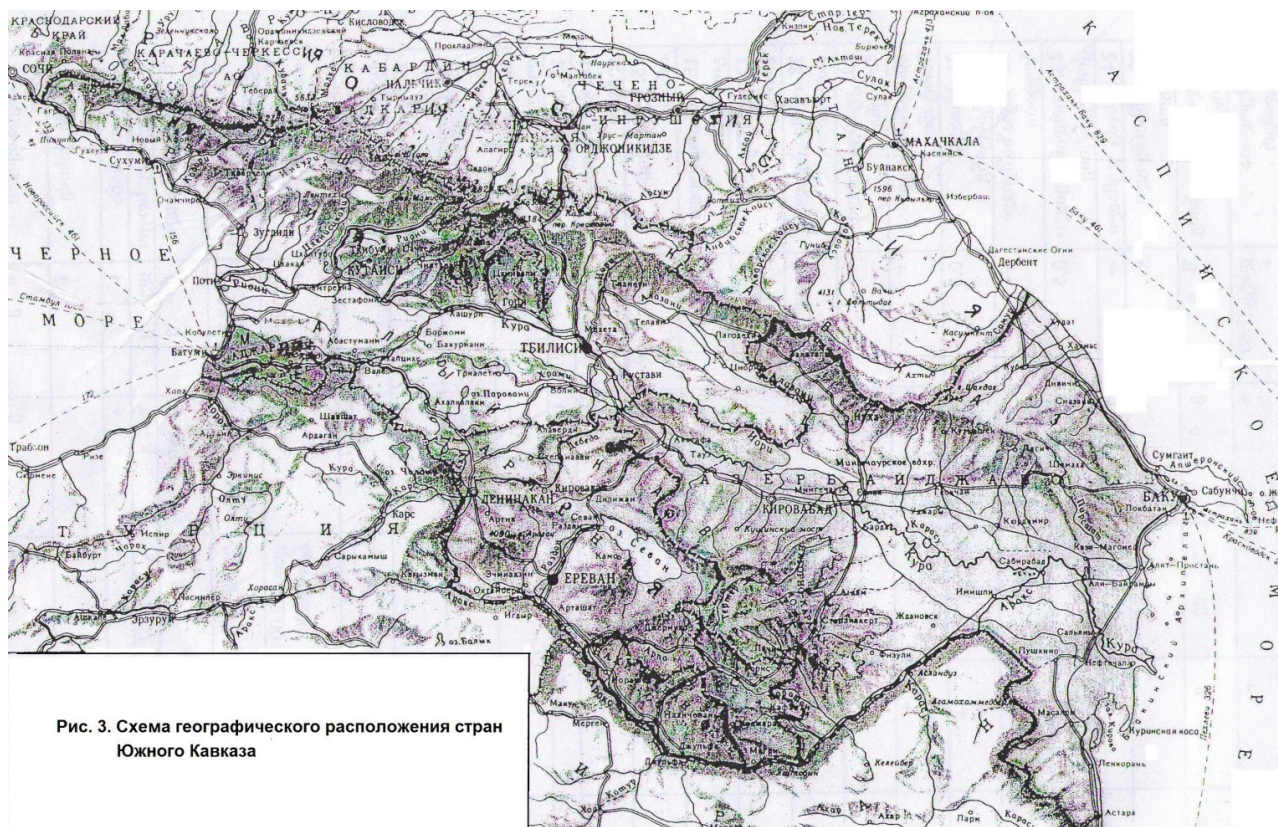


Рис. 3. Схема географического расположения стран Южного Кавказа

В документах, определяющих водную политику трансграничных рек, содержатся основные положения управления и защиты поверхностных и подземных вод. В соответствии с чем, трансграничные страны обязаны описать существующие на своей территории бассейны рек и постоянно осуществлять системный анализ эффективности использования вод.

Водообеспеченность Грузии и сохранение ее экологической чистоты является одной из первейших проблем в стране. Восточный и западный регионы Грузии отличаются друг от друга водным режимом – повышенной влажностью в западном регионе (гумидная зона) и дефицитом воды в восточном (аридная зона), ввиду чего в гумидной зоне некоторые территории нуждаются в осушении, а в аридной – орошении. Это положение обусловлено высотой речного бассейна ( $H$ ) и модулем стока ( $M$ ). В Западной Грузии количество рек на 35,2% больше, чем в Восточной, что соответственно, определяет изменение как густоты речной сети, так и распределение годового стока.

В настоящее время, когда ощущается дефицит водных ресурсов в Закавказье, задача полного и рационального их использования приобретает особую остроту. В связи с этим возникает объективная необходимость проведения расширенных комплексных исследований, охватывающих взаимосвязь водообеспечения с экологией и экономикой, фундаментального изучения отраслей преобразования и использования водных ресурсов, их взаимодействия между собой и с окружающей средой с установлением количественных оценок возможных экологических нарушений и возможностью осуществления природоохранных мероприятий. Наряду с этим, для формирования объективного общественного мнения, в странах рассматриваемого региона необходимо средствами массовой информации шире освещать вопросы водных отношений. На современном этапе научно-технического прогресса всегда могут быть найдены решения и предложены мероприятия по разумному распределению водных ресурсов, не нарушающих стабилизацию экологической обстановки. При решении этой проблемы комплексные водохозяйственные объекты

станут эффективными как в технико-экономическом, так и социальном отношении. В связи с этим необходимо уже сегодня готовить систему технологических и юридических мероприятий, предполагаемых к реализации как в ближайшей, так и в далекой перспективе [3, 7, 9]. Именно при таком подходе к проблеме использования водных ресурсов можно не опасаться будущего усиления водного кризиса.

Крупнейшей рекой Южного Кавказа является река Кура (Мтквари), водосборный бассейн которой (193040 км<sup>2</sup>, в том числе в Грузии 44120 км<sup>2</sup>) включает территории Турции, Ирана, Восточной Грузии, Армении и Азербайджана. Режим реки характеризуется весенним половодьем и устойчивой летней и зимней меженью. Многолетний средний расход реки в месте слияния с Мингечевирским водохранилищем составляет 230 м<sup>3</sup>/с., а в устье – 850 м<sup>3</sup>/с. [5]. Половодье наблюдается в конце апреля – в начале мая, заканчивается в начале июля. Воды Куры и ее притоков широко используются для нужд национальной экономики Грузии в целях энергетики, ирригации и водоснабжения.

Малая водность реки во всей восточной области Грузии, наряду с большим водопотреблением, обуславливает напряженность и дефицит в водохозяйственном балансе.

Исторически страны Южного Кавказа (Грузия, Азербайджан, Армения, Турция и Иран) представляют территории, где орошаемое земледелие является ключевым направлением (областью) сельскохозяйственного производства. Между тем, распределение водных ресурсов по их площадям неравномерно и осложняется как несоответствием между водными режимов рек и режимами водопользования и водопотребления, так и неравномерным распределением плотности населения, промышленных объектов и степени их экономического развития.

Потенциал **энергоресурсов** Южного Кавказа составляет 130 млрд. квтч. В настоящее время здесь эксплуатируются до 30 крупных и средних водохранилищ с ГЭС объемом более 10 млн. м<sup>3</sup>. Самым крупным является Мингечевирское водохранилище, в котором накапливается до 65% всего аккумулируемого стока р. Кура.

При анализе перспектив развития гидроузлов **ирригационного назначения** необходимо обратить внимание на то обстоятельство, что в Восточной Грузии используется под сельское хозяйство в среднем до 35% территории. Неосвоенные земли в естественном состоянии мало продуктивны и могут быть эффективно использованы лишь при условии проведения соответствующих мелиоративных мероприятий. Уже на современном уровне водопотребления сезонное регулирование не обеспечивает потребности народного хозяйства, что наблюдается на водотоках Иори, Храми и др. Исходя из климатических особенностей Восточной Грузии, орошение ее территории, в основном, осуществляется за счет р. Кура и ее притоков. При этом гидрологические характеристики обуславливают необходимость создания регулирующих водохранилищ даже на малых ирригационных системах. В настоящее время в Восточной Грузии эксплуатируются 43 водохранилища, из них объемом более 1 млн. м<sup>3</sup> - 27.

Для широкого развития орошаемого земледелия и сельскохозяйственного освоения территорий более высоких поясов вертикальной зональности в перспективе потребуется полное зарегулирование стока р. Кура водохранилищами общим полным объемом до 3,0 км<sup>3</sup>.

В виду того, что объективно возникают противоречия в интересах водопользователей и водопотребителей как внутри страны, так и в региональном масштабе, принципиально необходимо на больших и малых реках обеспечить комплексное использование водных ресурсов, увязать интересы водопользователей и водопотребителей с межгосударственным распределением стока. В связи с этим менеджмент водного хозяйства должен быть направлен на оптимизацию эффективности использования вод бассейна с сохранением его экологически стабильного состояния [11].

Следует отметить, что 145 стран мира пользуются трансграничными водными бассейнами совместно со своими соседями из сопредельных стран. При этом территории 21 стран полностью входят в международные бассейны [10]. При ограниченности водных ресурсов необходимость их совместной эксплуатации зачастую приводит

к обострению межгосударственных отношений. Сама проблема совместного использования трансграничных рек достаточно широко проявилась в XX веке, когда создание водохранилищ, а также строительство отводных каналов и прочих гидротехнических сооружений обрели планетарный характер. Значительная часть этой инфраструктуры создана на 300 крупных реках мира, протекающим по территориям двух и более стран. В результате такого рода строительства выросла озабоченность государств, расположенных в нижних участках течения рек, поскольку сооружение гидротехнических объектов стало приводить к сокращению количества воды, достигающей территории «низовых» стран, а также влиять на состояние экосистем вдоль всего речного русла.

На протяжении длительного времени страны пытаются разрешить проблемы, касающиеся воды, дипломатическими методами. Правовой режим трансграничных вод регулируется международными конвенциями и договорами, действие которых распространяется на подписавшие их государства и на присоединившиеся к ним стран. В этом плане есть два основных глобальных документа: Конвенция по оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте (1991 г.) и Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер [12]. Они имеют большое международно-политическое значение, однако носят общий рекомендательный характер, затрагивают, прежде всего, экологические проблемы, и лишь в незначительной степени касаются самих проблем управления гидроресурсами рек. Механизм же разрешения международных споров в них практически отсутствует [13, 14]. К главным действующим межнациональным соглашениям по использованию трансграничных вод относятся «Правила использования вод международного значения», принятые в 1966 году в Хельсинки Ассоциацией международного права. Они предусматривают комплекс мер как общего, так и специального характера и, что особенно важно, вводят понятие «международный речной бассейн». Под последним подразумевается «географическая область, охватывающая два или не-

сколько государств и определяемая границами распространения системы вод, включая поверхностные и подземные воды, впадающие в общий водоем»[4].

Дальнейшее развитие правового режима Хельсинской конвенции произошло в результате утверждения двух дополнительных протоколов к ней: Лондонского протокола по проблеме воды и здоровья (1999 г.) и Киевского протокола о гражданской ответственности и компенсации за ущерб, причиненный трансграничным воздействием промышленных аварий на трансграничные воды (2003 г.). Положения обоих протоколов имеют прямое отношение к трансграничным гидроресурсам. Наряду суказанным, есть еще два экологических документа ЕЭК ООН, которые необходимо учитывать при решении вопросов, связанных с охраной трансграничных водотоков: Конвенция о трансграничном воздействии промышленных аварий (1992 г., Хельсинки) и Конвенция о доступе к информации, участии общественности в охране окружающей среды (1998 г. Охрус).

Комплексное использование водных богатств подразумевает осуществление гидротехнического строительства в интересах различных отраслей экономики. При этом необходимо иметь в виду, что для гидроэнергетики вода представляет интерес только как носитель энергии, для водного транспорта важнее всего наличие необходимых глубин в период навигации, рыбному хозяйству нужны не только водоемы для воспроизводства и нагула рыбы, но и во многих случаях определенный режим стока рек. Основная особенность орошения – большой объем как общего, так и удельного водопотребления, причем лишь небольшая часть воды, забираемой из источников орошения, возвращается в водоем. Водоснабжение, в отличие от орошения, предъявляет повышенные требования к качеству воды при сравнительно небольших объемах водопотребления. Вместе со сказанным, следует отметить, что значительный рост населения мира, повышение его материального благосостояния требует все большее количество воды, используемой как в ирригации и водоснабжении, так и в выработке электроэнергии.

Следует отметить, что в условиях, когда речной бассейн принадлежит одному государству, управление водными ресурсами сводится к перераспределению их между отраслями национальной экономики. В случае же, когда рассматриваются вопросы использования водных ресурсов трансграничной реки, права на использование водных ресурсов принадлежат всем государствам трансграничной реки и потому возникает проблема справедливого их распределения между этими государствами. Один из эффективных подходов к распределению трансграничных водных ресурсов состоит в поиске компромиссных решений, выгодных всем странам трансграничного бассейна.

Данный подход предполагает отказ распределения воды как товара и переход к справедливому распределению не воды, а выгод, получаемых от ее использования. Примерами могут служить соглашения о совместном использовании водных ресурсов бассейнов рек Нила, Дуная, Меконга, Рио-Гранде, Лимпопо, а также Великих Североамериканских озер. Эти соглашения, однако, характеризуются специфическими особенностями своих бассейнов и потому их универсализация наталкивается на серьезные трудности. Между тем, потребность в разработке общих подходов к распределению водных ресурсов трансграничных рек непрерывно возрастает. Причина, помимо всего прочего, состоит в том, что в современном обществе продолжается процесс образования новых суверенных государств, которые уже не могут довольствоваться прежним порядком водораспределения, принятом в условиях существования единого государства и вынуждены регулировать свои водные отношения с учетом новых реалий. Действительно, по состоянию на 1978 год на земном шаре насчитывалось 214 речных бассейнов, включавших в себя территории двух или более стран. В настоящее время их стало уже 261, они охватывают 45,3% поверхности Земли, включают в себя 80% мирового речного стока и в них проживает 40% населения мира.

Проблема обоснованного водораспределения остро заявила о себе во взаимоотношениях между суверенными государствами, возникшими

на территории бывшего Советского Союза. Вплоть до недавнего времени республики Южного Кавказа эксплуатировали систему своих водных ресурсов в рамках единой распределительной схемы рек бассейна реки Кура. В настоящее же время политико-экономическая ситуация в регионе изменилась коренным образом. После провозглашения независимости, каждое из суверенных государств стремится к максимальному использованию имеющихся водных ресурсов, прежде всего, в своих собственных национальных интересах. С целью устранения возможности столкновения интересов суверенных государств бассейна реки Кура, принятия согласованных решений в управлении водными ресурсами требуется разработать теоретические основы построения математического обеспечения управленческих решений и на их базе методики принятия такого рода решений. В наиболее общем виде распределение водных ресурсов трансграничной реки между сопредельными странами можно осуществить пропорционально площади водосбора бассейнов, находящихся в границах

конкретных стран. Для оптимизации распределения водных ресурсов необходимо решить следующие задачи: разработать математические модели принятия компромиссных решений при управлении трансграничными водными ресурсами с учетом интересов государств; разработать математические модели управления режимами работы водохранилищ трансграничного бассейна на основе баланса интересов различных стран в использовании водных ресурсов для нужд ирригации и производства гидроэлектроэнергии; разработать специальные экономические модули для оценки использования водных ресурсов бассейна; построить информационную систему трансграничного речного бассейна. Оптимизация распределения водных ресурсов между странами трансграничного бассейна в значительной мере сгладит противоречия в области водопользования и водоиспользования, обеспечит невозможность истощения и загрязнения вод, станет катализатором добрососедских отношений между странами, исключит перспективу силового решения вопросов водораспределения.

### ВЫВОДЫ

Для выработки концепции перераспределения трансграничных вод между сопредельными государствами (Грузия, Армения, Азербайджан, Турция и Иран) необходимо создать банк новейших данных по всем компонентам использования водных запасов (в. рек, водохранилищ, озер, болот, подземных вод и ледников). Для этого необходимо заключить соглашение об участии в работе по составлению «Справочника водных ресурсов Южного Кавказа», выработать единую методику по сбору информации, а затем в соответствии с нормами международного права согласовать исследования по составлению концепции распределения трансграничных вод с учетом комплексного решения экологических проблем. Разработанная методика распределения водных ресурсов сопредельных государств может быть положена в основу межправительственного соглашения вышеназванных пяти стран.

На следующем этапе необходимо разработать документ, регулирующий политику использова-

ния вод приграничных государств. Разработанный документ станет правовой основой управления поверхностными и подземными водами. Документ должен быть направлен на разработку мероприятий, обеспечивающих невозможность деградации водных объектов, уменьшение их загрязнения, стимулирование устойчивого использования вод, меры по уменьшению ущерба от стихийных явлений, в том числе паводков и засух. Для решения этих задач в первую очередь необходимо провести исследование по идентификации бассейнов трансграничных рек, экономическому и экологическому анализу использования вод, регистрации трансграничных территорий. Кроме этого, трансграничные государства должны обеспечить изъятие и использование воды с учетом требования – «загрязнитель-расплачивается».

В качестве «пионерного» проекта авторами данной публикации составлен «Кадастр водохозяйственных объектов Грузии», в соответствии с которым трансграничным государствам –

Армении, Азербайджану, Турции и Ирану предлагается составить аналогичный справочник водных объектов, на основе которого будет создан единый справочник для всего региона.

### ЛИТЕРАТУРА

1. იორდანიშვილი ი., იორდანიშვილი კ. სპარტველოს წყალსამეურნეო ობიექტების კადასტრი. უნივერსალი, თბილისი, 2015, 224 გვ.
2. Варазашвили Н.Г., Гобечия Г.Н. Инженерно-экологические проблемы создания и эксплуатации водохозяйственных систем с водохранилищами в горных регионах. Мецниереба, Тбилиси, 2002, 512 стр.
3. Гавардашвили Г.В., Иорданишвили И.К., Вартанов М.В., Шубер З. Современные проблемы мелиорации в условиях использования водных ресурсов трансграничной реки Кура. Мелиорация, 2 [74], Москва, 2015, стр.25-33.
4. Гончаренко А. Использование ресурсов трансграничных вод, состояние, перспективы. Мировая экономика и международные отношения, 2002, №5, стр.83-91.
5. Исмаилов Р. Современные экологические проблемы реки Кура. Сб. трудов IV-й Международной научно-технической конференции «Современные проблемы водного хозяйства, охраны окружающей среды, архитектуры и строительства», Тбилиси-Телави, 2016, стр. 100-103.
6. Иорданишвили И.К., Гавардашвили Г.В., Иремашвили И.Р., Вартанов М.В., Иорданишвили К.Т. Кадастр водохозяйственных объектов Грузии. Универсал, Тбилиси, 2016, монография (на грузинском языке).
7. Маркосян А.Х., Мартиросян Т.С. Водные проблемы республики Армения и общепла-
- нетарное значение воды. 2-я Международная научно-техническая конференция «Современные проблемы охраны окружающей среды, архитектуры и строительства», Тбилиси-Кобулет, 2012, стр. 100-106.
8. Цомаея В.Ш. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрометиздат, 1974, Л., 578 стр.
9. Gavardashvili G., Chakhaia G., Diakonidze R., Tsulukidze L., Bziava K. Protection of Water Resources from Mechanical Pollution in the Transboundary Region of the South Caucasus during the Formation of Natural Disasters. AASA Regional Workshop on “The Roles of Academies of Sciences in Water and Energy Problems in Central Asia Ways for Their Solution”. 30 June-2 July, 2011, Bishkek, Kyrgyzstan, pp.112-120
10. Giordano M.A., Wolf A.T. Sharing Waters: Post-Rio International Trans boundary Water Management. NaturalResourcesForm. Vol. 27, №2. Издание Департамента общественной информации Организации Объединенных наций, ноябрь, 2004 г.
11. InternationalWaterManagementInstitute – [www.lwmi.cgiar.org](http://www.lwmi.cgiar.org).
12. UNWater – [www.unwater.org](http://www.unwater.org).
13. WWAP – <http://www.unesco.org/new/en/naturalsciences/environment/water/wwap/>
14. ESCWA – (water resources) – [www.escwa.un.org](http://www.escwa.un.org).

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА УСТОЙЧИВОСТИ ВЕРХОВОГО ОТКОСА ГРУНТОВЫХ ПЛОТИН ПРИ ПЕРЕМЕННОМ НАПОРНОМ РЕЖИМЕ

Итриашвили Л.А., Хосрошвили Е.З., Натрошвили Г.Т.

Email: [itriashvili@mail.ru](mailto:itriashvili@mail.ru)

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
пр. Чавчавадзе 60<sup>б</sup>, 0179, г. Тбилиси, Грузия

### ВВЕДЕНИЕ

Анализ литературных материалов (В. И. Аравин, Н. Н. Биндеман, С. Ф. Аверианов, Н. М. Герсеванов, А. А. Ничипорович, Н. Н. Маслов и др.), а также результатов исследований и натуральных наблюдений, проводимых Грузинским институтом водного хозяйства (Г. В. Абелишвили, М. Н. Терлецкая, Н. Г. Варазашвили, И. К. Иорданишвили, В. М. Насберг, Т. Г. Жордания, Т. В. Тевзадзе, Л. А. Итриашвили) позволили выявить закономерности влияния эксплуатационной цикличности уровня режима иригационных водохранилищ на особенности фильтрационного режима, водонасыщенности и напорных давлений на устойчивость верховых откосов грунтовых плотин.

В частности, установлено, что в этих условиях при разных влажностях происходит измене-

ние физического состояния грунтов тела плотины, а воздействие переменных гидростатических и гидродинамических сил вызывает развитие фильтрационных деформаций. Установлено, что при скоростях опорожнения и наполнения  $V=0,1-0,5$ /сут нарастание гидродинамического давления не вызывает фильтрационных деформаций. При  $V > 0,5$  м/сут интенсивность деформационных процессов заметно возрастает. При  $V > 1,0$  м/сут методика назначения заложения по принятому методу круглоцилиндрической поверхности не обеспечивает получения достаточно точных параметров.

Поэтому нами сделана попытка разработать усовершенствованную методику, расчет учитывающую специфику цикличности работы иригационных водохранилищ.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Учитывая, что при циклических колебаниях напоров происходят не только изменения физико-механических показателей грунтов, но изменяются и сочетания весовых нагрузок, в основу предлагаемой методики проверки

устойчивости откосов был положен метод расчета равнопрочного откоса [1, 2], согласно которому такой откос в состоянии предельного равновесия, для каждой точки на глубине  $h$  от поверхности удовлетворяется условием:

$$\alpha_h = \psi_{\rho_h}, \psi_{\rho_h} \quad (1)$$

где  $\alpha_h$  – угол наклона откоса к горизонту на глубине  $h$ , м;  $\psi_{\rho_h}$  – угол сопротивления сдвигу для данного горизонта, равный:



$$tg\psi_{\rho_h} = tg\varphi + \frac{C}{\rho h}, \quad (2)$$

где  $\varphi$  – угол внутреннего трения грунта,  $C$  – удельное сцепление,  $10^5$ , Па,  $\rho$  – объемный вес грунта,  $т/м^3$ .

Устойчивость всего откоса в целом на любой глубине должна удовлетворять требованию:

$$K_{зап} = \frac{tg\psi_{\rho_h}}{tg\alpha_h}, \quad (3)$$

где  $K_{зап}$  – коэффициент запаса устойчивости откоса принимаемый равным 1,04 – 1,30.

Предлагаемая методика расчета выполняется в следующей последовательности.

Верховой откос плотины по высоте разделяется на ряд горизонтальных слоев. Затем, предполагая, что уровень воды ступенями равными толщине слоя поднимается от отметки УМО до отметки НПУ (а затем также ступенями понижается до УМО), для каждого из выделенных слоев по формуле (2) определяется значение  $tg\psi_{\rho_h}$ , подставляя расчетные значения  $\rho$ ,  $\varphi$  и  $C$ , соответствующих стадиям обводнения слоя.

Из полученных значений  $tg\psi_{\rho_h}$  по строке для каждого выделенного слоя выбирают наименьшие значения, соответствующие самым неблагоприятным сочетаниям физических показателей и весовых нагрузок. По выделенным значениям  $\psi_{min}$  определяется угол наклона откоса к горизонту по формуле (1).

На рис. 1 приведен результат сопоставительного расчета заложения откоса по круглоцилиндрической поверхности (сплошная линия) и по предлагаемой методике (пунктирная линия). Если в первом случае коэффициент запаса составлял  $K_3 = 1,04$  (при заложении откоса  $m=3,0$ ), то во втором  $K_3 = 1,16$  (при заложении откоса  $m=3,4$ ), что обеспечивает более высокую надежность профиля плотины.

Исходные расчетные данные:

объемная масса влажного грунта  $\rho_в - 2,05 т/м^3$ ,  
 объемная масса водонасыщенного грунта  $\rho_н - 2,12 т/м^3$ ,  
 объемная масса грунта во взвешенном состоянии  $\rho_{вз} - 1,58 т/м^3$ ,  
 угол внутреннего трения влажного грунта  $\varphi_в - 18,5^0$  ( $tg\varphi = 0,33$ ),  
 угол внутреннего трения водонасыщенного грунта  $\varphi_н - 13,0^0$ , ( $tg\varphi_н = 0,23$ ),  
 удельное сцепление влажного грунта  $C_в = 1,5 т/м^2$ ,  
 удельное сцепление водонасыщенного грунта  $C_н = 2,5 т/м^2$ .

До напол.	Наполнение От 140 м до 167,5 м					Опорожнение От 167,5 м до 140 м				
<b>Расчетные значения <math>\alpha_h</math> при различных стадиях обводнения откоса</b>										
38,0	38,0	38,0	38,0	21,0	21,0	21,0	21,0	38,0	38,0	38,0
31,0	31,0	31,0	18,0	18,5	18,5	18,5	18,5	18,0	31,0	31,0
27,5	27,5	16,5	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	16,5	27,5
25,5	16,0	16,0	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,0	16,0
20,0	14,-0	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5

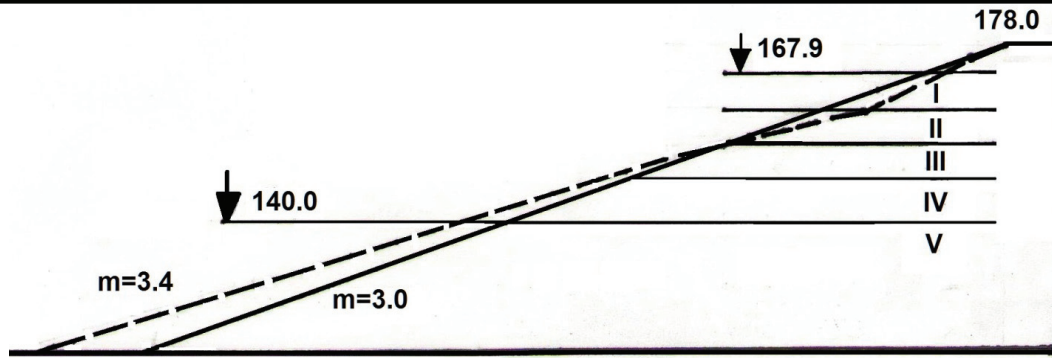


Рис. 1. Сопоставительный график результатов расчета устойчивости верхового откоса плотины

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, предлагаемая методика при минимальном количестве определяемых характеристик и параметров дает возможность достаточной для инженерной практики точностью не

только правильно устанавливать оптимально безопасный угол наклона верхового откоса плотины, но и корректировать проектные решения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Н. Маслов. Основы инженерной геологии и механики грунтов, Высшая школа, М., 1982.
2. Руководство по расчетам фильтрационной прочности плотин из грунтовых материалов. ВНИИГ., Л., 1976.
3. Л. А. Итриашвили. Отчет по теме «Установление влияния цикличности работы грунтовых плотин на фильтрационный режим и статическую устойчивость верховых откосов». Гр. институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, Тбилиси, 2016.

**“ტრასეკას“ დერეფნის მიმდებარედ არსებული მოწყვლადი  
ფერდობის მდგრადობის შეფასება**

**ნუგზარ კვაშილავა, ზურაბ ლობჯანიძე, ირაკლი კვიციანი,  
სოფიო გოგილავა**

**E-mail: *nugzarkvashilava@mail.ru***

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60<sup>ბ</sup>, 0179, ქ. თბილისი, საქართველო

**შესავალი**

საქართველოს გეოპოლიტიკურმა მდებარეობამ განაპირობა მისი დასავლეთისა და აღმოსავლეთის, ჩრდილოეთისა და სამხრეთის ქვეყნებს შორის საერთაშორისო გადაზიდვების სატრანზიტო ქვეყნად ჩამოყალიბება, ამიტომ ყველა პირობა უნდა შეიქმნას იმისათვის, რომ აღნიშნულ ქვეყნებს შორის სატრანზიტო გადაზიდვები ხდებოდეს საქართველოს ტერიტორიის გავლით კეთილმოწყობილი, საერთაშორისო დონის შესაბამისი სარკინიგზო და საავტომობილო მაგისტრალებით, რაც რეალურად შესაძლებელი და ყველა ქვეყნისათვის ხელსაყრელია, რო-

გორც უმოკლესი და ეკონომიური გზა. “ტრასეკა“ შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ, როგორც საქართველოს სამომავლო განვითარების ახალი, უმნიშვნელოვანესი პროცესი. იგი არის საქართველოს თანამედროვე რთული გეოპოლიტიკური მდგომარეობის დამაბალანსებელი ფაქტორი, ქვეყნის სამომავლო განვითარების რეალური ორიენტირი. ამასთან, ეს პროექტი საქართველოს საგარეო-ეკონომიკური განვითარების ისეთი მზარდი ფაქტორია, რომელმაც რეალურად უნდა განსაზღვროს ქვეყნის მეურნეობის განვითარების სტრატეგიული მიმართულება [1].

**პირითაღი ნაწილი**

აღსანიშნავია, რომ “ტრასეკას“ სატრანსპორტო დერეფანი ხშირ შემთხვევაში გადის მოწყვლად მთის ფერდობებზე [2], სადაც ფერდობების უმრავლესობა იმყოფება ზღვრულ წონასწორულ მდგომარეობაში. ეს საჭიროებს ფერდობების მდგრადობის პროგნოზირებასა და, შესაბამისად, რისკების განსაზღვრას, რათა შემდგომში დაიგეგმოს ოპტიმალური დამცავი ღონისძიებები და უზ-

რუნველყოფილი იქნას სატრანსპორტო ნაკადის უსაფრთხო გადაადგილება. ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით ჩვენ მიერ საკვლევად შერჩეული იქნა “ტრასეკას“ სატრანსპორტო დერეფნის სოფ. გლდანის მონაკვეთზე არსებული მოწყვლადი ფერდობი (ფოტო 1), რომლისთვისაც განხორციელდა ანგარიში ფერდობის მდგრადობის დასადგენად.



ფოტო 1. “ტრასეკას“ სატრანსპორტო ღერეფნის სოფ. გლდანის მონაკვეთზე არსებული მოწყვლადი ფერდობი

პირველ ეტაპზე მოწყვლადი ფერდობიდან აღებულ იქნა ნიადაგ-გრუნტის ნიმუში და ლაბორატორიულ პირობებში განისაზღვრა შემდეგი მახასიათებლები: შიგა ხახუნის კუთხე  $\varphi = 23^\circ$ , შეჭიდულობა -  $c = 2,5$  ტ/მ<sup>2</sup>, ფორიანობა -  $n = 0,5$ , მინერალის სიმკვრივე -  $\rho_s = 2,1$  ტ/მ<sup>3</sup>, სითხის სიმკვრივე

-  $\rho_h = 1$  ტ/მ<sup>3</sup>.

აღნიშნული მონაცემები გამოყენებულ იქნა საკვლევ ფერდობზე გრუნტის ფენის კრიტიკული (როცა იწყება მოძრაობა) სიღრმის დასადგენად „შრალი“ გრუნტის შემთხვევაში [3, 4]. გაანგარიშება განხორციელდა შემდეგი სახით:

$$\frac{1}{\bar{x}} \leq \frac{c}{\rho_{sz}} = \sin \alpha - \operatorname{tg} \varphi \cos \alpha,$$

სადაც  $\bar{x} = \frac{\rho_{sz}}{c}$  არის გრუნტის ფენის ფარდობითი სისქე, რომლის გაზრდა იწვევს ფერდობის დაძვრას;  $\alpha$  - ფერდობის დახრის

კუთხე. წყლით გაჯერებული ფერდობის შემთხვევაში გვაქვს:

$$\frac{1}{\bar{x}_1} \leq \frac{c}{\rho_{sz} \gamma_1} = \left(1 - \frac{\rho_h}{\rho_s}\right) \cdot (\sin \alpha - \operatorname{tg} \varphi \cos \alpha) + \frac{\rho_h}{\rho_s} \cdot \sin \alpha \cdot \frac{1}{1 - n}$$

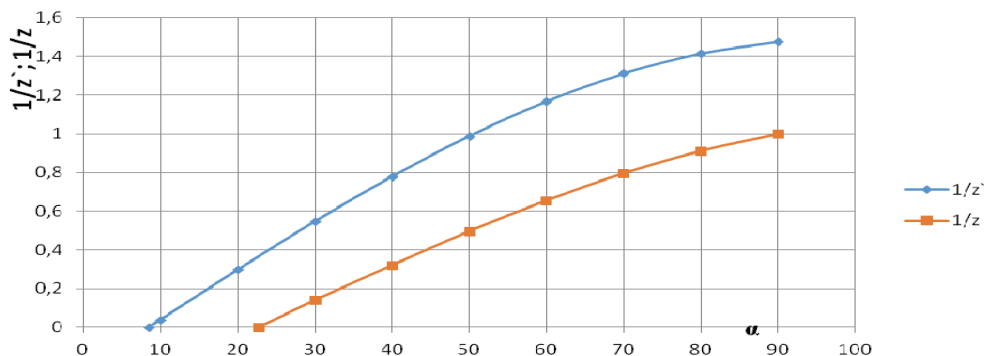
ჩვენი მონაცემების გათვალისწინებით მივიღებთ შემდეგ დამოკიდებულებებს:

$$\frac{1}{\bar{x}} = \sin \alpha - 0,42 \cos \alpha$$

$$\frac{1}{\bar{x}_1} = 1,476 \sin \alpha - 0,22 \cos \alpha$$

ზემოაღნიშნულ დამოკიდებულებებში ფერდობის კრიტიკულ ფარდობით სიღრმეებსა და ქანობს შორის დამოკიდებულება წარმოდგენილია ნახ. 1-ზე მოცემული გრა-

ფიკის სახით. გრაფიკზე I არე შეესაბამება ფერდობის მდგრად - ზღვრულ მდგომარეობას ზ.მ., ხოლო II - ზღვარს მიღმურ არეს, როდესაც ხდება ფერდობის დაძვრა.



ნახ. 1. ფერდობის კრიტიკულ ფარდობით სიღრმეებსა და ქანობს შორის დამოკიდებულების გრაფიკი

აღნიშნული გრაფიკის მიხედვით, წყლით გაჯერება ფერდობის დახრის კრიტიკულ კუთხეს (როცა იწყება მოძრაობა) ამცირებს დაახლოებით 15<sup>0</sup>-40<sup>0</sup>-ით.

„მშრალი“ გრუნტისათვის მივიღოთ  $\rho = 11 \text{ ტ/მ}^3$ , მაშინ  $\alpha = 30^0$ -ის შემთხვევაში

$$\frac{c}{\rho g z} \leq 0,136 ,$$

საიდანაც  $z \geq 16,7 \text{ მ}$  და დაიწყება მოძრაობა. როცა  $\alpha = 40^0$ -ს  $z \geq 7,1 \text{ მ}$  - ის, ხოლო თუ  $\alpha = 50^0$ -ს  $z \geq 4,6 \text{ მ}$ -ის.

$$\frac{C}{\rho_{\theta} \cdot (1 - n) \cdot g \cdot z_1} \leq 0,54 ,$$

როგორც აღნიშნული გაანგარიშებიდან ჩანს, „მშრალი“ გრუნტის დაძვრა ამ პირობებისათვის თითქმის შეუძლებელია.

საიდანაც  $z_1 \geq 4,4 \text{ მ}$ -ის, 40<sup>0</sup>-ის დროს  $z_1 \geq 3,1 \text{ მ}$ -ის, ხოლო 50<sup>0</sup>-ის შემთხვევაში  $z_1 \geq 2,4 \text{ მ}$ -ის.

წყლით გაჯერებული გრუნტის მოძრაობა დაიწყება 30<sup>0</sup>-ის შემთხვევაში, როცა

### დასკვნა

ამრიგად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ აღნიშნული ფერდობი ნაკლებად მეწყერსა-შიშია, რადგან თუნდაც 30<sup>0</sup>-იანი კუთხის ქანობის შემთხვევაში, „მშრალი“ გრუნტის კრიტიკული სიღრმე აღწევს 17 მეტრს, რაც

პრაქტიკულად შეუძლებელია, ხოლო წყლით გაჯერების შემთხვევაში ეს სიღრმე 4,4 მეტრია და ამიტომ ამ შემთხვევაში ფერდობის დაძვრა შესაძლებელია.

### ლიტერატურა

- შევარდნაძე ე. დიდი აბრეშუმის გზა. „მეცნიერება“ თბილისი 1999, გვ.70-74.
- სვანიძე გ., ქაღანიძე ლ., ცომაია ვ. საქართველოს მთის რეგიონების საუღელტეხილო გზებზე სტიქიური, გლაციოლოგიური და პიდროლოგიური მოვლენები. ივ. ჯავახიშვილის დაბადებიდან 120 წლისთავისადმი მიძღვნილი მე-5 რესპუბლიკური სამეცნიერო კონფერენციის მასალები. თბილისი 1996, გვ.

- 95-105.
- კვაშილავა ნ. წყალგაჯერებულობის გავლენა ღვარცოფების წარმოქმნის პირობებზე. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მაცნე. 106 ტ., №2, 1982. თბილისი, გვ. 353-356.
- ლიატხერი ვ., კვაშილავა ნ. ღვარცოფების წარმოქმნის მექანიკური მოდელი. ქ. „წყლის რესურსები“. №3, 1984, გვ. 96-108.

კოლხეთის დაბლობზე ღია გამტარი ქსელის ტრასირების  
ღონისძიებების შემუშავება

შ. კუპრეიშვილი, ზ. ლობჯანიძე, პ. სიჭინავა,  
ფ. ლორთქიფანიძე, ლ. მაისაია

E-mail: shorena\_12@mail.ru

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60<sup>ბ</sup>, 0179, თბილისი, საქართველო

დამშრობი სისტემების დაპროექტების დროს გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება არხთა ქსელის პარამეტრების სწორად დადგენას, რაც თავის მხრივ დამოკიდებულია ატმოსფერული ნალექების ზედაპირული ჩამონადენის ფორმირების პროცესების ამსახველი თეორიებისა და, მათგან გამომდინარე, საანგარიშო დამოკიდებულებების უტყუარობაზე.

ზედაპირული ჩამონადენების თეორიები იქმნებოდა ჩვენი საუკუნის დასაწყისიდან სხვადასხვა თაობის ჰიდროლოგთა და ჰიდრომელიორატორთა ცნობილი მეცნიერების [1, 2, 3, 4, 5 და სხვ.] მიერ. ჰიდრაულიკური პარამეტრების სხვადასხვა კერძო მნიშვნელობისათვის შეიქმნა აღნიშნული თეორიები, რომლებიც არ მოიცავს წყლის მოძრაობის ყველა შესაძლო რეჟიმს და ზედაპირული ჩამონადენების პროცესის ყველა ფაზას, ე. ი. თეორიები იყო კერძო, არასრული და, აქედან გამომდინარე, მათ საფუძველზე გამოყვანილი საანგარიშო დამოკიდებულებები მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდნენ ერთმანეთისგან არამარტო სტრუქტურით, არამედ მათი გამოყენების საფუძველზე მიღებული გაანგარიშებების შედეგების მიხედვითაც. ამიტომ იძულებული იყვნენ ძირითადად ექსპერიმენტულ მონაცემებს დაყრდნობოდნენ, რაც დიდ დანახარჯებთან იყო დაკავშირებული, ხოლო დაგროვილი ექსპერიმენტული მონაცემების განზოგადება ვერ ხერხდებო-

და თეორიის არასრულყოფილების გამო.

კოლხეთის დაბლობის დასაშრობი ფართობებიდან გამტარი ქსელის (მაგისტრალური არხები სხვადასხვა კატეგორიის მატრანსპორტირებელი შემკრებები, ღია და დახურული შემკრებები), მარეგულირებელი თუ გადამლობი ქსელიდან წყლის მიღება და მისი გაყვანა წარმოადგენს პრობლემის გადაჭრის ძირითად ამოცანას. სხვადასხვა მასივის დაშრობის დროს მაგისტრალური არხების შეუღლება ხდება წყალმიმდებთან მინერალურ ნიადაგში გამტარი ქსელის ტრანსპორტირებით, ხოლო შექმნის დაგვარად კოლექტორების ორმხრივი ჩაგდება, სადაც დაცული უნდა იყოს არხებისა და კოლექტორების სწორხაზოვნება და პარალელობა, ჩასაგდები და მიმდები არხების შეუღლება მოხდეს სწორი ან მასთან მიახლოებული მოხვეულობის  $f$  კუთხით.

როცა არხის ჩაგდება ხდება ნაკადის მოხვეულ უბანზე, ჰიდრაულიკური გაანგარიშების დაუქვემდებარებელი არხებისათვის მოხვეულობის რადიუსი  $r \geq 3B$ ; ჰიდრაულიკურად გაანგარიშებადი არხებისათვის, როცა მაქსიმალური ხარჯების შემთხვევაში  $Q_{\text{მაქს.}} \leq 5 \text{ მ}^3/\text{წმ}$ ,  $r \geq 5B$ ; ხოლო, როცა  $Q_{\text{მაქს.}} \geq 5 \text{ მ}^3/\text{წმ}$ , მაშინ გამრეცხი ზემოქმედება  $T_{\text{გამ.}} = \gamma_0 R_0 I_0$ , მინიმალური დასაშვები რადიუსი, როცა მოხვეულ უბანზე კალაპოტი არ ექვემდებარება გარეცხვას,  $r$  განისაზ-

ღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$r = 0,23 \sqrt[3]{B \left( \frac{V^2}{d + Cp^1} - I \right) R} - B \quad (1)$$

სადაც  $Cp^1 = \frac{Cp}{\gamma}$ ,

როცა  $T_{\text{გარ.}} \geq T_{\text{გამრ.}}$  კალაპოტის მოხვეულობის რადიუსი განისაზღვრება:

$$r = R \sqrt[3]{\frac{0,5B}{\left( \frac{gn^2}{\chi} - \frac{\omega R^{15}}{\omega_0 R_0^{1,5}} - 1 \right)^2}} \quad (2)$$

არხების პრაქტიკულად გამოყენების პირობებში მოხვეულ უბანზე გარეცხვის ეფექტი სწორხაზოვანთან შედარებით 15%-ის ტოლია, ე.ი.  $R/R_0 = 1,15$  მოხვეუ-

ლობის რადიუსის  $r$ -მიახლოებითი მნიშვნელობა შეიძლება გამოისახოს ფორმულით:

$$r = 50R \sqrt[3]{0,5B} \quad (3)$$

მოხვეულ უბანზე კალაპოტის მდგრადობა მიახლოებით გამოითვლება ფორმულით:

$$r = 100 R^{1,5} \quad (4)$$

საანგარიშო დამოკიდებულებებში მიღებულია შემდეგი პირობითი მონაცემები:  $R_0$  – სწორხაზოვან უბანზე არხის ჰიდრავლიკური რადიუსი;  $B_1R$  – კალაპოტის სიგანე მოხვეულობის ზემოთ და ჰიდრავლიკური რადიუსი მოხვეულ უბანზე;  $\omega_0, \omega$  – ცოცხალი კვეთის ფართობი სწორხაზოვან და მოხვეულ უბნებზე, მ<sup>2</sup>;  $V$  – ნაკადის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე, მ/წმ;  $d$  – ნაწილაკის საანგარიშო დიამეტრი, რომელიც აიღება  $d_{85}$  შესაბამისი დიამეტრის ტოლი;  $Cp$  – წყალში გრუნტის საანგარიშო ბმულობა, გ/პა;  $g$  – თავისუფალი ვარდნის აჩქარება, 9,81 მ/წმ<sup>2</sup>;  $n$  – კალაპოტის სიმქისის კოეფიციენტი;  $\gamma$  – წყლის მოძრაობის არათანაბრობის კოეფიციენტი  $\gamma = 1,1$ .

გამტარი არხების დაპროექტებისას გათვალისწინებული უნდა იქნეს, რომ დინების სიჩქარე არ შემცირდეს სათავიდან შესარ-

თავამდე. არხის ძირის ქანობი შექლების-დაგვარად უნდა შეესაბამებოდეს მიწის ზედაპირის ქანობს და მაგისტრალური არხებისათვის უნდა იყოს 0,0002, ხოლო სხვა გამტარი არხებისათვის – 0,0003, უქანობო ტერიტორიის დაშრობისათვის ქანობი – 0,00015.

ვერტიკალური შეუღლება გამტარი ქსელისათვის მართებული იქნება, თუ უზრუნველყოფილია შეუტბორავი წყლის მოძრაობა არხებში. წყალმიმღებთან შეუღლება შემდეგი წესებით ხდება.

საანგარიშო დონეები ჰიდრავლიკურად გაანგარიშებადი არხებისათვის ერთმანეთს უნდა დაემთხვეს ე.ი. მათ აუღლებენ დონის დონესთან შეუღლების წესით.

ჰიდრავლიკურად გაუანგარიშებად არხებში ჩამგდები არხის ფუძე მიმდები არხის წყლის დონეს უნდა ემთხვეოდეს. დასაშვები ჩაღრმავება ჩამგდები არხის ფუძის, წყალმცირეობის მიმდებთან არ უნდა აღემატებოდეს 0,10 მ-ს.

თუ ორივე არხი ჰიდრაულიკურად გაუანგარიშებადია, მაშინ მიმდები არხის სიღრმეს ჩამდებთან შედარებით 0,1-0,2 მ-ზე უფრო მეტს ნიშნავენ, ხოლო მცირე არხების შეუღლება ფუძით ფუძესთან ხდება.

დახურულ კოლექტორს გამტარ არხთან ისე აუღლებენ, რომ მარაგი კოლექტორის მილსადენის ზედაპირისა და არხში წყლის დონეს შორის იყოს არა უმცირესი 0,2-0,4 მ-ისა, თუ არხის გაანგარიშება ვერ ხერხდება და წყლის დონე მასში ცნობილი არ არის, მაშინ ფუძიდან მარაგი არა უმეტეს 0,4 მ-ისა უნდა იყოს.

თესვისწინა და საზაფხულო-საშემოდგომო წყალდიდობის პერიოდში წყლის დონე მაგისტრალურ არხში 0,3-0,5 მ-ის ტოლი უნ-

და იყოს.

კალაპოტის ფორმას ირჩევენ გრუნტის პირობებიდან გამომდინარე, მისი მაქსიმალური სიმაღლით  $H$  და  $Q$  საანგარიშო ხარჯით.

კოლექტორებისა და მაგისტრალური არხის განივი კვეთი, რომელიც თავსდება ერთფეროვან გრუნტში, გასატარებელი ხარჯით  $Q < 10$  მ<sup>3</sup>/წმ და სიღრმით  $H \leq 2,5$  მ-ის შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ტრაპეციულ ჭრილში, რომლის დაფერდების კოეფიციენტი აიღება ცხრილის მიხედვით:

გრუნტი		კალაპოტის სიღრმე, $H$ , მ		
		< 1,5	1,5 – 2,5	> 2,5
1	მსხვილი ზომის ქვიშები	1,25	1,5	1,75
2	მცირე ზომის ქვიშნარი	2,0	2,5	3,0
3	მცირემარცვლოვანი მტვრისებრი სილა	2,5	3,0	3,5
4	მსუბუქი თიხნარები, თიხნარები	1,5	1,75	2,25
5	ტორფი განლაგების ხარისხით	2,0	1,25	1,75
< 50 %		1,25	1,5	2,0

შემდეგ მას ამოწმებენ ადგილობრივ მდგრადობაზე გაანგარიშებებით ფერდობის გარეცხვაზე:

$$\eta_{\text{დას.}} = \frac{\gamma_1}{\psi\gamma_0} \frac{d}{HI} \sqrt{f^2 - \frac{1}{M^2} + \frac{Cp}{\gamma_1 d} (2f + \frac{Cp}{\gamma_1 d})} \quad (5)$$

ფუძის გარეცხვაზე:

$$\eta_{\text{გრ.}} = \frac{\gamma_1 df + Cp}{\psi_1 \gamma_0 HI} \quad (6)$$

მაქსიმალური დასაშვები ქანობი, როცა  $\eta_{\text{დას.}} = 1$  და  $\eta_{\text{გრ.}} = 1$  იანგარიშება ფორმულით:

$$\gamma_{\text{დას.}} = \frac{\gamma^1}{\psi\gamma_0} \frac{d}{H} \sqrt{f^2 - \frac{1}{m^2} + \frac{Cp}{\gamma_1 d} (2f + \frac{Cp}{\gamma_1 d})} - 2, \quad (7)$$

ხოლო ფუძისათვის

$$I_{\text{გრ.}} = \frac{\gamma_1 df + Cp}{\psi\gamma_0 H} \quad (8)$$

თუ წყალი შეიცავს თიხის კოლოიდურ ნაწილაკებს, მაშინ დასაშვები ქანობი შე-

საძლებელია გაიზარდოს 1,3-ჯერ. ასეთი ხასიათის დასკვნები მხოლოდ



ხარისხობრივად ახასიათებენ გრუნტებში მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების ფართო გამას.

ამრიგად, ბუნებრივ-ტექნიკური ჰიდრო-მელიორაციული სისტემების ნორმალური ექსპლუატაცია შეიძლება უზრუნველყოფილი იქნეს მხოლოდ და მხოლოდ ფილტრა-

ციული პროცესების კვლევების საფუძველზე მიღებული შედეგების რეალიზაციით, რაც თავისთავად გულისხმობს და განაპირობებს მინიმალური ფილტრაციული ხარჯების ან კიდევ, როგორც მას უწოდებენ, ფილტრაციულ დანაკარგებს მთელ სისტემაში.

### ლიტერატურა

1. Мирцхулава Ц.Е., Инженерные методы расчёта и прогноза водной Эрозии. М., «Колос», 1970, 240 с;
2. Павловский Н.И., Неравномерное движение грунтовых вод (дальнейшее развитие вопроса). Л., 1932, 80 с;
3. Полубаринова-Кочина П.Я., Теория движения грунтовых вод. Изд. «Наука», М., 1977, 663 с;
4. Роде А.А., Водный режим почв и его регулирование, М., Изд-во АН СССР, 1963 , 115 с;
5. Тугуши Г. Е. , Тугуши П . Г. , Обобщение и развитие теории поверхностного стока атмосферных осадков в связи с рашением ряда проблемных задач в мелиорации Тр. ГГАУ, Т., 1998, с. 197-220.

ნიადაგის სითბური მახასიათებლების დამოკიდებულება სიმკვრივისა და ტენიანობაზე სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებისათვის

მარინე მაჭარაშვილი, ლენა კეკელიშვილი

E-mail: macharashvili\_marina@yahoo.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ცენტრე მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი

ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60ბ, 0179, ქ. თბილისი, საქართველო

შესავალი

ნიადაგის სითბური მახასიათებლები განსხვავებულნი არიან სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებისათვის და აგრეთვე იცვლებიან მოცემული ტიპის ნიადაგისათვის ტემპერატურის, ფორიანობის, სიმკვრივისა და ტენიანობის მიხედ-

ვით. თითოეული ტიპის ნიადაგს ახასიათებს სხვადასხვა ფორიანობა, დისპერსიულობა და სპეციფიკური მექანიკური შემადგენლობა, რაც თავის მხრივ, განაპირობებს სითბურ მახასიათებლებს.

პირითაღი ნაწილი

სხვადასხვა ტიპის ნიადაგების შედარებისას აღმოჩნდა, რომ რაც წვრილმარცვლოვანია ნიადაგი, მით მცირეა მისი სითბოგამტარობა. ეს დასტურდება ქვიშისა და თიხის სხვადასხვა შემცველობის ნიადაგის ერთნაირი ტემპერატურის ტენიანობისა და ფორიანობის პირობებში მიღებული ექსპერიმენტებით. ქვიშა ნიადაგისათვის სითბოგამტარობის კოეფიციენტი  $\lambda = 31,4 \cdot 10^{-4}$  კალ/სმ.წმ.გრად აღმოჩნდა, შავმიწა თიხა ნიადაგისათვის  $\lambda = 16 \cdot 10^{-4}$  კალ/სმ.წმ.გრად, ხოლო ეწერი ნიადაგისათვის  $\lambda = 8,3 \cdot 10^{-4}$  კალ/სმ.წმ.გრად. აღნიშნულიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ რაც უფრო მეტი თიხა ნაწილაკებისა და მცირე ქვიშისაგან

შედგება ნიადაგი, მით ნაკლებია მისი სითბოგამტარობა. ამის მიხედვით შეიძლება მოვახდინოთ ნიადაგების დაყოფა: თიხა ნიადაგი სითბოს ცუდი გამტარია, ქვიშა ნიადაგი – კარგი და თიხნარი ნიადაგი – საშუალო.

ნიადაგის სითბოგამტარობის კოეფიციენტის დამოკიდებულება ტენიანობაზე მთლიანად განისაზღვრება ნაწილაკების ზომით და აირთვანი და მყარი ფაზის მოცულობითი შეფარდებით. ტემპერატურის გაზრდით იზრდება მოლეკულური სითბოგამტარობა და გამოსხივებისა და კონვექციის როლი [1,4]. სითბოგამტარობის კოეფიციენტი განპირობებული გამოსხივებით, გამოისახება ფორმულით:

$$\lambda_{\text{გამ}} = 0,184 \cdot 10^{-6} T^3 X \quad (1)$$

სადაც X არის ფენის სისქე, T – მისი აბსოლუტური ტემპერატურა. (1) ფორმულიდან ცხადია, რომ გამოსხივების წილი სითბოგამტარობაში უმნიშვნელოა დაბალი ტემპერატურის პირობებში. იგივე შეიძლება ითქვას კონვექციაზეც.

სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებზე წარმოებული ცდებით დადგენილია, რომ მცირე ტენიანობის შემთხვევაში სითბოგამტარობის კოეფიციენტი ტენიანობის წრფივი ფუნქციაა [1]. როდესაც ტენიანობა რამდენიმე პროცენტს აღემატება, მაშინ სითბოგამტარობის კოეფიციენტი ნაკლებად იზრდება, ვიდრე ამას მოითხოვს პროპორციულობა.

მოცულობითი სითბოტევადობა ტენიანობის პროპორციულად იცვლება, ხოლო ტემპერატურაგამტარობის კოეფიციენტი, რომელიც მცირე ტენიანობის პირობებში ძლიერ იზრდება, მიღევის თვისებას ავლენს დიდი ტენიანობის პირობებში (ნახ.1).

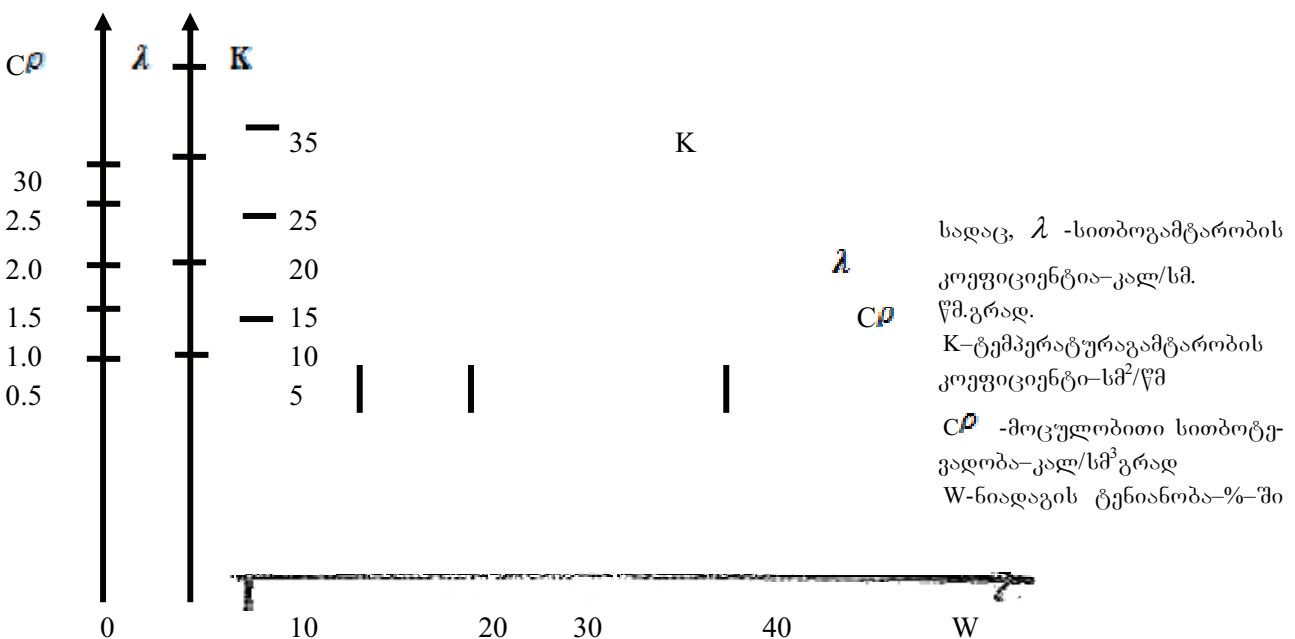
ნიადაგში ტენიანობის გაზრდისას ჯერ თხელი აპკები წარმოიშობა, რომლებიც თანდათანობით სქელდება. ეს აპკები, ე.წ. თავისებური ბოგირების საშუალებით სითბოს გადასცემს ერთი ნაწილაკიდან მეორეს. ტემპერატურაგამტარობის კოეფიციენტი სწრაფად იზრდება.

ტენიანობის შემდგომი გადიდებისას, როცა უკვე კაპილარული შუალედები წყლითაა ამოვსებული (26–27% ტენიანობაზე) და არაკაპილარულ შუალედებში ჯერ კიდევ ჰაერია, ტემპერატურაგამტარობის კოეფიციენტი (მსუბუქი თიხა ნიადაგისათვის), შედარებით ნაკლებად იზრდება. სითბოგამტარობის კოეფიციენტი ეწერი, თიხნარი და მსუბუქი თიხნარი ნიადაგებისათვის ტენიანობის გაზრდით იზრდება, ისე როგორც სხვა სითბური მახასიათებლები, თუმცა არა ერთნაირად (ნახ.1)[5].

სიმკვრივის თითქმის ყველა მნიშვნელობისათვის, ტენიანობის შემდგომი გაზრდით სითბოგამტარობის კოეფიციენტი კლებულობს. აღნიშნული ცვლილება კარგად ჩანს დამოკიდებულებიდან, (ნახ. 1).

სიმკვრივის გაზრდით ყველა სითბური მახასიათებელი პირდაპირპროპორციულად იზრდება. სახნავის ქვედა ფენისა და დედაქანისათვის სითბური მახასიათებლების ცვლილება სახნავი ფენის ანალოგიურად იზრდება.

ეწერი ნიადაგის სამივე ფენისათვის ტენიანობის გარკვეულ დონემდე მატებით იზრდება მისი ტემპერატურაგამტარობის კოეფიციენტი და მაქსიმუმს აღწევს 20–23% ტენიანობის დროს, რის შემდეგ კი მცირდება.



ნახ. 1. სითბური მახასიათებლების დამოკიდებულება ტენიანობაზე

ტემპერატურაგამტარობის კოეფიციენტის ასეთი ცვლა შემდეგნაირად აიხსნება: მშრალი ფხვიერი ნიადაგი ნაკლებად სითბოგამტარია, ცალკეულ ნაწილაკებს შორის სუსტი სითბური კონტაქტის გამო. ნაწილაკებს შორის წყლის აპსკის წარმოშობა აძლიერებს კონტაქტს. ზედაპირული დაჭიმულობის ძალის გავლენით წყალი არამარტო ერთმანეთთან აკავშირებს ნიადაგის ცალკეულ მარცვლებს, არამედ აძლიერებს სითბოს გადასვლას თხელი აპსკის გზით. ამრიგად, მცირე ტენიანობის დროს მთავარ როლს თამაშობს ეფექტი, რომელიც დაკავშირებულია წყლისა და ნიადაგის სითბოგამტარობის ფარდობით სიდიდესთან უმეტეს შემთხვევაში, მშრალი ნიადაგების სითბოტევადობა 5-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე ფარდობითი სითბოტევადობა და ტემპერატურაგამტარობა. ამასთან ერთად ყოველი ტიპის ნიადაგის ტენიანობის გაზრდა იწვევს მისი ფარდობითი მოცულობის შემცირებას.

ამრიგად, გარკვეულ შუალედში არ არის გამორიცხული ტემპერატურაგამტარობის კოეფიციენტის მუდმივი ცვლა, რადგან სითბოტევადობა იზრდება სიმკვრივისა და ფარდობითი სითბოტევადობის მატებასთან ერთად. ტენიანობის ძლიერი გადიდებისას სითბოგამტარო-

ბას უფრო ნაკლები მნიშვნელობა ექნება და ნიადაგის სითბოგამტარობაც უახლოვდება წყლის სითბოგამტარობას, რაც იწვევს ტემპერატურაგამტარობის შემდგომ შემცირებას.

აღნიშნული ტიპის ნიადაგებისათვის მოცულობითი სითბოტევადობის დამოკიდებულება ტენიანობისაგან წრფივია. მშრალი მდგომარეობისათვის ნიადაგის სიმკვრივის 0,1 გ/სმ<sup>3</sup>-ით გაზრდა იწვევს მოცულობითი სითბოტევადობის 0,017 კალ/სმ<sup>3</sup> გრდ-ით გაზრდას, ხოლო 40% ტენიანობის პირობებში – 0,0157 -კალ/სმ<sup>3</sup> გრ-ით.

სითბოგამტარობის კოეფიციენტი ტენიანობის გაზრდით მატულობს და მაქსიმუმს აღწევს სიმკვრივის სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის, ტენიანობის სხვადასხვა პირობებში. რაც უფრო მეტია სიმკვრივე, მით  $\lambda$ -ს მაქსიმუმი იგვიანებს.

მაგალითად:  $\rho=0,9$  გ/სმ<sup>3</sup> სიმკვრივისათვის მაქსიმუმი მყარდება 30% ტენიანობის პირობებში,  $\rho=1,1$  გ/სმ<sup>3</sup> სიმკვრივის შემთხვევაში- 32%-ის დროს, ხოლო  $\rho=1,2$  გ/სმ<sup>3</sup>-ის პირობებში კი-34% ტენიანობის დროს. მაქსიმუმის მიღწევის შემდეგ სითბოტევადობის კოეფიციენტი თანდათანობით მცირდება, მაგრამ უფრო ნელი ტემპით, ვიდრე ზრდის პირობებში.

$\lambda$

	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1
35					
30					
25					
20					
15					
10					
5					
0	10	20	30	40	W

**ნახ. 2. სითბოგამტარობის კოეფიციენტის დამოკიდებულება ტენიანობაზე სხვადასხვა სიმკვრივის პირობებში**

XX საუკუნეში ამ მიმართულებით დიდი გამოკვლევები იქნა ჩატარებული, მკვლევართა მიერ დადგენილ იქნა ემპირიული ფორმულები, რომლებიც ასახავენ თეორიულ დამოკიდებულებას სითბურ მახასიათებლებს, სიმკვრივესა და ტენიანობას შორის. ასეთი ფორმულები მიიღეს ა. გუპალიმ უკრაინაში-ოდესის ოლქის სამხრეთ შავშიწა ნიადაგებისათვის, ნ. კულკოვმა- ყირგიზეთის და კ. ოზოლსკიმ- ლატვიის კორდიანი ნიადაგები-

სათვის, ა. იკონიკოვამ- სარატოვის ოლქის მუქი წაბლა ნიადაგებისათვის, გ. ჩინუამ [3] საქართველოს ძირითადი ტიპების ნიადაგებისათვის. მკვლევართა ემპირიული ფორმულები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან აგებულებით და დიდ სიძნელეებს ქმნიან ერთმანეთთან შედარების დროს. ამიტომ შერჩევისა და შემოწმების შემდეგ მივიღეთ ზოგადი ემპირიული ფორმულა:

$$10^3 K = (a - bW^2) \rho + (C_p + d)w \quad (2)$$

სადაც K--ტემპერატურაგამტარობის კოეფიციენტი, სმ<sup>2</sup>/წმ;

W--ნიადაგის ტენიანობა- %-ში

$\rho$  - ნიადაგის სიმკვრივე- გ/სმ<sup>3</sup>

a, b, c, d --- რიცხვითი კოეფიციენტები, რომელთა სიდიდე დამოკიდებულია ნიადაგის ტიპებზე.

ამ ზოგადი ფორმულის უპირატესობა ფაქტია, რადგან თითოეულის ფარდობითი ცდომილება იცვლება 2,35%-1,99%-ის ფარგლებში, მაშინ, როცა ზოგადი ემპირიული ფორმულის ცდომილება იცვლება 0,62%-0,55%-ის ფარგლებში.

(2) ფორმულის მიხედვით სითბოგამტარობისათვის გვაქვს:

$$\lambda = [(a - bw^2)\rho + (c\rho + d)w](c + \frac{w}{100})\rho \quad (3)$$

სიმკვრივის გავლენა ტემპერატურაგამტარობისა და სითბოგამტარობის კოეფიციენტებზე აიხსნება სიმკვრივის გაზრდისას ნიადაგის მარცვლების ერთმანეთთან დაახლოე-

ბით და მათი შეხების ადგილების ფართობების გადიდებით, რაც, ცხადია, იწვევს სითბოგამტარობისა და ტემპერატურაგამტარობის კოეფიციენტის გადიდებას.

### დასკვნა

ზემოთ განხილული ანალიზიდან, შეიძლება დავასკვნათ, რომ სიმკვრივის გაზრდა იწვევს სითბური მახასიათებლების გაზრდას. უმეტეს შემთხვევაში, სიმკვრივეზე სითბური მახასიათებლების დამოკიდებულება წრფივია, ხოლო როცა ეს დამოკიდებულება მრუდით გამოისახება, ისინი წრფეებისაგან ოდნავ განსხვავდებიან.

როდესაც ცნობილია ნიადაგის სითბური მახასიათებლები და მათი დამოკიდებულება სიმკვრივესა და ტენიანობაზე. სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებისა და სიღრმისათვის, მაშინ შეიძლება ნიადაგების დაჯგუფება სითბური მახასიათებლების მიხედვით. მხედველობაშია მოსაღები ნიადაგების თვიური და წლიური

რუკების შედგენა სითბოს აკუმულაციის მიხედვით. აღნიშნული რუკების შედგენისას წყლის რეჟიმის რუკებსა და სხვა ფიზიკურ თვისებებთან ერთად უნდა მოხდეს ისეთი დაგეგმვა, რომელიც უზრუნველყოფს ნიადაგების გამოყენებას სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის გეოგრაფიული ზონების მიხედვით. მეორე მხრივ, უნდა შემუშავდეს მასალები უფრო ვიწრო საკითხების დასამუშავებლად, რომელსაც ადგილობრივი მნიშვნელობა ექნება. მაგალითად, მოცემული კულტურისათვის უნდა გამოიყოს სათანადოდ მისთვის მოსახერხებელი სითბური, წყლისა და ჰაერის რეჟიმის მიხედვით საუკეთესო უბანი.

ლიტერატურა

1. Ревут И.Б. Физика почв, Л., «Колос», 1972, 366 с.
2. გაფრინდაშვილი ი. ნადიბაიძე ნ. ნიადაგის სითბოშემთავსებლობის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის. სამეცნ. შრომების კრებული. სსაუ II, 1997წ. გვ. 23-25.
3. ჩიჩუა გ. თბოფიზიკური მახასიათებლების დამოკიდებულება სიმკვრივისა და ტენიანობაზე. საქ. სსი ინსტიტუტის შრომები. ტ. 6, 1965წ. გვ. 46-50.
4. Кацарава Т. Е. К вопросу установления некоторых гидрологических характеристик почвогрунтов, Труды ГрузНИИТ, М., вып. 28, Тбилиси, 1969, с. 376.
5. Imanov F. A. Statistical methods in Hydrolometeorology, Baku, 2011, 270 p.

## ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Мешик О.П., Зубрицкая Т.Е.

E-mail: *omeshyk@gmail.com*

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»  
Республика Беларусь, Брест, ул. Московская 267, 224017

### ВВЕДЕНИЕ

Определение расчетных гидрологических характеристик, необходимых для проектирования параметров мелиоративных систем и сооружений в Республике Беларусь регламентируется рядом нормативно-технических документов [1, 2 и др.]. В то же время, для осушительных систем с площадью водосбора до 2,0 тыс га расчетными расходами воды являются [3]: весеннее половодье обеспеченностью  $P=10\%$ ; дождевые паводки –  $P=10\%$ ; предпосевной –  $P=10\%$ ; среднемеженный –  $P=50\%$ . При площади водосбора 2,0 тыс га и более в качестве расчетного принимается расход воды весеннего половодья  $P=25\%$ . При проектировании гидротехнических сооружений, в зависимости от их класса капитальности и расчетного случая (основной и поверочный), принимаемые обеспеченности расчетных расходов воды составляют  $P=0,01; 0,1; 0,5; 1,0; 3,0; 5,0; 10\%$ . Существующая сеть гидрологического мониторинга в Республике Беларусь не в полном объеме обеспечивает потребности водохозяйственной отрасли, прежде всего – проектирование мероприятий по реконструкции и строительству мелиоративных систем, расположенных на водосборах малых рек. В этой связи определение расчетных гидрологических характеристик осуществляется для случая отсутствия данных гидрометрических наблюдений.

Территория Беларуси имеет ряд характерных

особенностей в гидрологическом отношении. Водораздел бассейнов Балтийского и Черного морей проходит по территории Республики Беларусь, покрытой густой сетью рек, общей протяженностью 90,6 тыс км. По количеству и протяженности преобладают малые реки длиной до 200 км. На юге страны расположена Полеская низменность с обширными просторами болот, подверженная крупномасштабным гидротехническим мелиорациям. На севере расположен край – Поозерье с многочисленными озерами. Эти и другие факторы делают Беларусь уникальной территорией в гидрологическом отношении. Для разработки проектов мелиоративных систем возникла необходимость в изучении гидрографических характеристик водосборов малых рек Беларуси. Однако, наиболее полно исследованы данные водосборы лишь в 60-70 гг. XX века. В настоящее время практически отсутствуют источники, отражающие современную гидрологическую ситуацию. За последнее 50-летие в результате комплексной мелиорации земель значительно изменилась заболоченность водосборов, увеличилось количество водохранилищ. Нет современных и достоверных данных о многих гидрографических характеристиках, что делает затруднительным определение расчетных гидрологических характеристик для случая отсутствия данных гидрометрических наблюдений.

**ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Объектами исследования в работе являются гидрографические характеристики водосборов малых рек Беларуси, расходы воды и модули стока расчетных расходов. В этой связи, нами оценены гидрографические характеристики водосборов 110 малых рек Беларуси на основании, практически единственного источника информации [4], с учетом последующих изменений и дополнений, обобщающего площади водосборов, длины рек, уклоны русел, озерность, заболоченность, залесенность, густоту речной сети, распаханность и др. Итогом работы является районирование по территории Беларуси модулей стока весеннего половодья и дождевых паводков

, предпосевого и среднемеженного стока с построением карт их пространственного распределения с целью использования в мелиоративной проектной практике.

Многими авторами объективно отмечаются сложности проведения гидрологических расчетов, связанные с нормативно-методической базой и неопределенностью отдельных параметров, используемых в физико-математических расчетных моделях [5 и др.]. Согласно ТКП 45-3.04-168-2009 (02250) [1] расчетный максимальный расход воды весеннего половодья  $Q_p$  (м<sup>3</sup>/с) заданной ежегодной вероятностью превышения  $P\%$  определяется по формуле:

$$Q_p = \frac{K_0 \cdot h_p \cdot \mu \cdot \delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2}{(A + 1)^{0.20}} \cdot A, \quad (1)$$

где  $K_0$  – параметр, характеризующий дружность весеннего половодья;  $h_p$  – расчетный слой суммарного (без срезки грунтового питания) стока, мм, ежегодной вероятностью превышения ( $P$ );  $\mu$  – коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров слоя стока и максимальных расходов воды;  $\delta$  – коэффициент, учитывающий влияние водохранилищ, прудов и

проточных озер;  $\delta_1, \delta_2$  – коэффициенты, учитывающие снижение максимального расхода воды, соответственно, в залесенных и заболоченных водосборах;  $A$  – площадь водосбора, км<sup>2</sup>.

Максимальные мгновенные расходы воды дождевых паводков 10%-ной обеспеченности определяются по формуле:

$$Q_p = \frac{a_{10\%} \cdot \delta \cdot \lambda_p}{\Phi^{0.8}} \cdot A, \quad (2)$$

где  $a_{10\%}$  – параметр, характеризующий модуль максимального мгновенного расхода воды 10%-ной обеспеченности,  $A$  – площадь водосбора до расчетного створа, км<sup>2</sup>;  $\lambda_p$  – переходной коэффициент от максимальных расходов воды дождевых паводков, 10%-ной вероятностью превышения, к максимальным расходам другой

вероятностью превышения,  $\delta$  – коэффициент, учитывающий влияние водохранилищ, прудов и проточных озер,  $\Phi$  – морфологическая характеристика русла.

Расчетные расходы среднемеженного стока  $Q_{ср.меж}$ , м<sup>3</sup>/с, определяются по формуле:

$$Q_{ср.меж} = \bar{q}_{меж} \cdot A, \quad (3)$$

где  $\bar{q}_{меж}$  – средний многолетний модуль среднемеженного стока, м<sup>3</sup>/с·км<sup>2</sup>,  $A$  – расчетная площадь водосбора, км<sup>2</sup>.

Согласно пособию к СНиП 2.01.14-83 [2]

расчетный расход воды предпосевого периода  $Q_p$  (м<sup>3</sup>/с) заданной ежегодной вероятностью превышения  $P\%$  определяется по формуле:



$$Q_{10\%} = A_{10\%}^m \cdot A \cdot \delta_A \cdot \delta_{(Ab+Al)} \cdot \delta_{oz} \cdot \delta_{\Delta T} \cdot 10^{-3}, \quad (4)$$

где  $A_{10\%}^m$  – параметр, представляющий собой модуль предпосевого стока с единицы площади водосбора, л/км<sup>2</sup>;  $A$  – площадь водосбора до расчетного створа, км<sup>2</sup>;  $\delta_A$  – коэффициент, отражающий возрастание модуля предпосевого стока с увеличением площади водосбора;  $\delta_{(Ab+Al)}$  – коэффициент учета влияния заболоченности и лесистости;  $\delta_{oz}$  – коэффициент учета влияния озерности;  $\delta_{\Delta T}$  – коэффициент, учитывающий неодновременность схода снега по водосбору.

В результате расчетов для случая отсутствия данных гидрометрических наблюдений получены расходы воды и соответствующие им модули стока для исследуемых водосборов малых рек Беларуси. Для рек бассейна Западной Двины результаты расчетов представлены в таблице 1 [6]. В дальнейшем, полученные результаты легли в основу картографирования модулей стока критических гидрологических периодов.

**Таблица 1** – Результаты расчетов расходов воды и модулей стока критических гидрологических периодов

№п/п	Река-створ	Весеннее половодье		Дождевые паводки		Предпосевной сток		Среднемеженный сток	
		Q <sub>10%</sub> ,	q <sub>10%</sub> ,	Q <sub>10%</sub> ,	q <sub>10%</sub> ,	Q <sub>10%</sub> ,	q <sub>10%</sub> ,	Q <sub>50%</sub> ,	q <sub>50%</sub> ,
		м <sup>3</sup> /с	м <sup>3</sup> /(с·км <sup>2</sup> )	м <sup>3</sup> /с	м <sup>3</sup> /(с·км <sup>2</sup> )	м <sup>3</sup> /с	м <sup>3</sup> /(с·км <sup>2</sup> )	м <sup>3</sup> /с	м <sup>3</sup> /(с·км <sup>2</sup> )
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Бассейн р. Западной Двины</b>									
1	Лужесянка – с.Борково	86,8	0,225	32,5	0,084	23,1	0,060	1,4	0,0035
2	Эсса – с.Гадивля	87,4	0,165	15,0	0,028	18,0	0,034	2,1	0,0039
3	Усвейка – с.Мозолы	43,9	0,305	9,0	0,063	3,8	0,026	0,6	0,0039
4	Усвейка – с.Загатье	66,1	0,278	11,2	0,047	6,9	0,029	0,8	0,0034
5	Оболь – с.Ломоносово	56,1	0,142	6,6	0,017	20,9	0,053	1,4	0,0035
6	Усыса – с.Казиново	57,9	0,235	9,8	0,040	15,9	0,065	0,9	0,0035
7	Полота – с.Янково 1-е	63,5	0,103	5,5	0,009	28,9	0,047	2,2	0,0035
8	Ушача – с.Толкачи	104,1	0,119	10,8	0,012	45,9	0,052	3,3	0,0038
9	Нача -с.Горовцы	39,6	0,187	20,2	0,095	7,1	0,033	0,8	0,0037
10	Маделка -с.Русаки	49,6	0,107	12,7	0,028	18,8	0,041	1,8	0,0040
11	Берёзовка – с.Саутки	150,2	0,271	45,8	0,083	18,3	0,033	2,1	0,0038

По большинству водосборов малых рек Беларуси установлена значительная изменчивость модулей стока весеннего половодья в зависимости от озерности, заболоченности, залесенности. Данные гидрографические характеристики являются значительно изменчивыми в течение достаточно короткого периода времени (20-30 лет)

в связи интенсивной антропогенной деятельностью, связанной с вырубкой лесов, строительством водохранилищ, мелиоративным освоением земель. В частности, в таблице 2 приведены зависимости расчетных модулей стока от расположения леса на водосборе.

**ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

*Таблица 2 – Динамика модулей весеннего половодья обеспеченности  $P=10\%$  в зависимости от расположения леса на водосборе*

При залесённости от 20 до 30%	Расположение леса на водосборе		
	равномерное	в верхней части водосбора	в нижней и прирусловой части водосбора
Река-створ	Модуль стока, $\text{м}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$		
Оболь – с. Ломоносово, 395 $\text{км}^2$	0,142	0,107	0,185
Полота – с. Янково 1-е, 618 $\text{км}^2$	0,103	0,077	0,134
Молчадь – с. Гезгалы, 1120 $\text{км}^2$	0,119	0,090	0,155
Нарочь – с. Нарочь, 1480 $\text{км}^2$	0,020	0,015	0,026
Рыта – с. Малые Радваничи, 1600 $\text{км}^2$	0,019	0,014	0,024
Случь – с. Новодворцы, 910 $\text{км}^2$	0,089	0,067	0,116
Случь – пгт. Старобин, 1910 $\text{км}^2$	0,087	0,065	0,113
Случь – с. Ленин, 4620 $\text{км}^2$	0,065	0,049	0,084
При залесённости от 10 до 19%	Расположение леса на водосборе		
	равномерное	в верхней части водосбора	в нижней и прирусловой части водосбора
Река-створ	Модуль стока, $\text{м}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$		
Маделка -с. Русаки, 462 $\text{км}^2$	0,107	0,086	0,134
Молчадь – с. Молчадь, 211 $\text{км}^2$	0,150	0,120	0,187

Как показывают материалы таблицы 2, имеет место статистически значимое изменение модулей стока весеннего половодья практически по всем водосборам малых рек Беларуси. Учитывая комплексное освоение водосборов и возможное изменение их залесенности, требуется высокое качество гидрологических изысканий, проводимых в период, непосредственно предшествующий разработке инженерных проектов. Использование данных прошлых лет может привести к ошибочным результатам.

Антропогенная деятельность, связанная с мелиорацией водосборов, осушением заболоченных земель и болот привела к значительной их трансформации вплоть до изменения типизации. В таблице 3 приведена динамика модулей стока весеннего половодья в зависимости от различной типизации болот.

Наибольшие разности расчетных модулей стока соответствуют водосборам с малыми

площадями. Необходимо отметить, что модули стока весеннего половодья не имеют четкой дифференциации, как по бассейнам рек, так и по гидрологическим районам Беларуси.

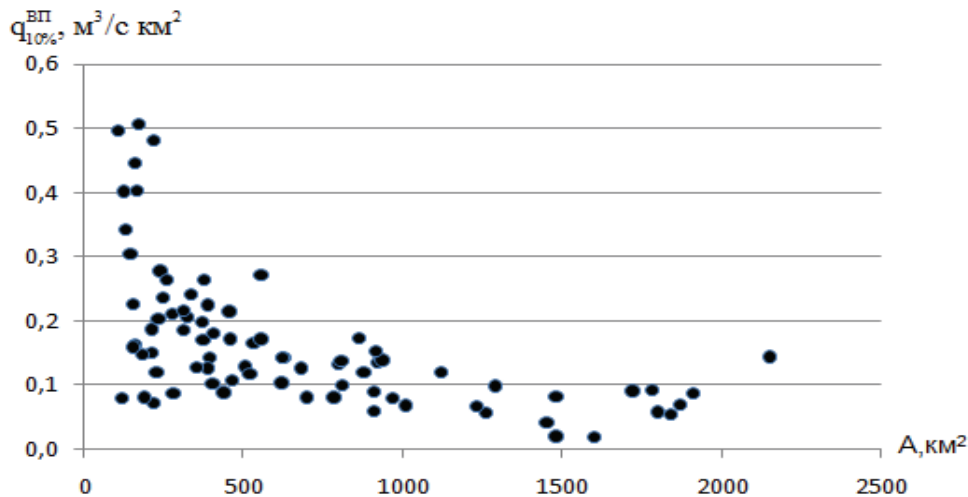
Площадь водосбора также существенно влияет на величину модуля стока (рисунок 1). При уменьшении площадей модули стока увеличиваются. Эта тенденция имеет место, как для отдельно взятых водосборов малых рек, так и для всей исследуемой территории [7].

В виду существенного влияния площадей водосборов на величины модулей стока, установлена целесообразность выполнения районирования по площадям водосборов: до 500  $\text{км}^2$ , 500-1000  $\text{км}^2$ , более 1000  $\text{км}^2$ .

Расчеты модулей стока весеннего половодья обеспеченности  $P=10\%$ , показали их значительную пространственную изменчивость (таблица 4). Наибольшие значения приходятся на северо-восток Беларуси, наименьшие – на юго-запад.

**Таблица 3 – Динамика модулей весеннего половодья обеспеченности  $P=10\%$  в зависимости от типов болот и почвогрунтов на водосборе**

Река-створ	Типы болот и почвогрунтов на их водосборах			
	Низинные болота и заболоченные леса и луга на водосборах, сложенных супесчаными и легкосуглинистыми почвами (грунтами)	Болота разных типов на водосборе	Верховые болота на водосборах, сложенных супесчаными и легкосуглинистыми почвами (грунтами)	Верховые болота на водосборах, сложенных среднесуглинистыми и глинистыми почвами (грунтами)
Модуль стока, $\text{м}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$				
Оболь – с. Ломоносово, 395 $\text{км}^2$	0,142	0,148	0,161	0,173
Полота – с. Янково 1-е, 618 $\text{км}^2$	0,103	0,107	0,115	0,123
Маделка –с. Русаки, 462 $\text{км}^2$	0,107	0,112	0,120	0,129
Молчадь – с. Молчадь, 211 $\text{км}^2$	0,150	0,160	0,181	0,202
Молчадь – с. Гезгалы, 1120 $\text{км}^2$	0,119	0,124	0,132	0,141
Нарочь – с. Нарочь, 1480 $\text{км}^2$	0,020	0,021	0,022	0,023
Рыта – с. Малые Радваничи, 1600 $\text{км}^2$	0,019	0,021	0,026	0,030
Случь – с. Новодворцы, 910 $\text{км}^2$	0,089	0,093	0,102	0,110
Случь – пгт. Старобин, 1910 $\text{км}^2$	0,087	0,091	0,099	0,108
Случь – с. Ленин, 4620 $\text{км}^2$	0,065	0,068	0,076	0,083



**Рисунок 1 – Зависимость модуля стока весеннего половодья от площади водосбора**

**Таблица 4 – Модули стока весеннего половодья обеспеченности  $P=10\%$  по бассейнам рек Беларуси**

Бассейн реки	$Q_{10\%}^{вп}, \text{м}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$
Западная Двина	0,10-0,49
Днепр	0,04-0,51
Неман	0,02-0,17
Западный Буг	0,02-0,08

**ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

Рассчитанные и представленные в таблице 4 модули стока, на наш взгляд, несколько завышены. Основные гидрографические характеристики, входящие в расчетные зависимости, определены в 60-70-80-х годах XX века и по многим водосборам устарели. В частности, крупномасштабные мелиоративные мероприятия привели к существенному снижению площади заболоченности, увеличению озерности за счет строительства большого количества прудов и

водохранилищ. По некоторым водотокам изменились площади их водосборов. Отмечается рост лесистости территории Беларуси во второй половине XX века (около 7-8 %) [8]. Оценить динамику изменения модулей стока весеннего половодья в зависимости от различных сценариев изменения озерности, заболоченности, залесенности можно на примере водосбора р. Бобр – с. Куты (таблица 5).

*Таблица 5 – Динамика расходов воды весеннего половодья обеспеченности P=10 % в р. Бобр – с. Куты в зависимости от различных сценариев изменения гидрографических характеристик водосбора*

Озерность, %	↑	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Залесенность, %	↑	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
Заболоченность, %	↑	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модули стока, м <sup>3</sup> /с км <sup>2</sup>		0,265	0,208	0,170	0,142	0,122	0,105	0,093	0,082	0,074	0,066	0,060
Озерность, %	↑	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Залесенность, %	↑	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
Заболоченность, %	↓	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Модули стока, м <sup>3</sup> /с км <sup>2</sup>		0,265	0,221	0,191	0,164	0,144	0,128	0,115	0,105	0,096	0,088	0,082
Озерность, %	=	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Залесенность, %	↓	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38
Заболоченность, %	↓	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Модули стока, м <sup>3</sup> /с км <sup>2</sup>		0,265	0,274	0,284	0,285	0,287	0,288	0,290	0,291	0,293	0,294	0,296
Озерность, %	=	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Залесенность, %	↓	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38
Заболоченность, %	↑	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модули стока, м <sup>3</sup> /с км <sup>2</sup>		0,265	0,258	0,252	0,247	0,242	0,237	0,233	0,229	0,225	0,221	0,217
Озерность, %	=	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Залесенность, %	↑	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
Заболоченность, %	↓	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Модули стока, м <sup>3</sup> /с км <sup>2</sup>		0,265	0,271	0,279	0,278	0,277	0,275	0,274	0,273	0,272	0,271	0,270

Для большинства сценариев изменения имеет место снижение модулей стока. Причем, гидрографических характеристик водосбора для наиболее вероятного ретроспективного

сценария (увеличение озерности и залесенности, снижение заболоченности – в таблице 5 выделен фоном) изменение характеристик в пределах 3-4 % приводит к значительному уменьшению модулей стока, что фактически уже произошло. При этом, уменьшение расходов воды может быть до 30-35 м<sup>3</sup>/с и более [7].

Анализируя полученные результаты и

построенные по ним карты модулей стока весеннего половодья по исследуемым водосборам малых рек Беларуси, видна отчетливая тенденция пространственной изменчивости модулей стока с юго-запада на северо-восток. Пролслеживается рост значений на границе Витебской и Могилевской областей, а в Брестской и Гомельской областях их уменьшение (рисунок 2).

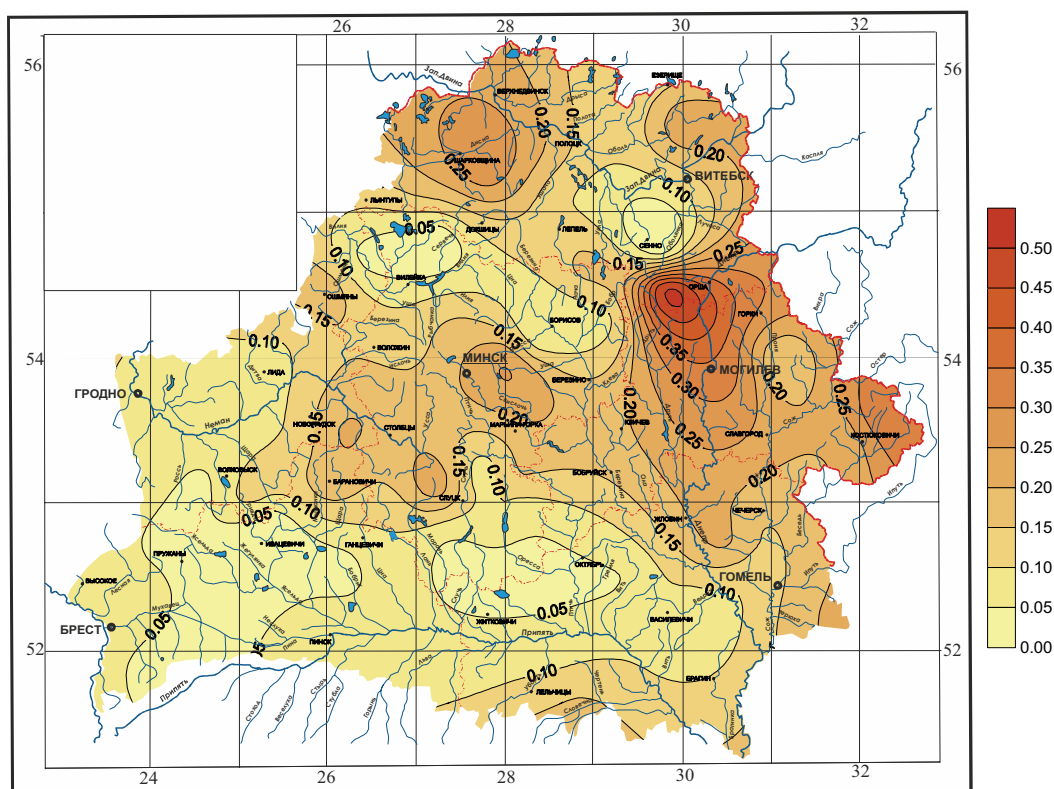
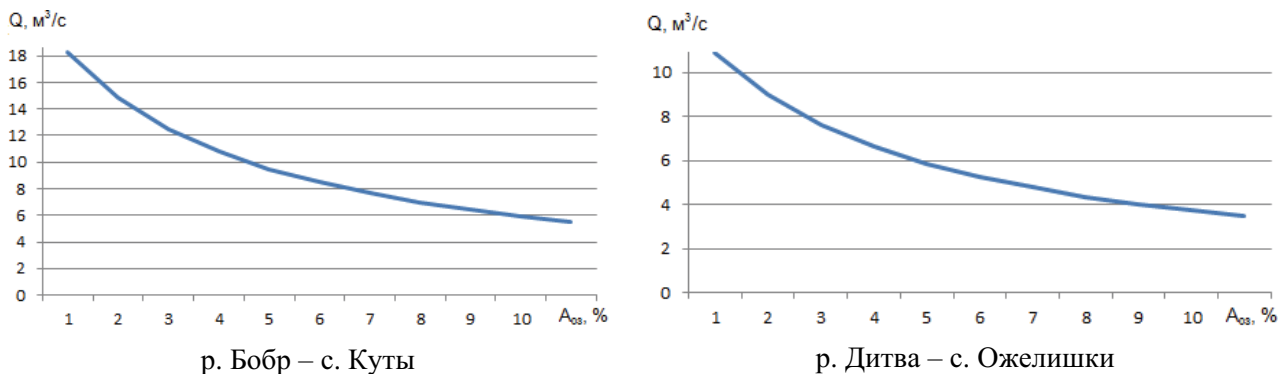


Рисунок 2 – Районирование модулей стока весеннего половодья (P=10 %) по водосборам малых рек Беларуси, м<sup>3</sup>/(с·км<sup>2</sup>)

Модули стока дождевых паводков обеспеченности P=10 % имеют значительно меньшую пространственную изменчивость и составляют 0,01-0,09 м<sup>3</sup>/с км<sup>2</sup>. Аналогично весеннему половодью их снижению способствует увеличение озерности и, собственно, большая площадь водосбора. Увеличение озерности за счет строительства

водохранилищ ведет к значительному снижению расходов воды дождевых паводков (рисунок 3) [7]. Зарастание водотоков, изменение их извилистости (спрямление в ходе мелиоративных работ) также вызывает статистически значимые трансформации модулей стока.

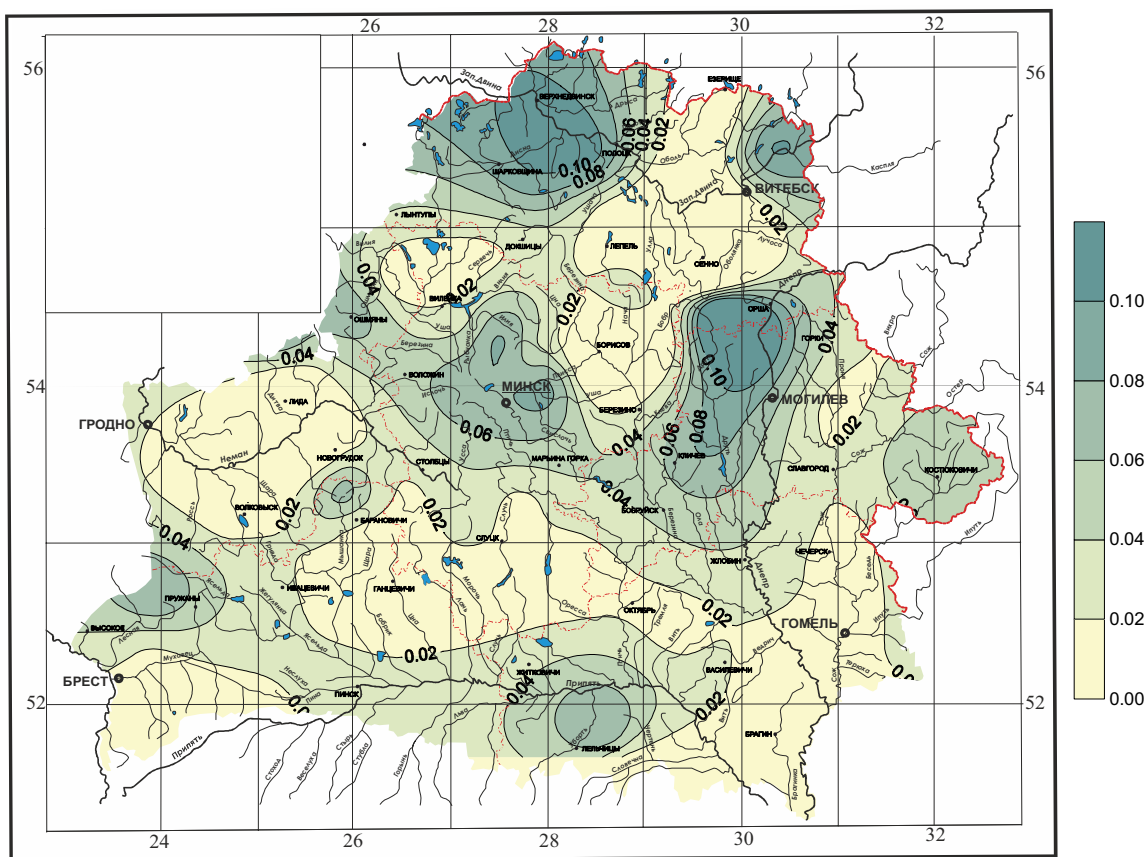
**ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**



*Рисунок 3 – Графики зависимости  $Q=f(A_{03})$*

На рисунке 4 представлена карта модулей стока дождевых паводков расчетной обеспеченности на территории Беларуси. Пространственная изменчивость модулей стока дождевых паводков имеет, в основном,

широтный характер – с юга на север. Максимум достигается в Верхнедвинском районе Витебской области, а минимум имеет место в Брестском районе – бассейне реки Рыта.



*Рисунок 4 – Районирование модулей стока дождевых паводков ( $P=10\%$ ) по водосборам малых рек Беларуси,  $м^3/(с \cdot км^2)$*

Модули предпосевого стока обеспеченности  $P=10\%$  изменяются по исследуемой территории с юга на север в пределах 0,01-0,06

$м^3/с км^2$ . По отдельным водосборам они превышают соответствующие модули стока дождевых паводков (рисунок 5). В этой связи, считаем

необходимым при определении расчетных расходов воды в ходе проектирования мероприятий по организации поверхностного стока, выполнять поверочные расчеты, используя данные по предпосевному стоку (северо-восточная часть Беларуси). Основной причиной, приводящей к превышению предпосевного стока над дождевыми паводками расчетной обеспеченности  $P=10\%$ , на наш взгляд, являются проведенные мелиоративные мероприятия в условиях сложного рельефа (при больших уклонах) и увеличение коэффициента густоты русловой сети (стро-

ительство большого количества мелиоративных каналов).

Изменения среднемеженного стока обеспеченности  $P=50\%$  в сторону уменьшения, наблюдаются с запада (Ошмянский район Гродненской области) на юго-восток (Брагинский район Гомельской области) и находятся в пределах  $0,0015-0,0060 \text{ м}^3/\text{с км}^2$  (рисунок 6).

Изменение (увеличение) площадей водосборов не влияет на изменение величин модулей стока предпосевного и среднемеженного периодов.

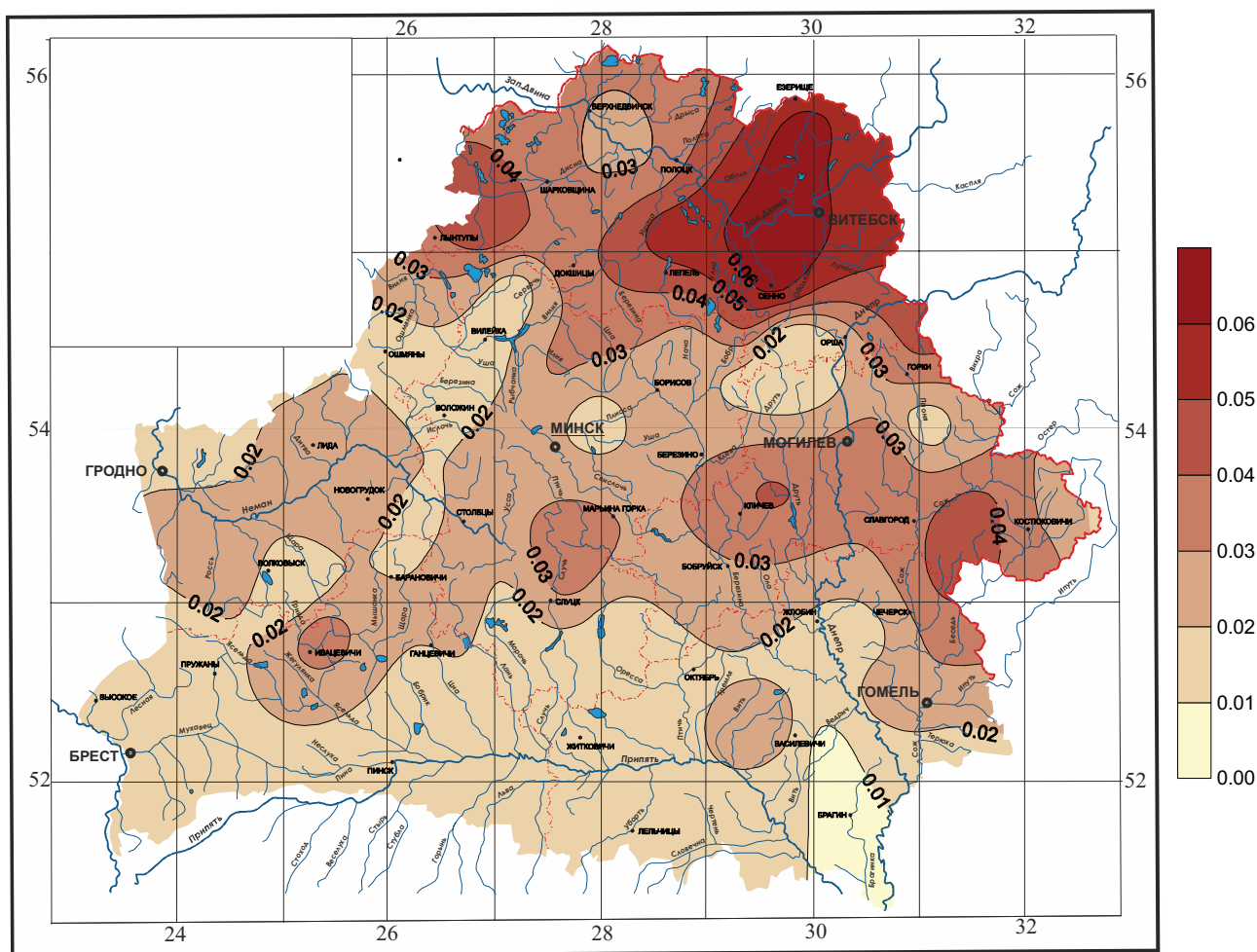


Рисунок 5 – Районирование модулей стока предпосевного стока ( $P=10\%$ ) по водосборам малых рек Беларуси,  $\text{м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$

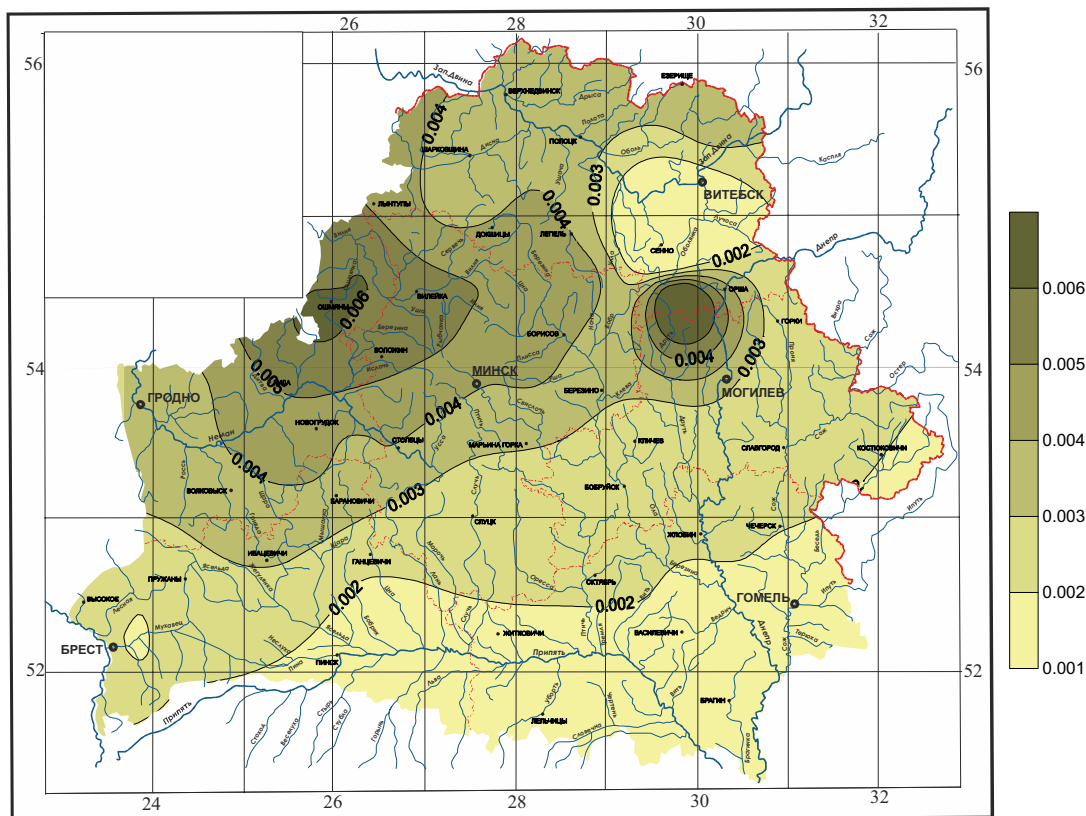


Рисунок 6 – Районирование модулей среднемеженного стока ( $P=10\%$ ) по водосборам малых рек Беларуси,  $\text{м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексное мелиоративное освоение земель территории Республики Беларусь привело к существенному изменению гидрографических характеристик водосборов малых рек, прежде всего, к уменьшению заболоченности и увеличению озерности водосборов, в результате чего расчетные модули стока весеннего половодья и дождевых паводков снизились. В то же время, изменения площадей озерности, заболоченности, залесенности водосборов даже в пределах нескольких процентов приводят к статистически значимому изменению модулей стока как весеннего половодья, так и дождевых паводков. В этой связи, отсутствие современных данных о гидрографических характеристиках водосборов малых рек Беларуси предполагает проведение дополнительных гидрологических изысканий при разработке проектов мелиоративных систем.

В виду существенного влияния площади водосбора на величины модулей стока, целесо-

образно при районировании территории Беларуси проводить дифференцированную оценку модулей стока весеннего половодья и дождевых паводков по площадям водосборов: до  $500 \text{ км}^2$ ,  $500-1000 \text{ км}^2$ , более  $1000 \text{ км}^2$ .

Построенные нами карты районирования модулей стока весеннего половодья, дождевых паводков, предпосевного и среднемеженного стока могут использоваться в ходе проектирования мелиоративных систем и сооружений для контроля качества выполненных гидрологических расчетов (случай отсутствия или недостаточности данных гидрометрических наблюдений), для предварительной оценки параметров водоприемников, проводящей, регулирующей и оградительной мелиоративной сети. Результаты исследований могут использоваться в учебном процессе при подготовке инженеров по специальности “Мелиорация и водное хозяйство”.



ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 45-3.04-168-2009 (02250) Расчетные гидрологические характеристики. Порядок определения.– Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2010.
2. Определение расчетных гидрологических характеристик = Национальный комплекс нормативно-технических документов в строительстве. Пособие к строительным нормам и правилам: П1–98 к СНиП 2.01.14–83 // Введ. 01.08.1999. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2000.
3. ТКП 45-3.04-8-2005 (02250) Мелиоративные системы и сооружения. Нормы проектирования. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2006.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Л.: Гидрометеоздат. – Т.5. – ч.1., 1966. – 718 с.
5. Рождественский, А.В. Современная проблема инженерных гидрологических расчетов по обобщению гидрологической информации в России и пути ее решения / А.В. Рождественский, А.Г. Лобанова // Метеорология и гидрология. – 2011. – № 7. – С. 81–95.
6. Мешик, О.П. Пространственная изменчивость модулей стока водосборов малых рек Беларуси / О.П. Мешик, Т.Е. Зубрицкая // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания: науч. статьи Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 6–8 апр. 2016 г.: в 2-х частях / УО БрГТУ; под ред. А.А. Волчека [и др.]. – Брест, 2016. – Ч. II. – С. 111–116.
7. Мешик, О.П. Проблемы гидрологических расчетов и использования их результатов в мелиоративной практике / О.П. Мешик, Т.Е. Зубрицкая, Ю.О. Снитко // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания: науч. статьи Межд. науч.-практ. конф., Брест 23-25 апр. 2014 г.: под ред. А.А. Волчека [и др.]. – Брест, 2014. – Ч. 3. – С. 191–195.
8. Природная среда Беларуси / Национальная академия наук Беларуси, Институт проблем использования природных ресурсов и экологии; под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: НОООО «БИП-С», 2002. – 424 с.

**ДИНАМИКА ЗАСУШЛИВОСТИ КЛИМАТА**

**Мисецкайте О.<sup>1</sup>, Тунгуз В.<sup>2</sup>, Лукашевич В.М.<sup>3</sup>**

**E-mail: *otilija.miseckaite@asu.lt***

<sup>1</sup> Университет им. Александра Стульгинскиса, Литва

<sup>2</sup> Университет Восточного Сараево, Босния и Герцеговина

<sup>3</sup> Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

**ВВЕДЕНИЕ**

В Центральной Европе средняя температура воздуха поднялась на 1,1-1,3 °C за 100 лет [1]. Кроме того, из-за более интенсивного круговорота воды и усилившейся атмосферной циркуляции в средних и высоких широтах потепление сопровождается увеличившееся среднее количество осадков, постоянно уменьшающиеся снежные покровы вечной мерзлоты, сезонные снежные покровы [2]. Распределение осадков на территории и их изменение за год имеют большое значение для гидрологических явлений, формирования почвы и вегетативных периодов растений [3]. Физиологические процессы растений непосредственно связаны с режимом температуры и влаж-

ности и их изменениями. Агроклиматический потенциал территории характеризуется, в первую очередь, ресурсами тепла и влаги: радиационным балансом, суммами осадков (годовыми и вегетационного периода), продолжительностью периода вегетации и его термическим режимом [4]. Недостаток воды является одним из важнейших факторов окружающей среды, ограничивающих рост и урожай растений [5]. Изменения, особенно в период июля-сентябрь, должны быть приняты внимание при подготовке пространственных планов, стратегий для сельского хозяйства или развития гидроэнергетики, управления водохранилищ и другие [6].

**Методы исследования**

Метеорологические условия в 1997–2015 г. рассматриваются путем анализа изменения годового распределения и распределения в вегетационный период (V-IX мес.) и за года средней

температуры воздуха и количества осадков в Литве, г. Каунас (К), Боснии и Герцеговины, г. Сараево (С) и Беларусь, г. Горки (Г), главные характеристики которых представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Главные характеристики метеорологических условий

	Каунас 54°53'N, 23°50'E	Сараево 43°52'N, 18°26'E	Горки 54°16'N, 30°59'E
Средняя годовая температура	6.3 °C	9.6 °C	5.4 °C
Суммарные годовые средние осадки	630 мм	932.4 мм	617 мм
Средняя высокая температура летом	21.7 °C	24.8 °C	22.1 °C
Средняя низкая температура летом	11.7 °C	12.3 °C	11.5 °C
Среднемесячные часы солнечности	1748.4	1769.4	

Для исследования динамики засушливости климата, мониторинга устойчивости экосистем, динамики продуктивности растительности был проведен анализ гидротермического индекса  $H_f$ , индекса благоприятности климата  $C_L$ , индекса продуктивности растительности экосистем  $I_{ППР}$  за период 1997-2015 гг.: показатель эффективного увлажнения [7]:

$$H_f = 43.2 \cdot \lg P - T, \quad (1)$$

где  $P$  – среднее годовое количество осадков (мм);  
 $T$  – среднегодовая температура воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ );  
 индекс биопродуктивной благоприятности кли-

мата  $C_L$  [8]:

$$C_L = \arctg (H_f - 113)/4 + 1.57 \arctg (T - 6 + 1.57), \quad (2)$$

где  $T$  – среднегодовая температура воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ );  
 $H_f$  – показатель эффективного увлажнения;  
 индекс потенциальной продуктивности растительности [9]:

$$I_{ППР} = 0.0190389794069236 \cdot K + 0.00107764030702742. \quad (3)$$

Для характеристики аридности климата индекс засушливости рассчитывался по формуле [10]:

$$a = P / (10 + T). \quad (4)$$

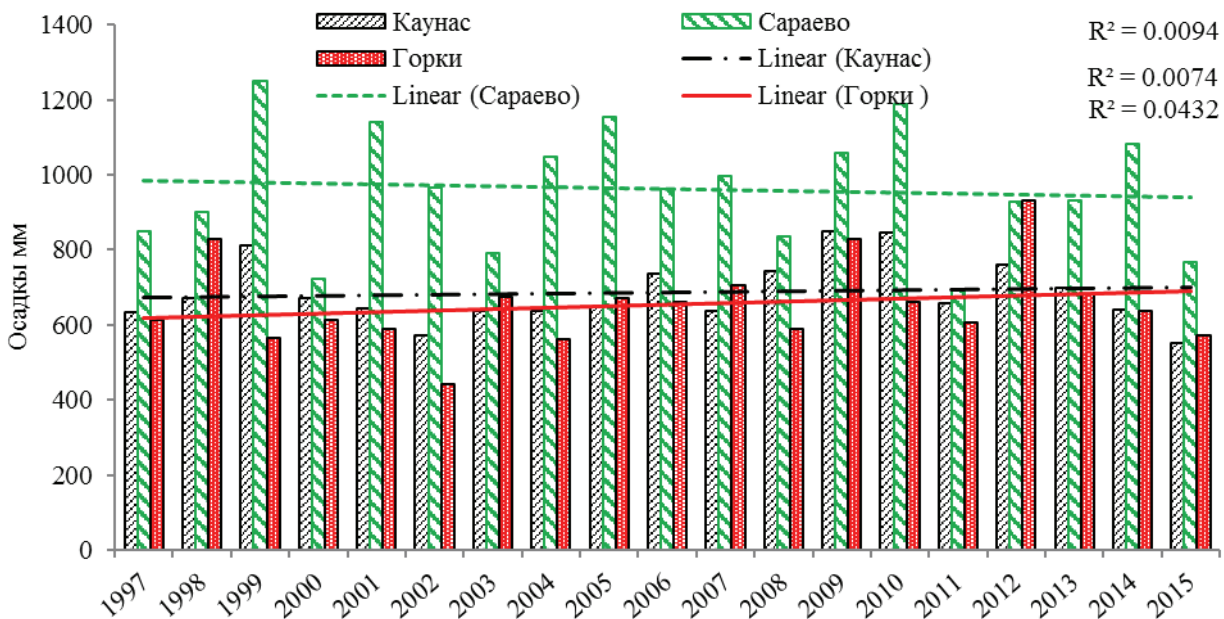
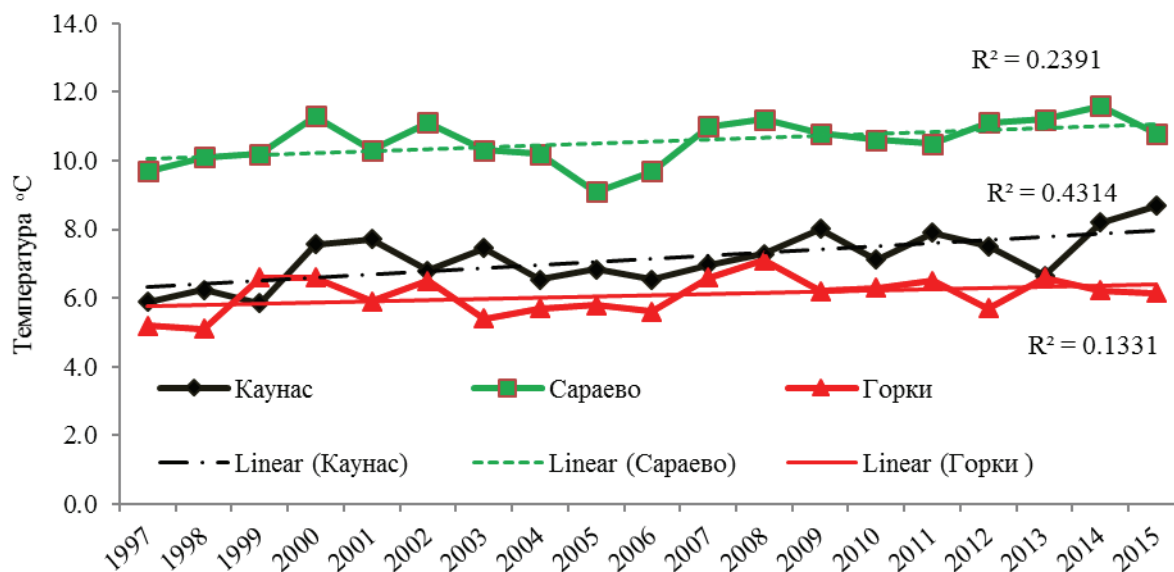


Рис. 1. Количество осадков в 1997–2015 г.г.

Наибольшая годовая температура была в Каунасе в 2015 г.г. ( $1.5^{\circ}\text{C}$  отклонения от СКП), в Сараево – 2014 г. ( $1^{\circ}\text{C}$  СКП), в Горки – 2008 г. ( $1.7^{\circ}\text{C}$  СКП); наименьшая – в Каунасе в 1999 г. ( $-1.4^{\circ}\text{C}$  СКП), в Сараево 2005 г. ( $1.5^{\circ}\text{C}$  СКП), в

Горки – 1998 г. ( $-0.3^{\circ}\text{C}$  СКП). Значения среднегодовой температуры воздуха представлены на рис. 2. Отчетливо заметна тенденция увеличения среднегодовой температуры воздуха на всех анализированных метеорологических станциях.

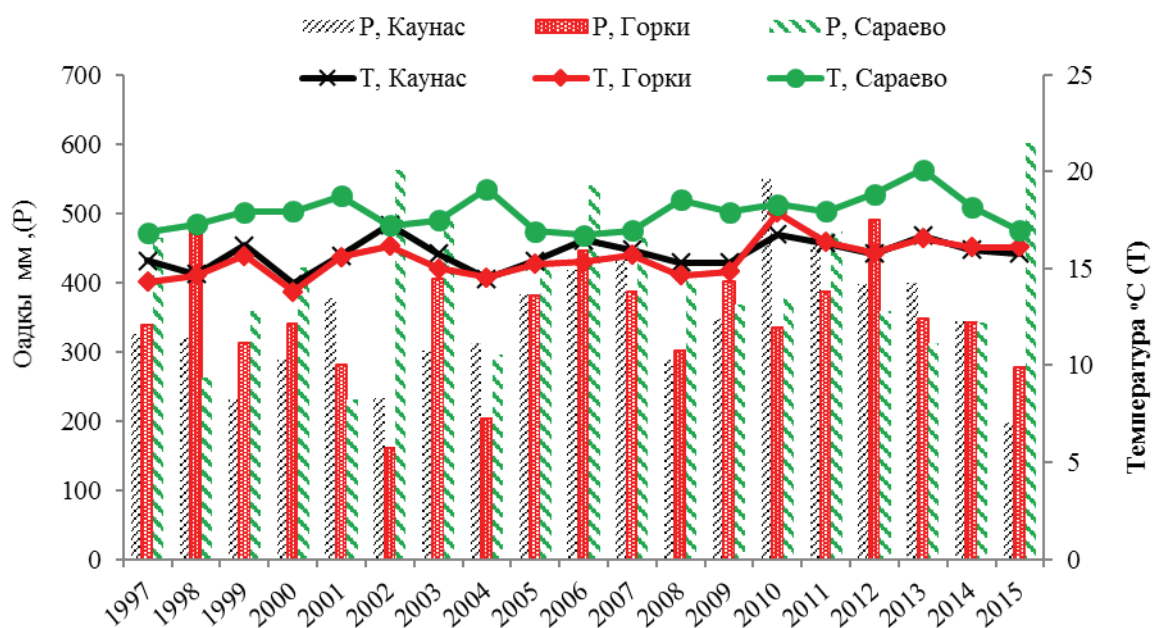
## ДИНАМИКА ЗАСУШЛИВОСТИ КЛИМАТА



**Рис. 2. Количество средней температуры в 1997–2015 г.г.**

Метеорологические условия в 1997-2015 г.г. в вегетационный период (V-IX мес.) изображены на рис. 3. Линейный тренд имеет тенденцию к

увеличению на всех анализированных метеорологических станциях для данных температур и осадков в вегетационный период.



**Рис. 3. Метеорологические условия в период вегетации**

Дефицит осадков – важный лимитирующий фактор роста растений. Для исследования закономерностей изменения засушливости климата нами использован индекс  $H_f$ , характеризующий изменение увлажнения при различных соотношениях осадков и средней годовой температуры. Линейный тренд имеет тенденцию

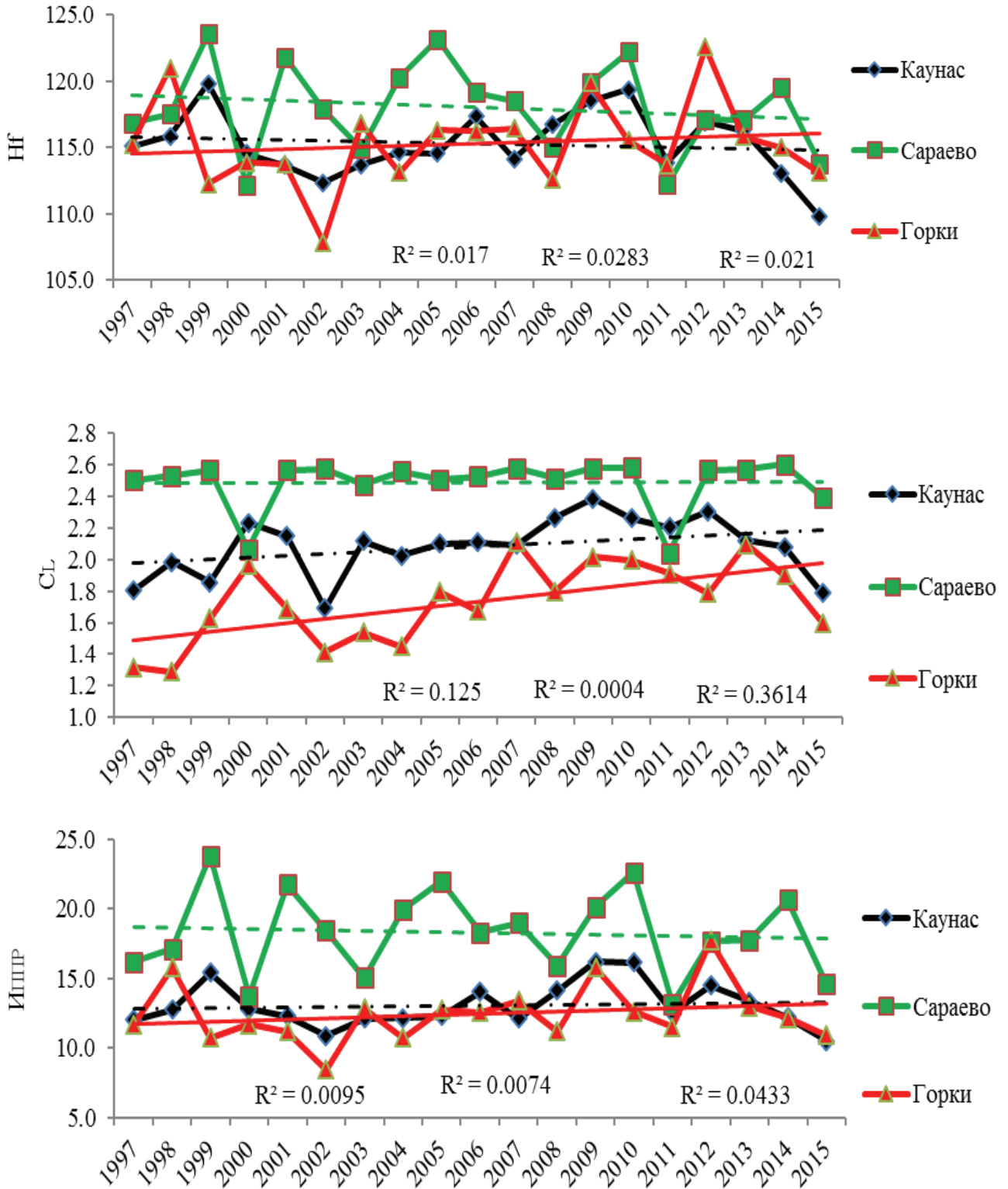
к уменьшению в Каунасе и Сараево, а в Горки – увеличению (рис.4).

Расчет динамики индекса благоприятности климата  $C_L$ , расчет динамики индекса потенциальной продуктивности растительности экосистем и линейный тренд показал тенденцию к увеличению, хотя в Сараево очень незначимо, но

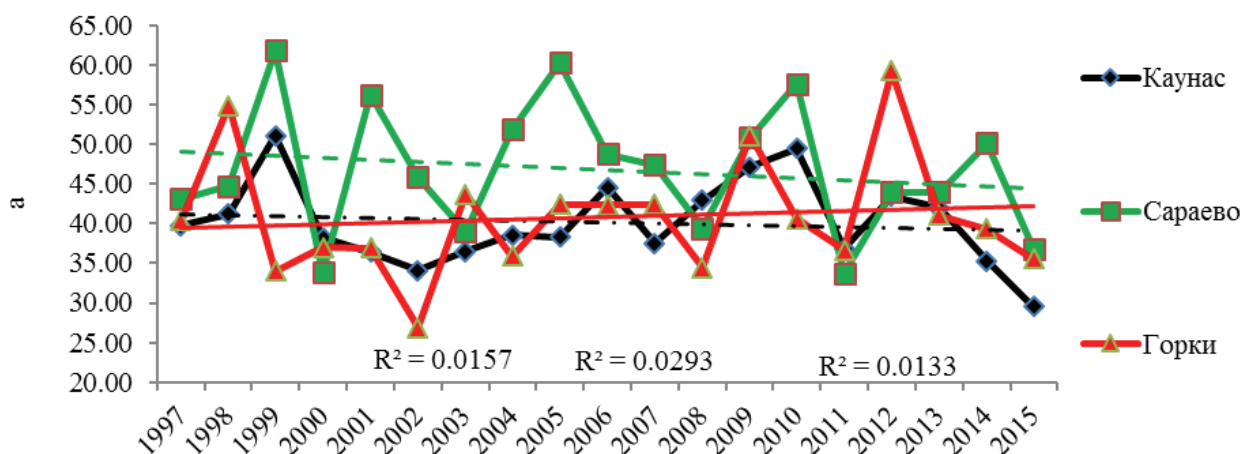
в Горки увеличение корреляций средняя (рис.4).

Характеристики аридности климата индекс засушливости, хотя и незначительного, ли-

нейный тренд показал тенденцию к уменьшению в Каунасе и Сараево, но в Горки – увеличению (рис.4).



## ДИНАМИКА ЗАСУШЛИВОСТИ КЛИМАТА



**Рис. 4.** Динамика гидротермического индекса  $H_f$ , индекса благоприятности климата  $C_L$ , индекса продуктивности растительности экосистем  $I_{шпр}$ , индекс засушливости  $a$

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Количество годовых осадков за 1997-2015 г. показано на рис. 1. Наибольшее количество годовых осадков было в 2009 г. в Каунас (849 мм, 123% отклонения от среднего количества в периоде, далее – СКП), 1999 г. в Сараево (1248.9 мм, 130% СКП), 2012 г. в Горки 930,6 мм, 209,80% СКП), а

наименьшее – в 2015 г. (552.1 мм, 80% СКП) Каунасе, Сараево в 2011 г. 692 мм (72% СКП), Горки в 2002 г. 443,6 мм (72% СКП), Линейный тренд имеет тенденцию к увеличению в Каунасе и Горки, а в Сараево линейный тренд имеет тенденцию к уменьшению, хотя корреляция есть слабая.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Kutilek M., Nielsen D. R. Facts about global warming. Reiskirchen, Germany, 2010, 227 стр.
2. Bukantis A., Kazys J., Rimkus, E. Gausių kritulių Lietuvoje prognozė XXI amžiui pagal regionini CCLM modeli. Geografija. 2009. 45 (2), с. 122–130.
3. Bukantis A. Lietuvos klimatas. Vilnius. 1994, 187 стр.
4. Тобратов С.А. Климатические условия, ресурсы и опасные погодно-климатические процессы. / Природа Рязанской области. Монография / В.А. Кривцов и др. / под ред. В.А. Кривцова. Рязань, 2008, 407 стр.
5. Flexas J., Bota J., Cifre J. et al. Understanding down-regulation of photosynthesis under water stress: future prospects and searching for physiological tools for irrigation management. Annals of Applied Biology. – 2004, 144, с. 273–283.
6. Vucijak B., Kupusovic T., Midzic-Kurtagic S., Silajdzica I., Ceric A. Evaluation of the Climate Change Effects to the Precipitation patterns in the selected Bosnia and Herzegovina cities. Thermal Science 2014, 18 (3), с. 787-798.
7. Волобуев В.Р. Экология почв. Баку: Изд-во АН АзССР, 1963, 549 стр.
8. Гутников В.А. Экспертиза экологического потенциала и стратегии ландшафтного развития региона // Градостроительство. 2013 (1), с. 15–24.
9. Пегов С.А., Хомяков П.М. Моделирование и развитие экологических систем. М., 1991, 224 стр.
10. Будник С.В. Моделирование функционирования агроландшафтных комплексов. Житомир, 2013, 481 стр.

## КАЧЕСТВО ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ ЗАЩИТЫ

Нестеров М.В., Нестерова И.М.

E-mail: *nesterova2233@mail.ru*

Учреждения Образования «Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия»  
213410, ул. Мичурина, д. 5, Республика Беларусь, г. Горки

### ВВЕДЕНИЕ

Воду, драгоценный дар природы, академик А.Н. Карпинский назвал живой кровью, которая создает жизнь там, где ее не было. Вода – основа развития земледелия, энергетики и рыбного хозяйства, без нее немислим быт человека.

Но всегда ли мы отдаем себе отчет в том, что значит для нас вода – жидкость без цвета, запаха и вкуса? В сущности, в повседневной жизни она почти ничего не стоит, но бывают моменты, когда за глоток воды мы готовы пожертвовать всем. Человеческий организм способен неделями обходиться без пищи, а вот без воды – только два-три дня. И вообще, в нормальных условиях человек должен потреблять воды в два раза больше (по весу), чем пищи.

Это, состоящая из водорода и кислорода, жидкость нужна не только для поддержания жизни человека. Без нее немислима практически ни одна сфера производства. Вода участвует почти во всех технологических процессах, незаменима она и в сельском хозяйстве (на выращивание пшеницы для одной булки необходимы 200 л воды).

Вода – это жизнь и благополучие. Количество и качество воды определяют устойчивое развитие любого государства, от них зависит уровень жизни и здоровье населения. Поэтому получение достаточного количества воды, пригодной для питья, удовлетворения культурно-бытовых и производственных потребностей населения, волнует человечество на протяжении всего его существования.

Одной из важнейших экологических проб-

лем, требующей пристального внимания общест-венности и принятия безотлагательных мер, является защита подземных вод от загрязнения и истощения вследствие постоянного роста антропогенной нагрузки на водосборы в результате интенсивного развития промышленного, коммунального и сельского хозяйства. Как результат интенсивной промышленной и хозяйственной деятельности происходит истощение и загрязнение ресурсов природных вод в значительных размерах. Ухудшению гидрохимического состояния верхних водоносных горизонтов способствуют как промышленные стоки с содержащимися в них вредными и даже токсичными (фенолы, диоксины, соли тяжелых металлов и др.) веществами, так и стоки крупных животноводческих предприятий.

Создание социальной инфраструктуры и улучшение условий проживания сельского населения в значительной мере связано с решением проблемы централизованного и локального холодного и горячего водоснабжения.

Одним из важнейших условий сохранения здоровья населения, улучшения общего уровня благоустроенности на селе и развития сельскохозяйственного производства является обеспечение водой в требуемом количестве и качестве. Качество питьевой воды определяет их уровень жизни и здоровье. В целях сохранения здоровья людей, обеспечения их качественной питьевой водой в нашей республике в 1999 году принят закон «О питьевом водоснабжении».

**ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

В Республике Беларусь до 80% шахтных колодцев содержат нитратный азот в концентрациях, превышающих ПДК (предельно допустимая концентрация) в 1,3–7,4 раза. Наиболее высокие средние концентрации наблюдаются в колодцах Минской – 3,8 ПДК, Брестской – 3,7 ПДК и Гомельской – 3,0 ПДК областях. В Могилевской, Гродненской и Витебской областях загрязнение грунтовых вод нитратами несколько ниже, соответственно по областям – 2,3; 2,2 и 2,0 ПДК [1].

Следует отметить, что на территории Республики Беларусь воды артезианских водоносных горизонтов удовлетворяют нормативам качества воды по основным показателям, но, как правило, содержат повышенные концентрации железа.

Очевидно, что дальнейшее развитие промышленности и сельскохозяйственного производства существенным образом определяется количеством и особенно качественным состоянием водных ресурсов. Республика Беларусь по своим природным условиям имеет низкий уровень водообеспеченности (данные Республиканского экологического форума г. Орша, 2003). Первостепенное значение при этом имеют ресурсы пресных подземных вод, сосредоточенных в верхней части осадочной толщи и являющихся основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Оценка естественной защищенности подземных вод от загрязнения относится к числу важных хозяйственных задач. В настоящее время процессы техногенного воздействия на подземные воды превратились из локальных – в региональные, поскольку расположение бассейна подземных вод не подчинено административно-территориальному делению. Фильтрация промышленных стоков, кроме изменения свойств природных грунтовых вод, существенно влияет и на свойства горных пород, изменяя их физико-механические и химические свойства, что может негативно сказаться на устойчивости защитных сооружений.

Строительство крупных животноводческих комплексов с использованием гидросмыва созда-

ет проблемы хранения и использования животноводческих стоков. Жидкие стоки поступают в навозохранилище или резервуары очистных стоков (РОС-ы), откуда, при необходимости, используются для орошения. При строительстве этих сооружений должны быть обеспечены условия, максимально снижающие загрязнение подземных вод животноводческими стоками, поступающими через ложе и борта накопителей стоков. Кроме того, нередки случаи, когда при строительстве малых водоемов также встает вопрос об экранировании их ложа ввиду повышенной фильтрации грунтов основания.

Типовыми проектами противодиффузионное экранирование РОС-ов и навозохранилищ предусматривается осуществлять с помощью стабилизированной полиэтиленовой пленки. Однако, в начале 90-х гг. появились проблемы со снабжением водохозяйственного строительства полиэтиленовой пленкой, а затем ее применение резко ограничили из-за возросшей стоимости. В связи с этим возникла проблема замены полиэтиленовой пленки на более дешевый и менее дефицитный материал. Одним из возможных вариантов являются местные грунты, залегающие на месте строительства или в непосредственной близости от него.

Почти повсеместное распространение глинистых грунтов, их низкая стоимость разработки и, главное, малая водопроницаемость позволили широко использовать их для строительства противодиффузионных устройств. Считается, что глинистые экраны и слабопроницаемые глинистые грунты, залегающие как в зоне аэрации, так и в разделяющих водоносные горизонты слоях, их мощность и фильтрационные свойства служат основным препятствием для проникновения загрязняющих отходов в водоносные горизонты. Однако, как показывает обзор научной литературы, вопрос о проницаемости глинистых пород изучен недостаточно. Процесс фильтрации в них характеризуется большой сложностью, и долгое время они считались абсолютно водонепроницаемыми. Но уже в конце 40-х годов появились работы, свидетельствующие о том, что верти-



кальная фильтрация через глинистые толщи в определенных условиях может быть существенной [2].

Следует отметить, что жирных глин и суглинков, обычно используемых в гидротехническом строительстве при устройстве противofильтрационных устройств, в районе строительства обычно недостаточно.

Фильтрация промышленных вод из накопителей происходит через дно, и частично, откосы дамб. Поэтому для защиты подземных вод хранилища устраивают в местах, где на пути миграции загрязненные воды встречаются природные препятствия, не пропускающие или затрудняющие проникновение их в водоносный горизонт как с поверхности земли (дна хранилища), так и из областей питания. К основным природным защитным факторам относятся: наличие в грунтах основания защитных сооружений слабопроницаемых отложений (их фильтрационные свойства), поглощающие (сорбционные) свойства пород, соотношение водоносных горизонтов и пр.

Степень проницаемости глинистых пород значительно различается при фильтрации через них пресных и минерализованных вод. Исследованиями ряда авторов установлено, что глины при одних и тех же градиентах напора практически могут не пропускать пресные воды и фильтровать соленые или рассолы. При этом в зависимости от состава рассолов и глинистых минералов также резко меняются фильтрационные свойства глин и суглинков. При фильтрации хлоридных натриевых рассолов изменение фильтрационных свойств песчано-глинистых отложений, по сравнению с пресными водами, значительно больше (в 5–10 раз), чем при фильтрации хлоридных кальциевых растворов (в 1,5–2 раза). Особенно резко возрастает проницаемость монтмориллонитовых глин (в 10 раз и более) и в меньшей степени (в 1,5–3 раза) – каолинитовых. Кроме того, и температура фильтрующейся воды влияет на проницаемость глин. Так, рост температуры от 20 до 30°C ведет к увеличению проницаемости монтмориллонитовых глин в 10, а иногда в 100 раз.

При защите водных ресурсов (рек, озер, водоемов, подземных вод) от загрязнения животно-

водческими стоками, отходами вредных производств, например, при строительстве атомных электростанций, нефтехимических производств предприятий цветной и черной металлургии, а также других отраслей промышленности для понижения уровня грунтовых вод, сокращения потерь воды в результате ее фильтрации из верхнего бьефа в нижний, а также обеспечения охраны природной среды в отдельно взятом регионе от технологически пагубных последствий – применяются противofильтрационные завесы.

Завесы устраиваются путем забивки шпунтовых стенок, замораживания водо-насыщенных грунтов, инъекции грунтов различными растворами и эмульсиями. Наиболее прогрессивным способом строительства противofильтрационных завес является метод «стена в грунте».

При строительстве противofильтрационных завес способом «стена в грунте» используются различные заполнители: твердеющие (бетон, железобетон, асфальтобетон, шлакобетон, глиноцементные и другие смеси) и нетвердеющие (полимерные материалы, комовая глина, различные глиногрунтовые композиции). Выбор того или иного материала основывается на требуемых параметрах противofильтрационной завесы (ее прочности, пластичности, фильтрационных свойств), наличии его вблизи места строительства, затратах труда на устройство завесы, стоимости материала завесы и др.

В современной практике строительства противofильтрационных завес способом «стена в грунте» уже освоены глубины до 130 м. При глубине менее 5–8 м применение способа «стена в грунте» обычно не дает существенных технико-экономических преимуществ и в практике строительства не встречается. Это объясняется сложностью технологического процесса и сравнительно высокой стоимостью применяемых материалов для приготовления тиксотропной суспензии, в частности, бентонитовой глины.

Для приготовления суспензий применяют грунты, в которых мелкие частицы способны связывать и удерживать большое количество воды. Проведенные исследования показали, что многие биогенные грунты и композиционные

составы на их основе могут быть успешно применены для приготовления суспензий. Успешное использование их для этих целей возможно при условии знания характерных особенностей их свойств и состава для целей управления процессом приготовления устойчивых суспензий, то есть требуется изучить их свойства, состав и установить какие показатели состава и свойств определяют требования для создания суспензий и возможность расчета составов.

В выполненных работах кафедры гидротехнических сооружений и водоснабжения Учреждения Образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки (Республика Беларусь) показана возможность использования отложений сапропеля из озер для возведения противофильтрационных завес способом «стена в грунте», как более дешевую альтернативу из нетвердеющих заполнителей. Применение сапропелей для строительства про-

тивофильтрационных завес позволяет снизить их стоимость на 40–60% и при этом упрощается состав машинокомплекса [3].

Республика Беларусь располагает большим количеством сапропелепродуктивных озер, в которых сосредоточены значительные запасы сапропелей. Запасы сапропелей предположительно составляют 2,6 млрд. м<sup>3</sup> из них по областям: Брестская – 137,2 млн. м<sup>3</sup>, Витебская – 1879,4 млн. м<sup>3</sup>, Гомельская – 88,8 млн. м<sup>3</sup>, Гродненская – 81,6 млн. м<sup>3</sup>, Минская – 394,1 млн. м<sup>3</sup>, Могилевская – 16,9 млн. м<sup>3</sup>.

Разведанные запасы сапропелей в республике составляют 75%. Высокий процент разведанности объясняется тем, что оценка ресурсов выполнена преимущественно для крупных озер, в то время как в республике преобладают, в основном, малые по площади водоемы – до 20 га. Изученность малых водоемов невелика и колеблется по областям – от 2,9 до 12,0% [4].

### ВЫВОДЫ

Территориальное распределение запасов сапропелей и результаты выполненных ранее исследований указывают на целесообразность ис-

пользования сапропелей при строительстве противофильтрационных завес с целью защиты водных ресурсов от загрязнений.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Водный кодекс Республики Беларусь: принят Палатой представителей 02.04.2014 г.; одобр. Советом Республики Беларусь 11.04.2014 г., Минск, 2014, 40 с.
2. Нестеров М. В. Защита водных ресурсов Республики Беларусь / М.В. Нестеров, А.А. Боровиков // Белорусское сельское хозяйство. 2010, № 12(104), с. 58–60.
3. Нестеров М. В. Применение противофильтрационных завес, возводимых методом «стена в грунте» с использованием сапропелей: Рекомендации по проектированию и строительству мелиоративных и водохозяйственных объектов. Горки: Белорусская государственная с.-х. академия, 2002, 80 с.
4. Лопотко М.З. Сапропели в сельском хозяйстве. – Минск.: Наука і тэхніка, 1992, 216 с.

**სარწყავი კვლების დაჭრა ახალი კონსტრუქციის  
კვალსაჭრელით**

**ვახტანგ სამხარაძე**

**E-mail: vsamxaradze@mail.ru**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60ბ, 0179, ქ. თბილისი, საქართველო

**შესავალი**

კვალში მიშვებით რწყვა ყველაზე გავრცელებული მეთოდია არა მარტო საქართველოში, არამედ ბევრ მოწინავე ქვეყანაშიც. აღნიშნული მდგომარეობის ძირითად მიზეზს წარმოადგენს სარწყავი კვალის მოწყობისა და ექსპლუატაციის სიმარტივე, ჩასატარებელი სამუშაოს სიიაფე, რის გამოც საქართველოს ფართობის თითქმის 90% ირწყვება ამ მეთოდით, მიუხედავად იმისა, რომ მისი ეფექტიანობა გაცილებით დაბალია, ვიდრე მორწყვა დაწვიმებით, წვე-

თოვანი, ნიადაგქვეშა და სხვ.

დღემდე გადაუჭრელი რჩება რიგი ამოცანებისა, რომელთა გადაწყვეტას შეუძლია საგრძნობლად აამაღლოს მისი ეფექტიანობა. გადაუჭრელ ამოცანათა შორის შეიძლება აღინიშნოს კვალის პარამეტრების ოპტიმალური ზომების შერჩევა, რაც დიდად აამაღლებს რწყვის ეფექტიანობას. პირველ რიგში ეს ეხება კვალის სიგრძის ოპტიმალური ვარიანტის შერჩევას, მისი კედლები-სა და ფსკერის თანაბარ გატენიანებას.

**პირითაღი ნაწილი**

სარწყავი კვალი იჭრება მოხნულ, დამუშავებულ ფართობში გუთნისებური კვალსაჭრელებით. კვალის ფორმირება მიმდინარეობს თხრითა და თრევით, რაც იწვევს კვალის კედლებისა და ძირის გახლეჩვას. გახლეჩილ კვალში ნიადაგის ფილტრაცია მაქსიმალურად იზრდება, რაც იწვევს 5-10 მ-ში ნიადაგის დატბორვას, რითაც კვალის მოქმედების სიგრძე მცირდება. გარდა ამისა, დახლეჩილ კვალში წყლის ნაკადის მცირე დინებაც ადვილად გადაადგილებს ნიადაგის პატარა ზომის მოგლეჯილ ნაწილაკებს, რაც ხელს უწყობს წყლისმიერ ეროზიას.

არსებული მდგომარეობა გვეკარნახობს სარწყავი კვალის ახალი ტექნოლოგიისა და მექანიზმის ძიებას, რომლითაც დაგროვებული იქნება სარწყავი კვალის მოქმედება და შემცირდება წყლისმიერი ეროზია.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში დამუშავდა ახალი საგორი კვალსაჭრელი, რომელიც კვალს ჭრის ახალი ტექნოლოგიით: ჭრითა და ტკეპნით (7). იგი თავისი წონითა და ტრაქტორის ჰიდრავლიკის დაწოლით ღრმადემა ნიადაგში და ტრაქტორის უკან გადაადგილებით ტოვებს სამკუთხედის კვეთის გაჭრილ და გატკეპნილ კვალს. დატკეპნის ხარისხი იმდენად მცირეა, რომ იგი ფილტრაციის საწინააღმდეგო ეკრანს არ ქმნის. კვალის კედლები მდგრადია, ნახლეჩების გარეშე, რაც ზრდის კვლების სიგრძეს და გამოირიცხავს დატბორვას. ეს აგრეთვე ზრდის კვალის მოქმედების ვადას.

მუშა ორგანო შედგება სამი შეკრული ჩაარჩოსაგან (2). თითოეულ ჩაარჩოში დამო-

უკიდებლად ბრუნავს ღერძზე (4) დასმული ორი კონუსური ტიპის საგორი კვალსაჭრელი დისკოები (3). სახნავი კულტურებისათვის მუშა ორგანო შედგება დისკოსაგან (6), ე.ი. ერთი გავლით მას შეუძლია დაჭრას ექვსი სარწყავი კვალი. რაც შეეხება ვენახში სარწყავი კვლების დაჭრას, მუშა ორგანოს ესწრაფება გვერდითი ჩარჩოები და ცენტრალურ ჩარჩოში რჩება ორი დისკო.

სატრანსპორტო მდგომარეობაში საგორი გადაიყვანება საყრდენი თვლებით (8). ძირითადი ჩარჩო და გვერდითი ჩარჩოები ერთმანეთთან შეკრულია ჭანჭიკებით (5). ჩარჩოებზე დამაგრებულია ყუთები, საჭიროებისას

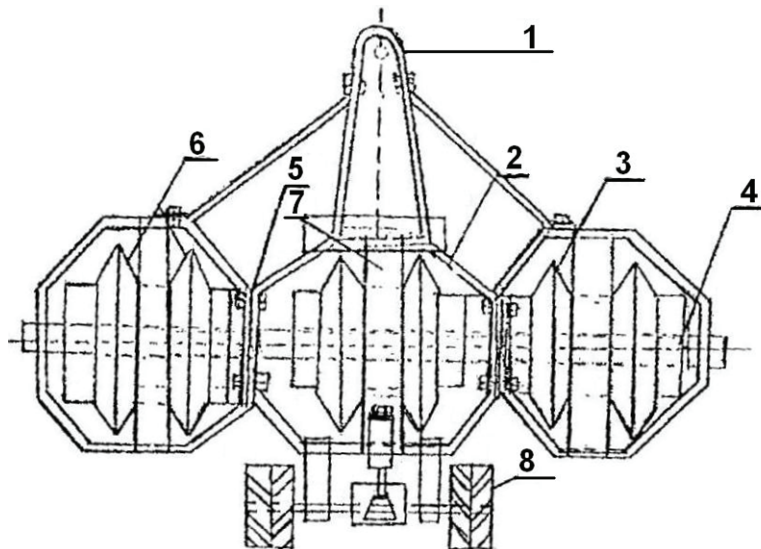
საპირწონის ჩასაყრელად. შემოთავაზებულ საგორ კვალსაჭრელს აქვს გამოყენების ფართო სფერო, უზრუნველყოფს სარწყავი კვლის დაჭრის ხარისხს, რომელსაც აქვს მდგრადი ფერდები და ძირი, არ ხდება კვალში წყლის შეფერხებული დინება. მნიშვნელოვნად ამცირებს წყლისმიერი ეროზიის ინტენსიობას. გუთნისებური კვალსაჭრელით გაჭრილ კვალთან ჭრითა და ტკეპნით გაჭრილ კვალს შეუძლია სამჯერად მორწყვას გაუძლოს და არ დაკარგოს კვალის პარამეტრები.

საგორი კვალსაჭრელის ფასია \$300, მისი მუშაობის ხანგრძლივობა 5 წელია.

**დასკვნა**

შემოთავაზებული სარწყავი კვალის საჭრელი მექანიზმი ბევრად აუმჯობესებს მორწყვის ხარისხს და ზრდის ყოველი ჰექტარი სარწყავი ფართის პროდუქტიულობას. მორწყული ვენახის მოსავლიანობა იზრდება, მარტო მორწყვის ხარისხის გაზრდით, 5-10%-ით, რაც ფულად გამოსახულებაში შეადგენს \$80-ს ჰექტარზე. კვალსაჭრელის წლიური წარმადობა ვენახში არის 48 კა.

ვენახის პროდუქტიულობის ნამატი 1 მექანიზმზე წელიწადში აღწევს \$3,84 ათასს, კვალსაჭრელის გამოყენებისას სუფთა დისკონტირებული ეფექტი [NPV] (დისკონტირების კოეფიცი. 15%) განისაზღვრება \$11,79 ათასით, შესაბამისად, ინვესტიციის რენტაბელობის ინდექსი [PI] შეადგენს 4,93-ს, ხოლო დისკონტირებული ვადა მისი ანაზღაურების [DPP] – 1 წელია.



ნახ. 1. საგორი კვალსაჭრელი:

- 1 – მისაბმელი; 2 – კვალსაჭრელის ჩარჩო; 3 – მჭრელი დისკოები; 4 – ღერძი;
- 5 – დამატებითი დისკოების სამაგრი; 6 – დამატებითი დისკოები;
- 7 – დანამატებითი წონის ყუთები; 8 – საყრდენი თვლები.

ტექნიკური დახასიათება

მოდების სიგანე: სახნავი კულტურები-სათვის – 6,6 მ; მრავალწლიანი კულტურებისათვის – 2,2 მ; საჭრელი დისკოს დიამეტრი 0,6 მ; ხოლო სიგანე – 0,2 მ.

კვალის ზომები: სიღრმე – 0,2 მ; სიგანე – 0,2 მ; გადაადგილების სიჩქარე – 5 კმ/სთ; აგრეგატირება T-40 საკიდ მოწყობილობაზე და მსგავს მოდიფიკაციაზე.

### ლიტერატურა

1. Irun of-infiltration under Surge Irrigation Transactions of the ASAE, 1985, 28;
2. Тугуши Г.Е. Вопросы теории и техники поверхностного орошения. Дисс. на соиск. степени докт. техн. наук. Тбилиси. 1971;
3. Модебадзе Н.Л. Определение гидравлических параметров водного потока при бороздковом и полосовом способе полива // Тр. Груз НИИГМ, «Вопросы мелиорации в горных и предгорных условиях». Тбилиси. 1988;
4. Самхарадзе В.И. Устройство для образования канавы при осушении заболоченных местностей Авторское свидетельство №271552ю 1989;
5. სამხარაძე ვ. დაჭაობებულ ადგილებში არხის გამჭრელი მოწყობილობა. საქ.პატენტი U579. 1999;
6. სამხარაძე ვ. დაჭაობებულ ნიადაგებში ზედაპირული წყლის მიმღები არხების წარმოქმნელი მოწყობილობა. საქ. პატენტი U1047. 2003;
7. სამხარაძე ვ. მოწყობილობა სარწყავი არხის დასაჭრელად. საქ.პატენტი. ბიულეტენი 21(217). OAU. 2006.

## МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭКСТЕНСИВНОЙ ЗЕЛЕННОЙ КРОВЛИ

Ткаченко Т.Н., Милейковский В.А.

E-mail: [tkachenko\\_1974@inbox.ru](mailto:tkachenko_1974@inbox.ru); [v\\_mil@ukr.net](mailto:v_mil@ukr.net)

Киевский национальный университет строительства и архитектуры,  
03037, проспект Воздухофлотский, 31  
Киев, Украина

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время городская среда претерпела ряд изменений, негативно сказывающихся на состоянии всей биоты. Изменения вызваны не только промышленными факторами, но и демографическим перекосом, когда сельское население, из-за социально-экономических причин, вынуждено мигрировать в города. В результате происходит расползание городской системы, ее перенаселенность, перенасыщенность строительными объектами. Под воздействием антропогенного и промышленного факторов неизбежно уменьшается и меняется естественный биогеоценоз городской системы, сокращаются зеленые

зоны. Из-за интенсивной застройки и расширения городской системы нарушаются функции зеленых зон в пригородах и естественные пути миграции фауны. Экологический дисбаланс является причиной многочисленных заболеваний городского населения. К сожалению, из-за острой нехватки земли и ее дороговизны, особенно в центральных городских районах, нет возможности для создания обширных рекреационных зон.

Выходом является альтернативное озеленение – зеленые кровли, склоны, экопарковки, вертикальное и мобильное озеленение.

### Анализ мирового опыта кровельного озеленения

Первое направление в Украине является наиболее дискуссионным. Противники говорят о дороговизне, недолговечности, нецелесообразности и бесперспективности.

В защиту зеленых кровель говорят исторические факты и европейский опыт. Общеизвестное первенство в создании крыш-садов, по мнению специалистов, в настоящее время принадлежит Германии, где ежегодно появляется около 14 миллионов зеленых крыш. В этой стране одно из обязательных условий при проектировании новых зданий – озеленение кровли, в том числе, имеющей значительный уклон. Введены даже налоги для домовладельцев, не использующих крыши под сады. В Англии в 2007 г. мэр Лондона распорядился применять

озеленение крыш во всех крупных проектах, благодаря чему общая площадь зеленых кровель возрастает с каждым годом. В Копенгагене (Дания) с 2010 года каждая крыша подлежит озеленению. За реализацию таких проектов предоставляются налоговые льготы. В Австрии работы по озеленению крыш с 1983 года оплачиваются муниципалитетом. В Швейцарии с 2002 года озеленению подлежит каждая плоская крыша (на настоящий момент времени в городе Базель более 1900 крыш озеленено, что составляет более 25% общей площади кровель). Во Франции в 2016 году принят закон, который обязывает владельцев коммерческой недвижимости покрывать крыши зданий растениями или солнечными панелями. Таким образом, «зеленые кровли»

будут обеспечивать нужный уровень температурной изоляции, чтобы снизить количество энергии, которая требуется на обогрев здания в холодный период года или на охлаждение в тёплый период [1].

В США в одном Нью-Йорке насчитывается больше 7,5 тыс. зеленых кровель. Мэр Нью-Йорка в 2010 году объявил о намерении озеленить крыши городских небоскрёбов, превратив их в парки. Данная инициатива должна помочь решить две насущные городские проблемы: во-первых, улучшить качество воздуха, во-вторых, сократить количество стоков в ливневую канализацию, с которой плохо справляются изношенные дренажные системы Нью-Йорка. Несмотря на то, что зелёные крыши обойдутся городу в \$6.8 млрд., они помогут сэкономить \$2.4 млрд. в течение последующих двадцати лет. В Чикаго частным домовладельцам выплачиваются субсидии на озеленение крыши. Власти Чикаго подсчитали: если озеленить все крыши в городе, где позволяет конструкция зданий, то это приносило бы в городской бюджет около 100 млн. долл. в год, благодаря экономии электроэнергии.

В Канаде с 2009 года в обязательном порядке озеленяется каждая крыша, площадь которой превышает 2000 м<sup>2</sup>. В 2007 году Торонто занял 1 место в списке городов Канады с «зелеными» кровлями, когда общая площадь «озелененных» за год крыш составила 83000 квадратных футов (7710,7 м<sup>2</sup>) [2]. В Японии с 2001 года озеленению подлежат все крыши площадью более 100 м<sup>2</sup>; 20% крыши площадью от 250 м<sup>2</sup> и 10% крыши площадью более 1000 м<sup>2</sup> должны быть озеленены в обязательном порядке.

Стоимость зеленых кровель может значительно снизиться, если проводить работу в рамках масштабных городских проектов. В большинстве стран с альтернативными формами озеленения изначально создавались, так называемые, «зеленые районы». Например, Вобан, Во01, Кронсберг и Хаммарби задумывались в начале 1990-х, строились в 2000-х и до сих пор активно развиваются. Каждый из этих проектов – уникальное видение местных сообществ, воплощенное в жизнь благодаря политической воле и умному лидерству городских властей, считаю-

щих здоровую, экологичную и комфортную среду обитания публичным благом, которое они обязаны предоставлять жителям. Зеленые кварталы, зачастую, создавались как проекты регенерации старых промышленных или депрессивных городских районов, нередко – в условиях нехватки качественного социального жилья. Дополнительными драйверами таких инициатив могли быть пилотное апробирование и демонстрация новых зеленых технологий в масштабе города или подготовка к городским мегасобытиям, в рамках которых муниципалитеты получали карт-бланш на инновационный девелопмент стратегических территорий. Так, начало строительству Кронсберга было положено в связи с подготовкой к Экспо-2000. Хаммарби Сьостад изначально задумывался как главный козырь заявки Стокгольма на проведение Олимпийских игр 2004, но и после провала заявки городские власти не оставили планов строительства зеленого района. Олимпийская деревня Ванкувера говорит сама за себя. Новая волна в строительстве зеленых районов ознаменовалась введением систем сертификации и стандартов зеленого строительства на уровне девелоперского проекта. В 2010 году Олимпийская деревня Ванкувера получила платиновый рейтинг LEED ND и по количеству набранных баллов была названа самым зеленым районом в Северной Америке [3].

Кроме всего сказанного, зеленая кровля может рассматриваться как самостоятельно сформированный в городской среде биогеоценоз, служащий связующим звеном с пригородной биотой. К экологическим преимуществам также относится: уменьшение количества сточных вод (зеленые кровли в зависимости от типа задерживают от 50% до 90% влаги от осадков); улучшение микроклимата помещений (эффект кондиционирования); очистка воздуха, поглощение пыли и вредных веществ; выделение фитонцидов; звукоизоляция (благодаря растительному покрытию зеленых кровель увеличивается на 8 дБ); сохранение флоры и фауны (является альтернативой природных ландшафтов для жизни насекомых, птиц и других обитателей антропогенных зон); использование переработанных материалов (для производства дренажной сис-

темы широко применяются и используются полученные путем утилизации отходов резина, полиэтилен и пенополистирол).

Также здания с зелеными кровлями имеют экономические преимущества: сокращение расходов на реконструкцию кровель (растительный слой эффективно защищает кровлю от ультрафиолетовых лучей, града и перепада температур, озеленение кровли ведет к значительному увеличению срока службы кровельной гидроизоляции (до 40 лет)); увеличение теплоизоляции (озеленение кровли улучшает ее теплозащитные свойства, что позволяет владельцу такой кровли сократить расходы энергоносителя на обогрев помещения; благодаря испарению влаги происходит снижение температуры); эффект влагозадержания (позволяет сократить средства, которые тратятся на установку трубопроводов и водоводов больших размеров); перспективы использования свободного пространства [4].

Существуют зеленые кровли экстенсивного и интенсивного типов. Интенсивное озеленение – это сад на крыше. Создается полноценный ландшафтный дизайн – высаживаются растения, укладываются дорожки, создаются водоемы и водопады легкой конструкции, подпорные стенки на дополнительно вмонтированных швеллерах, укладывается рулонный газон, устанавливается система полива и освещения, размещается садовая мебель, детские мини – площадки. Обязательным есть монтирование прозрачной защитной перегородки для безопасного пребывания на крыше. Такое комплексное озеленение

увеличивает нагрузку от 320-750 кг на м<sup>2</sup> во влажном состоянии при высоте 220-400 мм. При экстенсивном способе озеленения кровли применяется лишь травяной покров в сочетании с растениями, размещенными в емкостях, где находится почвенный субстрат. Доступ людей на такую крышу ограничен, причем передвижение осуществляется по специальным дорожкам. Такой тип озеленения не требует ухода, а растения высаживаются те, которые хорошо переносят перепады температур и недостаток влаги. Для экстенсивных зеленых кровель присущи такие характеристики как малый вес (нагрузка на крышу 80-90 кг на м<sup>2</sup> во влажном состоянии при высоте подушки 90-100 мм), низкое капиталовложение (от 80-100 евро за 1м<sup>2</sup>). Исходя из сказанного, мы считаем, что для Украины перспективно менее затратное экстенсивное озеленение, которое можно применять для восстановления депрессивных промышленных районов и районов с уплотненной застройкой для улучшения экологических показателей и восстановления городских биогеоценозов.

Поэтому свои исследования по разработке физической модели мы остановили на экстенсивных кровлях.

**Цель и задачи исследований.** Определить коэффициенты теплопередачи грунта и живого растительного слоя (травяной газон) для зеленой кровли экстенсивного типа.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для достижения поставленной цели была создана физическая модель экстенсивной зеленой кровли. Корпус модели был изготовлен из фанеры толщиной 10 мм. Длина модели – 720 мм, ширина – 580 мм, высота – 10 мм. Дно и стенки модели теплоизолированы пенопластом (500 мм).

На дно теплоизолирующего слоя пенопласта накладывалась нагревательная пленка «Heat Plus» (HP-APN-410-400). Это защищенная пленка третьего поколения, имеющая семислойную структуру и полиэстеровое нетканое полотно, увеличивающее прочность пленки (конструкция пленки представлена на рис. 1).



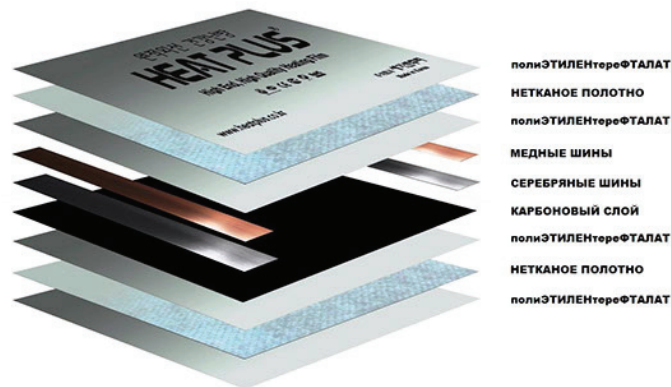


Рис. 1. Конструкция пленки «Heat Plus-APN-410-400»

Технические характеристики системы НР-APN-410-400: напряжение сети: 220 В, 50 Гц; максимальная мощность: 400 Вт/м<sup>2</sup>; номинальная мощность: 50-150 Вт/м<sup>2</sup>; рабочая температура: 70-80 °С, КПД – 98 %; толщина пленки 0,5 мм.

Концы медных токопроводящих шин по углам пленки тщательно изолировались с помощью бутиловой ленты «Heat Plus» (ширина полос 350 мм). Поверх бутиловой ленты и по линиям среза, во избежание поражения электрическим током и утечек тока, клеилась изоляционная лента «Heat Plus». Поверх пленки НР-APN-410-400 расположены 15 термисторов 640-47К (рис.2). Термисторы преобразовывают температуру нижнего слоя грунта. От каждого термистора выведены два контакта сечением 0,08 мм с разъемами для соединения с измерительным прибором (мультиметром Актаком АВМ-4307). Шестнадцатая пара термисторов с проводом является свободной с целью измерения

температуры воздуха и температуры верхнего слоя грунта в разных точках. Контроль подачи тока на нагревательный элемент и изменение напряжения производился по четырёхпроводной схеме. Силовые провода сечением 1 мм<sup>2</sup> припаяны к шинам нагревательной плёнки в противоположных углах для обеспечения максимальной равномерности тока (попутное движение тока). В разрыв их подключается либо мультиметр в режиме измерения тока, либо короткозамкнутая розетка. От мест пайки выведены два провода сечением 0,08 мм (для минимизации теплотерь через них), к которым вне теплозащитной оболочки модели присоединён комплект измерительных щупов высокого класса защиты от прикосновения. Эти провода подключаются к мультиметру для измерения напряжения. Таким образом, падение напряжения в силовых проводах вне теплозащитной оболочки полностью исключаются.

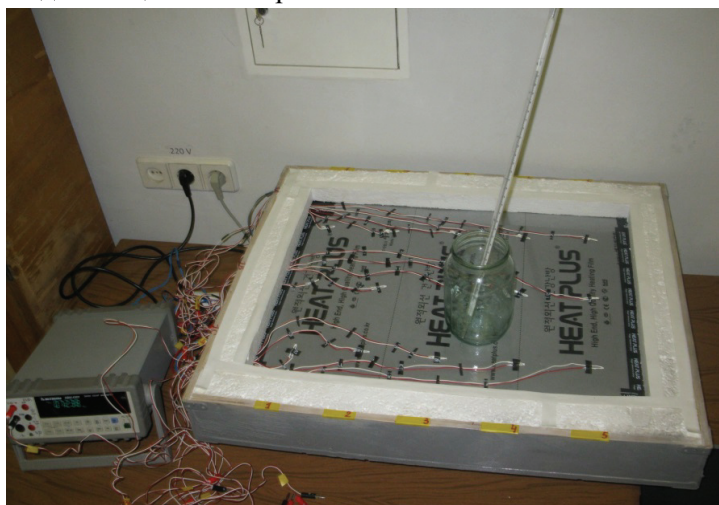


Рис. 2. Расположение термисторов на нагревательной пленке

## МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭКСТЕНСИВНОЙ ЗЕЛЕННОЙ КРОВЛИ

Сверху на нагревательную пленку и термопары укладывался слой рулонного газона (рис.3). Общая высота слоя (субстрат и газон) составила 50 мм. Изначально средняя высота травы составляла  $4,04 \pm 0,46$  см при средней толщине травинки  $87,465 \pm 1,91$  мкм (измерялась микрометром ЛИЗ с ценой деления 2 мкм).

Испытания проводились в лабораторных

условиях (относительная влажность воздуха 45,1 %, температура воздуха  $14,5$  °C); в аэродинамической трубе при различной скорости ветра:  $6,02 \pm 0,51$  м/с (относительная влажность воздуха 44 %, температура воздуха  $15,9-16$  °C) и  $9,76 \pm 1,33$  м/с (относительная влажность воздуха 43,4 %, температура воздуха  $14,9$  °C) (рис.4).



Рис. 3. Полностью укомплектованная физическая модель экстенсивной зеленой кровли

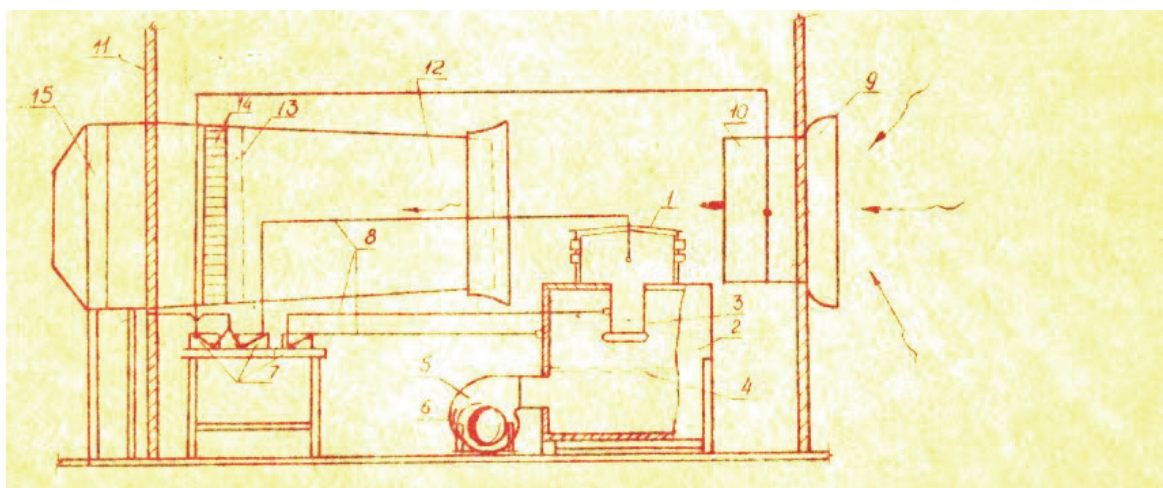


Рис. 3. Схема аэродинамической трубы

1-модель вытяжных проемов с V-образными вертикальными створками; 2-камера давления поддувающей установки; 3-коллектор камеры давления; 4-сетка для выравнивания поля скоростей; 5-вентилятор; 6-шибер для регулировки количества воздуха; 7-микроманометры, с помощью которых измеряется скорость воздуха в сопле коллектора трубы, расход воздуха через поддувающую установку и давление под фанерой; 8-резиновые шланги; 9-коллектор; 10-сопло коллектора; 11-камера Эйфеля; 12-диффузор; 13-сетка диффузора; 14-хонейком; 15-вентиляторная установка.

Рис. 4. Схема аэродинамической трубы. Фотокопия 1985 г.

Для определения коэффициента теплопередачи грунта и травы необходимо измерить температуры над грунтом и под грунтом в разных точках и определить тепловой поток. Процесс теплопередачи сложный из-за значительной неравномерности распределения коэффициента теплоотдачи к воздуху по поверхности. Равномерный тепловой поток от нагревательной плёнки перераспределяется в толще грунта. Определив распределение температуры в нижнем (прилежащем к плёнке) и верхнем слоях грунта, а также

по известному тепловому потоку от нагревательной плёнки, возможно определить распределение теплового потока внутри грунта и распределение теплового потока от верхней поверхности грунта в травяной слой. Для этого используется дифференциальное уравнение теплопроводности, принимая грунт однородным. Зная распределение теплового потока по верхней поверхности грунта и, зная температуру окружающего воздуха, можно определить коэффициент теплопередачи травяного слоя.

### ВЫВОДЫ

Продолженный анализ мирового опыта кровельного озеленения показал возможность его использования для Украины на уровне государственных и городских инновационных зеленых проектов. Для зеленых кровель экстенсивного типа создана физическая модель для изучения теплового потока в растительном слое.

Впервые испытания проводились в лабораторных условиях и в аэродинамической трубе при разной скорости ветра. Зная распределение теплового потока по верхней поверхности грунта и, зная температуру окружающего воздуха можно определить коэффициент теплопередачи травяного слоя.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Cityrules. Интересные и необычные законы стран мира./ Закон о «зеленых крышах» во Франции [Электронный ресурс] – <http://www.cityrules.ru/zakon/81-zakon-o-zelenyh-kryshah-vo-francii.html>
2. Озеленение крыш в Торонто в Канаде. [Электронный ресурс] – <http://canada.antula.ru/greening-roofs.htm>
3. Ксения Мокрушина. Зеленые человечки //Энергоэффективность, 2013. – С.20-27.
4. Плоский В.О., Ткаченко Т.М., Милейковский В.О., Дзюбенко В.Г. Моделивання термічного опору трав'яного шару зеленої покрівлі//Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Збірник наукових праць. Серія: «Теорія і практика будівництва» – № 844. – Львів: «Львівська політехніка», 2016. – С. 158-163.

**წყალშემკრები აუზის ინდივიდუალური ლანდშაფტური  
თავისებურებანი და რეგიონალური მეთეონოზომაციების გამოყენების  
შესაძლებლობა წყლის მაქსიმალური ხარჯების განსაზღვრის მიზნით**

**ჯუმბერ ფანჩულიძე, რობერტ დიაკონიძე, მარინე შავლაყაძე, ნინო ნიბლაძე,  
ზემფირა ჭარბაძე, ქეთევან დადიანი, ბელა დიაკონიძე  
E-mail: jumber.panchulidze@gmail.com**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60ბ, 0179, ქ. თბილისი, საქართველო

**შსსაკალი**

წყლის მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროლო-  
გიურ გაანგარიშებათა არსებული მეთოდოლო-  
გიური გარდასახვის მიხედვით: მაქსიმალ-  
ური ხარჯის დასაზღვრად დაკვირვებათა რიგის  
სტატისტიკური დამუშავების მეთოდს; ჰიდ-  
როლოგიური ანალოგიის მეთოდს; წყალდი-  
დობების ფორმირების გენეტიკურ თეორიას.  
სრულყოფილი გაანგარიშებები შესაძ-  
ლებელი იქნება გენეტიკურ, სტატისტიკურ  
და საკვლევ ობიექტზე უშუალო, უახლესი

დაკვირვებების ფონზე რამოდენიმე ანალი-  
ზური დამოკიდებულებიდან შერჩეული ნა-  
ტურული მონაცემებით გამოყენებული ემპი-  
რიული ფორმულის მეშვეობით. ყოველივე  
აღნიშნული იმაზე მიუთითებს, რომ მიღე-  
ბულ ფორმულაში შემავალი პარამეტრების  
საანგარიშო სიდიდეთა დასაზუსტებლად  
აუცილებელია უშუალოდ საკვლევ ობიექ-  
ტზე უახლოეს დაკვირვებათა სამუშაოების  
შესრულება.

**პირითაღი ნაწილი**

ჩვენ მიერ შემოთავაზებული მეთოდოლო-  
გიის საანგარიშო ფორმულის საფუძველს წარმო-  
ადგენს კლასიკური ფორმულების მოდელი,  
ჩამონადენის წარმომქმნელი ძირითადი ფაქ-  
ტორების განსაზღვრის მეთოდების შემუშა-  
ვება დაზუსტებისა და რეკომენდაციების  
შესაბამისად. ზოგადად, წყლის ხარჯის  
ფორმულას აქვს იგივე სახე, რაც გენეტი-

კურ ფორმულას, მაგრამ ვინაიდან ჩვენ მი-  
ერ შემოთავაზებულ ფორმულაში ფიგურირ-  
ებს მიმდინარე  $t$  დრო, შესაძლებელია  
წყლის ხარჯის განსაზღვრა ნებისმიერი  $t$   
დროის მომენტისათვის. საბოლოო ჯამში,  
ჩამონადენის მთელი მსვლელობა – ჩამონა-  
დენის მოცულობა და მისი მიმდინარეობა  
(ჰიდროგრაფი) ტოლია:

$$Q_t = \frac{P}{t} t \nu b \alpha \varphi, \text{ მ}^3/\text{წმ}.$$

სადაც  $P$  საანგარიშო ნალექებია (მმ),  $T$  –  
ნალექების ხანგრძლივობა (სთ),  $t$  – მიმდი-  
ნარე დრო, ჩამონადენის დაწყებიდან (სთ),  
 $\nu$  – ნაკადის სიჩქარე (მ/წმ),  $b$  – წყალშემ-  
კრების სიგანე (კმ),  $\alpha$  – ჩამონადენის კოე-

ფიციენტი,  $\varphi$  – ჩამონადენის ჰიდროგრაფის  
(დარეგულირების) კოეფიციენტი.  
მიღებული ფორმულის საერთო სახე  
იგივეა, რაც კლასიკური მოცულობითი (გე-  
ნეტიკური) ფორმულებისა და ძირითადი აქ-

ცენტრი თავისთავად გადატანილია მასში შემავალი პარამეტრების საანგარიშო სიდიდეთა დადგენის სიზუსტეზე – საკვლევი რეგიონის მორფოლოგიურ-კლიმატური თავისებურებებიდან გამომდინარე. მათი დადგენისათვის კი შემუშავებულ იქნა საანგარიშო დამოკიდებულებანი, მრავალრიცხოვანი მასალების დამუშავებისა და გაანალიზების გზით.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ მაქსიმალური ჩამონადენი, ესაა შეთანაწყობა – ექსტრემალური ინტენსივობის თავსხმა წვიმებისა, მოსული წყალშემკრებზე, რომელიც წინა წვიმებით იყო დატენიანებული (გაჯერებული) და წყალშემკრების რელიეფური განსაკუთრებულობისა, როდესაც წყლის გარბენის დრო ძალიან მცირეა და მოსული

ნალექები არ აკუმულირდება, სწრაფად ჩაედინება საანგარიშო ჰიდროკვეთში.

ასეთ პირობებში საჭიროა გავზარდოთ გაანგარიშებისა და პროგნოზირების სიზუსტე ისეთი ჩამონადენისგანმსაზღვრელი მთავარი ფაქტორისათვის, როგორც ატმოსფერული ნალექებია.

წყალმოვარდნის სიმძლავრე და ხანგრძლივობა ძირითადად დამოკიდებულია ატმოსფერული ნალექების რაოდენობაზე, მათ ხანგრძლივობაზე, განაწილებაზე და მოსვლის თანმიმდევრობაზე დროსა და სივრცეში.

თუ გვეცოდინება წვიმის რაოდენობა მშ-ში, შეგვიძლია გამოვთვალოთ წყალშემკრების ფართობზე მოსული წყლის მოცულობა წვიმის ტერიტორიული გავრცელების მიხედვით

$$W = 1000H \cdot F, \text{მ}^3$$

მაგრამ, როგორც ავღნიშნეთ, ნალექების განაწილება ძლიერ რთულია დროსა და ფართობზე, რასაც თავის მხრივ ართულებს წყალშემკრები აუზის ინდივიდუალური რეაქცია.

თავსხმა წვიმები ყოველთვის ლოკალიზებულია და თუ მეტეოსადგური საკვლევი ტერიტორიიდან მოშორებით მდებარეობს, ცდომილებები ნალექების მაქსიმალური ფენის გაანგარიშებაში შეიძლება 100%-მდეც კი იყოს. ამას ემატება ის ფაქტიც, რომ 1990 წლიდან სადღეისოდ სტანდარტული ჰიდრომეტეოროლოგიური მასალა თითქმის აღარ არსებობს.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, აუცილებელია კორექტირება შევიდეს არსებული ემპირიული გამოსახულების ფუნქციონალურ დამოკიდებულებებში, ნატურული მონაცემების გათვალისწინების შედეგად.

ნალექებზე დაკვირვებასთან დაკავშირებით, განსაკუთრებით დასავლეთ საქართველო საკმაოდ კარგადაა შესწავლილი (XIX საუკუნის 50-იანი წლებიდან დაწყებული). მეტეოროლოგიური სადგურების ტერიტორიული განლაგება შესაძლებლობას იძლევა

გამოვლენილ იქნეს საანგარიშო პარამეტრების ძირითადი მახასიათებლები საკვლევი ტერიტორიისათვის. მაგრამ, უნდა გამოვრიცხოთ ისეთი მეთოდი (პრაქტიკოსების მიერ შემოთავაზებული), როგორცაა ტოლობა საანგარიშო წვიმების ხანგრძლივობასა და ნალექების ფენას შორის, რაც მიღებულია 1 მმ/წთ-ის ტოლად.

იმისათვის, რომ საანგარიშო ფორმულით განსაზღვრული ჩამონადენის სიდიდე სამართლიანი ყოფილიყო წყალშემკრები აუზის მთელი სპექტრისათვის – მცირედით დადამდე, გაანალიზებულ იქნა ნატურული დაკვირვების შესაბამისი მასალები (ამჟამად საჭიროებენ კორექტირებას უახლესი დაკვირვების მასალების მოპოვების შემდგომ).

არსებული მასალების განხილვის შედეგად დგინდება, რომ დასავლეთ საქართველოს უმრავლესი პუნქტისათვის, მნიშვნელოვანი წვიმების ხანგრძლივობის განმეორების ყველაზე დიდი პროცენტი მოდის ორდღიანი ხანგრძლივობის წვიმებზე. რაც შეეხება საშუალო ფენის სიდიდეს ერთი წვიმის დროს, აქაც განმეორების დიდი

პროცენტი ორდღიან წვიმებზე მოდის და მათ შემადგენლობაში ჩართულია თავსხმა წვიმებიც.

როგორც საანგარიშო ხანგრძლივობის, ისე საანგარიშო რაოდენობის ნალექების სიდიდეთა დასადგენად, ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ანალიზური გამოსახულებების მიღების დროს გათვალისწინებულ იქნა ჩა-

მონადენის განსაზღვრის მრავალ მეთოდებში არსებული ანალოგიურ გამოსახულებათა გენეტიკური წყობა, ხოლო, ნატურულ მასალათა სათანადო დამუშავება – ანალიზმა საშუალება მოგვცა მათთვის მიგვენიჭებინა რეგიონალური მნიშვნელობა.

საანგარიშო ფორმულებს აქვს შემდეგი სახე:

$$T = 2\ell + \frac{0,28\ell}{V}, \text{ სთ};$$

$$P = 7 \cdot \tau^{0,2} \cdot (60T)^{0,26}, \text{ მმ}.$$

სადაც  $T$  ნალექების საანგარიშო ხანგრძლივობაა (სთ);

$\ell$  – წყლის ნაკადის მიერ გავლილი მანძილი საანგარიშო კვეთამდე (კმ);

$V$  – ნაკადის საშუალო სიჩქარე (მ/წმ);

$P$  – ნალექების საანგარიშო რაოდენობა (მმ);

$\tau$  – საანგარიშო წყლის ხარჯის განმეორებათა უზრუნველყოფა (წლები).

მოცემული გამოსახულებების კორექტირება მოხდება საკვლევი აუზისათვის უახლესი ჰიდრომეტეოროლოგიური დაკვირვების მასალების მოპოვების შემდგომ, ფორმულაში შემავალი კოეფიციენტებისა და ხარისხის მაჩვენებლების დაზუსტების შედეგად.

### დასკვნა

წყალმოვარდნების განმსაზღვრელი ძირითადი ფაქტორების დაზუსტება აუცილებელი გახდა გლობალური დათბობებით გამოწვეული გეოინფორმაციული მონაცემების ცვლილებების გამო; ამიტომ, უმეტეს შემ-

თხვევაში, იძულებული ვხდებით მოვახდინოთ კორექტირებები და დაზუსტებები ადრე არსებულ ანალიზურ დამოკიდებულებებში, უშუალოდ მოპოვებული უახლესი ნატურული მონაცემების შედეგად.

### ლიტერატურა

1. გ. ტულუში, ჯ. ფანხულიძე, პ. ტულუში. ატმოსფერული ნალექების ზედაპირული ჩამოდინების სისრულისა და დაგვიანების კოეფიციენტების ცვალებადობის კანონზომიერებები. საუ-ს შრომები “საინჟინრო ეკოლოგიის საკითხები ჰიდროტექნიკურ მელიორაციაში“, თბილისი, 1996;
2. ჯ. ფანხულიძე. მაქსიმალური ჩამონადენის განსაზღვრის სრულყოფის პრინციპები და გაანგარიშებათა მეთოდოლოგია დამშრობი სისტემებისათვის. საუ-ს შრომები “საინჟინრო ეკოლოგიის საკითხები ჰიდროტექნიკურ მელიორაციაში“, თბილისი, 1996;
3. ც. ბასილაშვილი, ქ. მამასახლისი, ჯ.

- ფანხულიძე. წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების გრძელვადიანი პროგნოზირება რთული ჰიდროლოგიური რეჟიმის პირობებში. საუ-ს შრომები “აგრარული მეცნიერების პრობლემები“, თბილისი-ერევანი, 1999;
4. ჯ. ფანხულიძე, რ. დიაკონიძე. მდინარის წყალშემკვრები ფართობის განსაზღვრის პრინციპი მაქსიმალური ჩამონადენის თანამედროვე მეთოდებით გაანგარიშებათა ფონზე. VI საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია, თბილისი, 2016წ;
5. Д. Л. Соколовский. Речной сток. Л., Гидрометеиздат, 1968.

**ფოთის ჭარბტენიანი ნიადაგების ნაყოფიერების  
კვლევა ქიმიური მელიორაციის მიზნით**

მარინე შავლაყაძე, ქეთევან დადიანი, ლია მაისაია, თამრიკო სუპატაშვილი

E-mail: *marishavlakadze@gmail.com*

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ცოტნე მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი

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

**შესავალი**

სოფლის მეურნეობის განვითარებას და სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტის ხარისხის უზრუნველყოფის საკითხებს დიდი ყურადღება ექცევა მთელ მსოფლიოში და, მათ შორის საქართველოშიც. მიმდინარე აგრარული რეფორმის ფონზე, სამელიორაციო ღონისძიებათა სისტემაში მწვავე საკითხად იკვეთება კოლხეთის დაბლობის ჭარბტენიანი მიწების ათვისება და გამოყენება. კოლხეთის დაბლობი მარცვლეულისა და მეცხოველეობის პროდუქციის წარმოების გადიდების უდიდესი რეზერვია საქართველოში. ამასთან, იგი ითვლება სუბტროპიკული მეურნეობის შემდგომი

განვითარების მძლავრ ბაზად და რეკრეაციული მეურნეობის გაფართოების უნიკალურ რეგიონად.

საქართველოში სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ფართობის გაზრდის შესაძლებლობა და აგროპროდუქციის წარმოებაზე მუდმივად მზარდი მოთხოვნა ძირითადად ფართობის ერთეულზე მოსავლიანობის ამაღლებით უნდა დაკმაყოფილდეს, ამიტომ დაბალნაყოფიერი ნიადაგების გაკეთილშობილებას ქვეყნის ეკონომიკური ზრდის, სოციალური განვითარებისა და სიღარიბის აღმოფხვრის საქმეში მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება.

**საშუალო სარეზერვუარული კვლევები**

ჩვენი კვლევის ობიექტს წარმოადგენს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის კოლხეთის (ფოთის) საცდელ-სამელიორაციო ეკოლოგიური პუნქტის ბაზაზე არსებული ჭარბტენიანი ნიადაგები. საკვლევი ნიადაგს ჩაუტარდა აგროქიმიური ანალიზი (ცხრ. 1; 2) ანალიზის შედეგების მიხედ-

ვით ნიადაგს აქვს სუსტი ტუტე არე. აზოტისა და კალიუმის შემცველობა ძლიერ დაბალია, ფოსფორის შემცველობა – საშუალო. ნიადაგში მოძრავი მანგანუმის შემცველობა 0-15 სმ სიღრმეში უსასუქო და ფონის ვარიანტებზე **83.9** მგ/კგ-ს შეადგენს, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ საცდელი ნაკვეთის ნიადაგში მოძრავი მანგანუმი საშუალო შემცველობითაა.

**ცხრილი 1**

**საკვლევი ნიადაგის აგროქიმიური ანალიზის შედეგები**

ნიადაგის ადების ადგილი	აზოტი, N, მგ/100გ	ფოსფორი, $P_2O_5$ , მგ/100გ	კალიუმი, $K_2O$ , მგ/100გ	pH, $H_2O$	Mn, მგ/კგ	შთანთქმული ფუძეები	
						Ca, მგ.ექვ./100გ	Mg, მგ.ექვ./100გ
ფოთი	3.4	2.9	7.0	7.7	83.9	12.0	3.0

გამოყენებული მეთოდები და პარამეტრები

პარამეტრი	შეფასება, დახასიათება, უზრუნველყოფის დონე, მგ/100გ					გამოყენებული მეთოდები
	ძლიერ დაბალი	დაბალი	საშუალო	კარგი	მაღალი	
N		<4	4-6		>6	ტიურინ-კონონოვას მიხედვით
P		<2	2-4		>4	მაჩიგინის მიხედვით $F_2O_5$ - ხ <sub>ც</sub> გადათვლით
K	<1,5	1,5-2,5	2,5-3,5		>3,5	მაჩიგინის მიხედვით $K_2O$ - ხ <sub>ც</sub> გადათვლით



ფოტო 1-2. საკვლევი ობიექტის ამსახველი ფოტო მასალა

დასკვნა

აღნიშნული ნიადაგები საჭიროებს აგრომელიორაციული ღონისძიებების ჩატარებას მათი ნაყოფიერების ამაღლების მიზნით.

ლიტერატურა

1. „მეთოდური მითითებანი საწარმოო ცდებში სასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობის განსაზღვრისათვის“, მოსკოვი, 1981;
2. „სოფლის მეურნეობაში სასუქებისა და ქიმიზაციის სხვა საშუალებების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობის განსაზღვრის მეთოდური მითითებები“, მოსკოვი, 1980 წელი.
3. „ნიადაგის კვლევის აგროქიმიური მეთოდები“ (რუსულ ენაზე, მოსკოვი, 1975);
4. ო. ონიანისა და გ. მარგველაშვილის „ნიადაგის ქიმიური ანალიზი“ (1975) და „მცენარის ქიმიური ანალიზი“ (1978).
5. კ. მინდელი, ლ. გუნთაიშვილი, ნ. მაჭავარიანი, დ. კირვალიძე, ხ. მინდელი, ლ. გამსახურდია, „ნიადაგთმცოდნეობის პრაქტიკულ-ლაბორატორიული სახელმძღვანელო“, თბილისი, 2011.



**მიწის ზედაპირიდან ჩაჟონილი ატმოსფერული ნალექის  
არინება კომბინირებული დრენაჟით**

**ვლადიმერ შურდია, ლენა კეკელიშვილი, ხათუნა კიკნაძე**

**E-mail: khkiknadze@mail.ru**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60<sup>ბ</sup>, 0179, ქ. თბილისი, საქართველო

**შუსაგალი**

კოლხეთის დაბლობის 225 ათას. ჰა მიწის ფართობიდან, რომლის 2/3 ექვემდებარება სასოფლო-სამეურნეო ათვისებას, დაახლოებით 50 ათას. ჰა წარმოდგენილია მძიმე მექანიკური შედგენილობისა და უმნიშვნელო წყალშედწევადობის თიხოვანი ნიადაგებით (60-80% თიხისა და ლამის ფრაქციის შემცველობით). ამ ნიადაგებში გაღებების ნიშნები გამოსახულია 15-20 სმ-დან, ხოლო 50-60 სმ-ის სიღრმიდან იწყება გაღებებული შრე, რომელიც გაჯერებულია ბმული წყლით ( $K_{ფ}=0,00n$  მ/დ.დ.) და წარმოადგენს ზედა ფენისთვის წყალმდეგს.

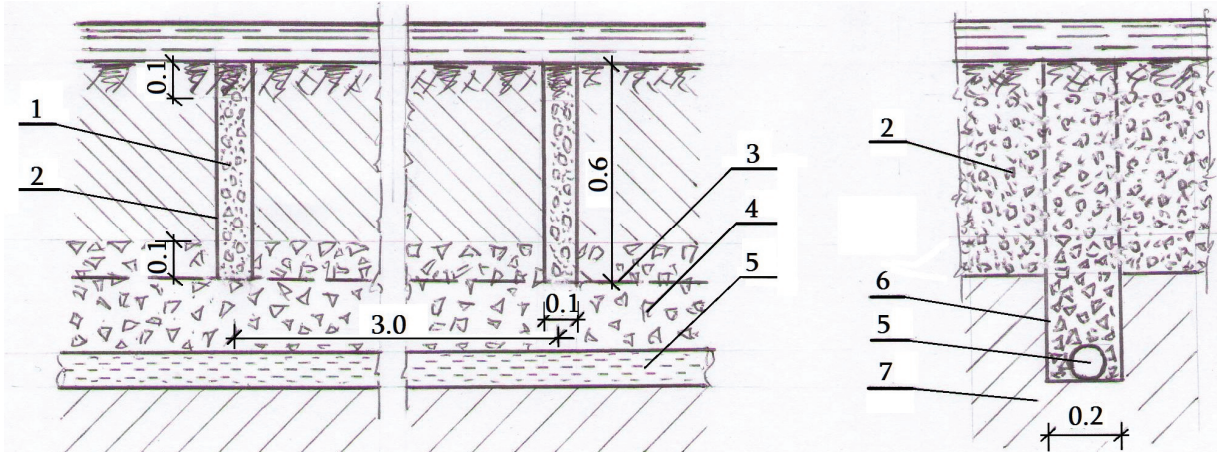
ასეთი ნიადაგების მელიორაციამ და ესპლუატაციამ ევროპის პრაქტიკაში და ასევე კოლხეთის დაბლობზე აჩვენა, რომ მარტო დახურულ მილოვან-სადრენაჟო სისტემას

არ ძალუძს უხვი, ხანგრძლივი და ინტენსიური ნალექების დროს ნიადაგში შექმნას აუცილებელი ჰიდროლოგიური რეჟიმი. მისი ეფექტიანი მოქმედების გაზრდა უნდა განხორციელდეს მარეგულირებელი ქსელის გახშირებითა და დახურული შემკრებების გამოყენებით. ამის გარდა, ლიტერატურული წყაროებიდან ცნობილია, რომ მიმდინარეობს კომბინირებული ორიარუსიანი დრენაჟის სისტემების გამოცდა შვეციაში [1], ნორვეგიაში [2] და რუსეთში [3], რომელიც რეკომენდებულია მძიმე თიხების დასაშრობად, მაგრამ დანერგვა ყოვნდება მეცნიერულად დასაბუთებული პარამეტრების (ზედა და ქვედა იარუსების დრენთაშორის მანძილები და შემავსებლის ფილტრაციის კოეფიციენტი) უქონლობით.

**პირითადი ნაწილი**

კომბინირებული ორიარუსიანი დრენაჟი გამოიცადა ინსტიტუტის საცდელ უბანზე ხობის რ-ის ს. თორსაში. ორიარუსიანი დრენაჟის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ დახურული მილოვანი შემკრებების მართებულად იჭრება მართკუთხა ნაპრალები სიგანით – 10 სმ და სიღრმით – 60 სმ. ამისათვის შეიძლება გამოყენებული იყოს ფრეზა-ჯაჭვიან დრენჩამწყოები მექანიზმი, რომელიც გამოიყენება ევროპაში მილოვანი დრენაჟის მოსაწყობად. ნაპრალებს შორის მან-

ძილია 3 მ, ივსება ქვიშა-ხრეშის ნარევით მიწის ზედაპირიდან 10 სმ-მდე. გათვალისწინებული იყო აუცილებელი პირობა, რომ შემავსებლის ფილტრაციის  $K_{ფ}$  და გარემოცული თიხოვანი გრუნტის ფილტრაციის კოეფიციენტის  $K_{გ}$  შეფარდება უნდა იყოს  $K_{გ}/K_{ფ} \geq 20$ . ამრიგად, ვღებულობთ დრენების კომბინაციას განლაგებულს ორ დონეზე: მიწის ზედაპირიდან ქვედა იარუსი – მილოვანი დახურული შემკრებები და ზედა იარუსი – ნაპრალოვანი დრენები შემავსებლით.



ნახ. 1. ორიარუსიანი ღრენაჟი:

- 1 – ნაპრალოვანი ღრენი; 2 – ქვიშა-ხრეშის ფილტრი; 3 – წყალმედვეი;
- 4 – ღორღის ფილტრი; 5 – პლასტმასის პერფორირებული მილი –  $d > 100$  მმ;
- 6 – დახურული შემკრები; 7 – წყალშეუღწევადი შრე

თუ მხედველობაში მივიღებთ იმას, რომ ქვედა იარუსის დახურული შემკრებები განლაგებული სუსტად წყალშეღწევად ფენაში, ასრულებენ ფაქტიურად დახურული კოლექტორების როლს და მათ შორის მანძილები 4-ნჯერ აღემატება ზედა იარუსის ნაპრალოვან ღრენებს შორის მანძილს, შეიძლება მივიღოთ, რომ მთელი ჭარბი წყლის არინება ხდება ნაპრალოვანი ღრენებით. ამის გარდა, ნაკადის დინების რეჟიმი ზედა იარუსის ღრენებში უნდა აკმაყოფილებდეს მაქსიმალური წყალარინების პირობას, რაც დამოკიდებულია ზედა და ქვედა იარუსის ღრენების შეუღლების წყალგამტარიანობის შესაძლებლობაზე. მაგრამ თუ შეუღლების კვანძი და საერთოდ დახურული შემკრების მოცულობითი ფილტრი შევსებულია ღორღით, რომლის ფილტრაციის კოეფიციენტი მრავალჯერ აღემატება ქვიშა-ხრეშის ნარევისას, ჩვენი აზრით არ არის აუცილებელი გათვალისწინებული იყოს წყალგამტარიანობის შესაძლებლობა პიდრავლიკური გაანგარიშების დროს.

დაშრობითი მედიორაციის პრაქტიკულ ამოცანად მიიჩნევა ღრენებს შორის მანძილების დადგენა. ამისათვის ევროპისა და ყოფილი საბჭოთა ქვეყნების ჰუმიდურ ზონაში, სადაც ნიადაგის დაჭაობების ძირითად მიზეზს წარმოადგენს გრუნტის წყლები, მარეგულირებელი ქსელის ფილტრაციუ-

ლი გაანგარიშებები ტარდება გრუნტის წყლების დონეების დაწვეის აუცილებელი ინტენსივობის უზრუნველყოფის პირობიდან. განსხვავებული მდგომარეობა გვაქვს კოლხეთის დაბლობზე. აქ მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგების დაჭაობების მიზეზი უხვი, ხანგრძლივი და ინტენსიური ნალექებია, ამიტომ ძირითად ამოცანად უნდა მივიჩნიოთ დატბორვის პერიოდისა და ნიადაგის წყალგაჯერების შემცირება. ატმოსფერული ნალექების მოსვლის დროს მნიშვნელოვანია, რაც შეიძლება სწრაფად იყოს მოშორებული მოსული და დაგუბებული ატმოსფერული ნალექები მიწის ზედაპირიდან (მძიმე ნიადაგებში ღრენაჟს მარტო ამის გაკეთება შეუძლია). რაც უფრო სწრაფად იქნება ისინი მოშორებული, მით უფრო ჩქარა დაიწყება დაშრობის პროცესი ნიადაგის სახნავ და უფრო ღრმა ფენაში მეტ წილად აორთქლებისა და ტრანსპირაციის ხარჯზე.

დღეს-დღეობით არ გაგვაჩნია დამაკმაყოფილებელი მეთოდიკა, რომელიც დატბორვის დროს მიწის ზედაპირიდან ჩაჟონილი წყლების მარეგულირებელი ქსელით არინების ფილტრაციულ გაანგარიშების საშუალებას მოგვცემდა, მაგრამ ჩვენს შემთხვევაში, როცა ორიარუსიანი ღრენაჟის ზედა იარუსის ნაპრალოვანი ღრენების (განლაგებულნი წყალმედვეზე) მიერ ხდება ზედაპირ-

რული წყლების მიღება და არინება, შეიძლება გამოვიყენოთ ანალოგიური ამოცანის ვ.ვ. ვედერნიკოვის მიერ ჰიდრომექანიკური ამოხსნა, რომელიც განსაზღვრავს მილოვანი დრენების მაქსიმალურ, ზღვრულ ხარჯებს მიწის ზედაპირის დატბორვის დროს [4]. შემდგომში ვ.ი. არავინისა და ს.ნ. ნუმეროვის მიერ გაანგარიშების მეთოდები და

საანგარიშო დამოკიდებულებები დაყვანილი იქნა მიახლოებით ფორმულებთან საკმარისად ზუსტი პრაქტიკული გაანგარიშებისათვის [5].

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, გაანგარიშების მეთოდის მიხედვით თითოეული დრენის დაყვანილი ხვედრითი ხარჯი იანგარიშება ფორმულით [5]:

$$(qr)_{დრ} = \frac{H}{\emptyset} \quad (1)$$

სადაც: H არის მოქმედი დაწნევა მ;  $\emptyset$  – ფილტრაციული წინაღობა. როცა დრენები განლაგებულია წყალმდეგზე [5]:

$$\emptyset = 0,733 \frac{cn\left(\frac{KD}{4T}, \lambda\right) dn\left(\frac{KD}{4T}, \lambda\right)}{\lambda' sn\left(\frac{KD}{4T}, \lambda\right)} \quad (2)$$

$K$  – პირველი რიგის სრული ელიფსური ინტეგრალი;  $\lambda$  – პირველი რიგის სრული ელიფსური ინტეგრალის მოდული;  $sn, cn, dn$  – იაკობის ელიფსური ფუნქციები, D – დრენის დიამეტრი მ –  $D=0.56P$ , სადაც ქვიშა-ხრეშით

შეესებული ნაპრალოვანი დრენის პერიმეტრია, მ [6]; T – წყალშედწევადი ფენის სისქე, მ. უცნობი მოდული  $\lambda$  ვიპოვოთ განტოლებიდან [5]:

$$\frac{K}{K'} = \frac{2T}{\ell} = \frac{2 \cdot 0,6}{3} = 0,4 \quad (3)$$

სადაც  $\ell$  არის ნაპრალოვან დრენებს შორის მანძილი, მ;  $K'$  – პირველი რიგის სრული ელიფსური ინტეგრალი დამატებით მოდულთან [5]:

$$\lambda' = \sqrt{1 - \lambda^2}$$

(3)-დან ვპოულობთ  $K = 1,574$ ;  $K' = 3,872$ ;  $\lambda^2 = 0,007$ ;  $\lambda = 0,084$

$$\lambda = \sqrt{1 - 0,007} = 0,9965$$

ამრიგად,

$$cn\left(\frac{KD}{4T}, \lambda\right) = cn\left(\frac{1,574 \cdot 0,67}{4 \cdot 0,6'} \cdot 0,084\right) = cn(0,4394 \cdot 0,084)$$

$$sn\left(\frac{KD}{4T}, \lambda\right) = sn\left(\frac{1,574 \cdot 0,67}{4 \cdot 0,6'} \cdot 0,084\right) = sn(0,4394 \cdot 0,084)$$

გადავიყვანოთ რადიანები გრადუსებში:  $0,084 = 4^{\circ}49'$

$$\text{ელიფსური სინუსი} - sn(F, \lambda) = \sin \varphi; \quad (4)$$

$$\text{ელიფსური კოსინუსი} - cn(F, \lambda) = \cos \varphi; \quad (5)$$

$$\text{ელიფსური დელტა} - dn(F, \lambda) = \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi} \quad (6)$$

აქ F პირველი რიგის ელიფსური ინტეგრალია;

$\varphi$  - მისი ამპლიტუდა [7]:

$$cn(F, \lambda) = cn(0,4394, 4^{\circ}49') = \cos \varphi = \cos 25^{\circ} = 0,9063$$

$$\sin(F, \lambda) = \sin(0.4394, 4^{\circ}49') = \sin \varphi = \sin 25^{\circ} = 0,4226$$

$$\operatorname{dn}(F, \lambda) = \sqrt{1 - 0,007 \cdot 0,4226^2} = 0,9994$$

ფილტრაციული წინაღობა იქნება:

$$\emptyset = 0,733 \cdot \frac{0,9063 \cdot 0,9994}{0,9965 \cdot 0,4226} = 0,24$$

ხოლო დაწნევა (1)-დან [8]:

$$H = b - 0,6a = 0,6 - 0,6 \cdot 0,25 = 0,45 \text{ მ} \quad (7)$$

სადაც  $b$  არის ნაპრალოვანი დრენის სიღრმე მ;  $a$  – დაშრობის ნორმა, მ; ამრიგად, თითოეული დრენის დაყვანილი ხვედრითი ხარჯი:

$$(qr)_{\text{ფი}} = \frac{H}{\emptyset} = \frac{0,45}{0,25} \approx 1,88 \text{ მ}^2/\text{დღ}$$

თითოეული დრენის ხვედრითი ხარჯი:

$$(q)_{\text{ფი}} = K \cdot (qr)_{\text{ფი}} \text{ მ}^2/\text{დღ} = 0,05 \cdot 1,88 = 0,094 \text{ მ}^2/\text{დღ} \text{ ან } 0,094 \cdot \frac{1000}{86400} = 0,001 \text{ ლ/წ.მ.} \quad (8)$$

სადაც  $K$  ნიადაგ-გრუნტის ფილტრაციის კოეფიციენტი, მ/დღ; დრენების ფილტრაციული ხარჯი 1 ჰა ფართობიდან:

$$Q = \frac{10000}{\ell} (q) \text{ ღრ ლ/წ.ჰა.} = \frac{10000}{3} \cdot 0,001 = 3,3 \text{ ლ/წ.ჰა.} \quad (9)$$

ანალოგიური გაანგარიშება ჩავატაროთ გრუნტის სხვადასხვა ფილტრაციული კოეფიციენტებისათვის და შევადგინოთ ცხრილი.

ორიარუსიანი დრენაჟის ჰიდროლოგიური მახასიათებლები

ფილტრაციის კოეფიციენტი, მ/დღ	თითოეული დრენის დაყვანილი ხვედრითი ხარჯი, მ	თითოეული დრენის ხვედრითი ხარჯი		დრენის ფილტრაციული ხარჯი, ლ/წ.ჰა.	დატვირთვა დრენაჟზე, მმ/დღ*
		მ <sup>2</sup> /დღ.	ლ/წ.მ.		
0,05	1,88	0,094	0,001	3,3	28,5
0,07	1,88	0,13	0,0015	5	43
0,08	1,88	0,15	0,0017	5,7	49,2
0,1	1,88	0,19	0,002	6,7	57,9

\*1 ლ/წ.ჰა = 8,64 მმ/დღ

დადგენილია, რომ კოლხეთის დაბლობზე ერთი დღე-ღამის განმავლობაში ხშირად მოდის 50 მმ ნალექი [9]. როგორც ცხრილიდან ჩანს, დრენების ფილტრაციული ხარჯი ანუ დრენის ჩამონადენის მოდულის სიდიდე არის 3,3 ლ/წ.ჰა, რაც მისაღები და სავსებით რეალურია კოლხეთის დაბლობის პირობებისათვის, განსხვავებით ადრე არსებული საკავშირო ნორმისა 0,65-1,0 ლ/წ.ჰა. გარდა ამისა, არსებული პარამეტრების მარეგულირებელ ქსელს შეუძლია მიწის ზედაპირს

მოაშოროს 28,5 მმ ნალექი ანუ 57% (თუ არ ჩავთვლით ზედაპირულ ჩამონადენს). მაგრამ საკმარისია გაიზარდოს ზედა წყალშედწევადი ფენის ფილტრაციის კოეფიციენტი 0,05 მ/დღ-დან 0,08 მ/დღ-მდე ქსელის ჰიდროლოგიური მოქმედება საგრძნობლად მატულობს და შეადგენს 49,2 მმ-ს ანუ 98 %-ს. რასაკვირველია ეს მატება შეიძლება მიღწეული იყოს ნაპრალის სიგანის ან მათი რაოდენობის გაზრდით 1 ჰა-ზე, მაგრამ ამ შემთხვევაში იზრდება ფილტრისათვის ინერ-

ტული მასალის მოცულობა, შესაბამისად იზრდება მშენებლობის ღირებულებაც, რისი საჭიროებაც დასაბუთებული უნდა იყოს აგროეკონომიკური გაანგარიშებით [10].

მეორე მხრივ, ევროპის ქვეყნების მელიორაციულმა პრაქტიკამ აჩვენა, რომ ნიადაგის წყალ-ფიზიკური თვისებები დროთა განმავლობაში უმჯობესდება დამშრობი ქსელის გამართული მუშაობით, რომელიც დამოკიდებულია ქსელის მოვლა-ექსპლუატაციაზე და კარგად შერჩეული და კონკრეტული პირობებისათვის მორგებული აგრომელიორაციული ღონისძიებების გატარებაზე [9]. ამით თიხოვანი გრუნტის ფილტრა-

ციის კოეფიციენტი მატულობს, რომელიც გამოწვეულია ნიადაგის აგრეგატული მდგომარეობისა და ბმული წყლის ფენის სისქის ცვლილებით, ეს კი დაკავშირებულია ფიზიკურ-ქიმიური მდგომარეობის დროში შეცვლით [5].

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, პირველი იარუსისათვის ჩატარებული თეორიული ფილტრაციული გაანგარიშებები უნდა შემოწმდეს ნატურაში, საველე პირობებში, სისტემის ჰიდროლოგიურ მოქმედებაზე დაკვირვებითა და შესწავლით. ეს საშუალებას იძლევა შერჩევით დადგინდეს ქვედა იარუსის დახურულ შემკრებებს შორის მანძილები.

### ღ ა ს კ მ ნ ა

კოლხეთის დაბლობის მძიმე ნიადაგებზე ორიარუსიანი დრენაჟის გამოყენებას გააჩნია გარკვეული პერსპექტივები, რადგან სხვა ტრადიციულ სისტემებთან შედარებით, საიმედოობასთან ერთად საშუალებ-

ბას იძლევა უფრო მოქნილად და ეფექტურად მართოს წყალ-ჰაეროვანი რეჟიმი ნიადაგ-გრუნტებში არსებული კლიმატური პირობების თავისებურებების გათვალისწინებით.

### ლიტერატურა

1. А. В. Алексанкин. Мелиорация земель в Швеции // Мелиорация и водное хозяйство, N3, 1988, 59-62 стр.
2. В. Л. Богданов. Мелиоративное строительство в Норвегии. // Гидротехника и Мелиорация, N 10, 1987. 71-73 стр.
3. В. И. Штыков, А. И. Клишко. Прогрессивные конструкции дренажа для осушения слабодопроницаемых грунтов. // Мелиорация и водное хозяйство, N1, 1997, 43-45 стр.
4. В. В. Ведерников. Теория фильтрации и ее применение в области ирригации и дренажа М, Госстройиздат, 1939, 248 стр.
5. В. И. Аравин, С. Н. Нумеров. Фильтрационные расчеты гидротехнических сооружений. Л, Госстройиздат, 1955, 291, стр.
6. Ю. С. Сикорский. Элементы теории эллиптических функций с приложениями к механике. М, Госстройиздат, 1936, 365 стр.
7. Справочник, Мелиорация и водное хозяйство. Осушение, том 3, М, Агропромиздат, 1985, 448 стр.
8. А. Я. Олейник, В. Л. Поляков. Дренаж переувлажненных земель, Киев, Наука думка, 1987, 280 стр.
- 9 ა. მოწერელია. კულტურტექნიკა და აგრომელიორაცია კოლხეთის დაბლობის დაშრობილ მიწებზე. თბილისი, "საბჭოთა საქართველო", 1986, 186 გვ.
10. გ. შურღაია, ი. ზაქაიძე, ლ. კეკელიშვილი, ხ. კიკნაძე, ლ. მაისაია. კოლხეთის დაბლობის ცენტრალური ნაწილის ნიადაგების წყალ-ფიზიკური თვისებების ანალიზი მისათვისებლად დაკავშირებით. // სამეცნიერო შრომათა კრებული, №69, თბილისი, 2014, 285-291 გვ.

**გეოსალიჩა „ლუფაერომატის“ ბაზოქმენებით მთის ეროზირებული  
ფერდობის აღდგენის ეკონომიკური ეფექტიანობის ბაზანგარიშება**

**გოგა ჩახაია, მარტინ ვართანოვი, ლევან წულუკიძე, ნუგზარ კვაშილავა,  
ერეკლე კერხოშვილი, ირინა ხუბულავა, სოფიო გოგილავა, ირაკლი კვიციანი**

**E-mail: *gogachaxia@mail.ru***

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ცოტნე მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60ბ, 0179, ქ. თბილისი, საქართველო

**შეჯამება**

ნიადაგის წყლისმიერი ეროზია ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს პრობლემას წარმოადგენს თანამედროვე მსოფლიოში. მისი შემოქმედებით ყოველწლიურად მთელ მსოფლიოში ასეულ-ათასობით ჰექტარი სასოფლო-სამეურნეო და სხვა დანიშნულების ნაყოფიერი ფართობი განიცდის დეგრადაციას. ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგოდ მრავალი მეთოდი არის ცნობილი, მაგრამ ბოლო პერიოდში ფართოდ გამოიყენება

სხვადასხვა მასალისაგან (ხელოვნური, ბუნებრივი) დამზადებული ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო გეოსალიჩები (სეკუმატი, ენკამატი, ერომატი, ჯუთა მატი და ა.შ). მათი ფართო გავრცელება განაპირობა მისმა ეფექტურობამ, საიმედოობამ, მონტაჟის სიმარტივემ, ეკონომიურობამ და რაც ყველაზე მნიშვნელოვანია – მოწყვლად ფერდობზე ბიომრავალფეროვნების მყისიერმა აღდგენამ [1].

**პირითაღი ნაწილი**

ყოველივე შემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის გარემოს დაცვისა და საინჟინრო ეკოლოგიის განყოფილების ბაზაზე დამუშავდა გეოსალიჩების რამდენიმე მოდიფიკაცია ესენია: ნესფილე, ნესგეო და ლუფაერომატი [2, 3]. როგორც ცნობილია, გეოსალიჩების დაწერვისათვის ეფექტურობისა და საიმედოობის მახასიათებელთან ერთად უმნიშვნელოვანესია მისი ეკონომიკური ეფექტიანობა.

აღნიშნულის გათვალისწინებით, კვლევის მიზანს წარმოადგენს ჩვენ მიერ ეფექტურად და საიმედოდ მიჩნეული ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო გეოსალიჩა – ლუფაერომატის ეკონომიკური მახასიათებლების დადგენა. გეოსალიჩა ლუფაერომატი მზადდება მარტივად, კერძოდ, მცენარე ლუფას მშრალი ნაყოფის ბუნებრივად გამზადებული ბოტკოვან-ლაბირინთისებრი შიგთავსებისაგან (ფოტო. 1), რომლებიც სიგრძეზე გაჭრის შემდეგ ერთმანეთთან შეკავშირებულია კანაფის ძაფის ნაკერით და ქმნიან ერთიან გეოსალიჩას.



ფოტო. 1. გეოსალინა ლუფაერომატის საერთო ხედი

დასახული მიზნის მისაღწევად, გეოსალინა ლუფაერომატის გამოყენებით ეროზირებული ფერდობის აღდგენისა და შემდგომ, აღდგენილ ფერდობზე მრავალწლიანი კულტურის გაშენების გათვალისწინებით გაანგარიშებულ იქნა გეოსალინის ეკონომიკური ეფექტურობა.

გაანგარიშება განხორციელდა შემდეგნაირად: წყლისმიერი ეროზიით დეგრადირებული მთის ფერდობის ეროზირებული უბნების ბუნებრივი პროდუქტიულობის აღდგენისათვის ეროზირებული ფერდობის ზედაპირის დაცვის მიზნით გამოყენებული 1მ<sup>2</sup> გეოსალინა ლუფაერომატის კაპიტალური ხარჯები შეადგენს 9,1 ლარს, მათ შორის: მშრალი ლუფა – 5,0 ლარი, ხალინის შეკერვა მშრალი ლუფასაგან – 1,0 ლარი, ბალახის დათესვა – 1,0 ლარი, გეოსალინის მორწყვა ბიოსტიმულატორებით –

0,25 ლარი, გეოსალინის დაგება ნიადაგის ზედაპირზე და დამაგრება ხის ანკერებით – 1,85 ლარი; ამდენად, 1 ჰა მიწის ზედაპირის ეროზიის საწინააღმდეგო დაცვის ერთჯერადი ხარჯები განისაზღვრა 9,1 ლარი × 10000 მ<sup>2</sup> = 91000 ლარი/ჰა.

გეოსალინით დაცულ ფართობზე ნავარაუდევია თხილის პლანტაციის გაშენება, რომლის საბითუმო ფასი შეადგენს 6,5 ÷ 15 ლარი/კგ; პლანტაციის გაშენების ღირებულება შეიძლება ავიღოთ 4000 ლარი/ჰა, ხოლო პლანტაციის მოვლის ყოველწლიური ხარჯები – 700 ლარი/ჰა. მაშინ სუფთა დაყვანილი ეფექტი (NPV), რომელიც გამოითვლება ფორმულით [4, 5, 6].

$$NPV = \sum_{k=1}^n \frac{P_k}{(1+r)^k} - \sum_{j=1}^m \frac{IC_j}{(1+i)^j}$$

სა-  $P_k$  – სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ნაზრდი 1 ჰა-დან (ლარი);  
 დაც:

$IC_j$  – პლანტაციის გაშენების და მოვლის ღირებულება (ლარი);

$r = i$  – დისკონტირების კოეფიციენტი (0,12).

ზემოაღნიშნული დამოკიდებულებიდან ხოლო ინვესტიციების მომგებიანობის შიდა გამომდინარე  $NPV=117\ 610$  ლარი (ცხრილი 1), ნორმა (IRR), შესაბამისად 13%.

მითის დეგრადირებული ფერდობის გეოხალიჩა ლუფაერომატიტ  
აღდგენის სუფთა დაყვანილი ეფექტის ბაზნბარიშეზა

წლები	კაპიტალური ხარჯები	პლანტაციის გაშენების და მოფლის ხარჯები	დისკონტირებული ხარჯები (დისკონტირების კოეფიციენტი 12%)	სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ნაზრდი	დისკონტირებული შემოსავალი (დისკონტირების კოეფიციენტი 12%)	სუფთა დაყვანილი ეფექტი (NPV)
2017	91,00	4,00	84,55	-	0,00	-84,55
2018		0,70	0,55	-	0,00	-0,55
2019		0,70	0,50	15,00	10,65	10,15
2020		0,70	0,44	30,00	18,90	18,46
2021		0,70	0,40	40,00	22,80	22,40
2022		0,70	0,36	40,00	20,40	20,04
2023		0,70	0,32	40,00	18,00	17,69
2024		0,70	0,28	40,00	16,00	15,72
2025		0,70	0,25	40,00	14,40	14,15
2026		0,70	0,22	40,00	12,80	12,58
2027		0,70	0,20	40,00	11,60	11,40
2028		0,70	0,18	40,00	10,40	10,22
2029		0,70	0,16	40,00	9,20	9,04
2030		0,70	0,14	40,00	8,00	7,86
2031		0,70	0,13	40,00	7,20	7,07
2032		0,70	0,11	40,00	6,40	6,29
2033		0,70	0,11	40,00	6,00	5,90
2034		0,70	0,09	40,00	5,20	5,11
2035		0,70	0,08	40,00	4,80	4,72
2036		0,70	0,07	40,00	4,00	3,93
სულ			89,14		206,75	117,61

სუფთა დაყვანილი ეფექტის (NPV) და ინვესტიციების მომგებიანობის შიდა ნორმის (IRR) ბაზნბარიშეზა ცხადყოფს შემოთავაზე-

ბული დონისძიების მაღალ ეფექტიანობას და ეკოლოგიურ-ეკონომიკურ ღირებულებას.

**დასკვნა**

ამრიგად, ჩვენ მიერ განხორციელებული ეკონომიკური ბათვლების შედეგად შეგვიძლია ავღნიშნოთ, რომ დეგრადირებული ფერდობის აღდგენა გეოხალიჩა ლუფაერომატის გამოყენებით და შემდგომ მასზე თხილის პლანტაციის გაშენების ხარჯები უკვე 8 წლის შემდეგ (2024 წ.) მთლიანად ამოღებულია და

2036 წლისათვის დისკონტირებული მოგება 117 610 ლარს შეადგენს 1 ჰა-ზე. მიღებული შედეგებით შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ეროზირებული ფერდობის რეგულირება აღნიშნული მეთოდის გამოყენებით მნიშვნელოვან ეკონომიკურ ეფექტს იძლევა.



### ლიტერატურა

1. GEOMATE 2013 NAGOYA JAPAN. <http://www.conferencealerts.com/show-event?id=111897>
2. G. Chakhaia, Sh. Bosikashvili, Z. Varazashvili, R. Diakonidze, I. Khubulava, T. Supatashvili, L. Tsulukidze, M. Shavlakadze, F. Lortkifanidze – The Laboratory Research of Soil Erosion Against Geomat „Nesfile“ and „Nesgeo“. Collected papers of Water Management Institute of Georgian Technical University №67. Tbilisi. 2013, pp. 203-208.
3. G. Chakhaia, Z. Varazashvili, L. Tsulukidze, M. Shavlakadze, I. Khubulava, G. Omsarashvili, T. Supatashvili, O. Qvriashvili, N. Sukhishvili – The Laboratory Research of Resource Saving, Bioengineering Measure (Geo Mat “Luffaeromat“) against Soil Degradation Running on the Vulnerability Mountain Slopes (Georgia). Collected papers of 4<sup>th</sup> International Scientific and Technical Conference “Modern Problems of Water Management, Environmental Protection, Architecture and Construction“. Tbilisi. 2014, pp. 35-39.
4. Бирман Ю., Шмидт С. Экономический анализ инвестиционных проектов: Пер. с англ. / Под ред. Л.П.Белых. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997.
5. Бригхем Ю., Гапенски Л. Финансовый менеджмент: Пер. с англ./Под ред. В.В. Ковалева. – СПб: Экономическая школа, 1997.
6. Ковалев В.В. Методы оценки инвестиционных проектов: М.: Финансы и статистика, 1998.

**საქართველოში მეწერულ-გრაფიტაციული მოვლენების უმჯობესების ზოგადი მეთოდოლოგიური საკითხი კლიმატის ცვლილებასთან და მიწისპირებთან კავშირში**

**ემ. წერეთელი<sup>1,2</sup>, გ. გაფრინდაშვილი<sup>1,2</sup>, მ. გაფრინდაშვილი<sup>1</sup>,  
ც. დონაძე<sup>3</sup>, თ. ნანობაშვილი<sup>3</sup>**

<sup>1)</sup> სსიპ გარემოს ეროვნული სააგენტო, გეოლოგიის დეპარტამენტი;

<sup>2)</sup> თსუ, ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტი;

<sup>3)</sup> ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, გეოგრაფიის დეპარტამენტი

**შესავალი**

საქართველო მრავალკრიტერიუმანი ბუნებრივი კატასტროფების (მეწერები, ღვარცოფები, წყალდიდობები-წყალმოვარდნები, წყლისმიერი ეროზია, თოვლ-მყინვარების ჩამოხვევა) განვითარების მასშტაბებით, მოწყვლადობით, განმეორებადობის სიხშირით და მოსახლეობისა და ეკონომიკისადმი მიყენებული ნეგატიური შედეგებით მთიან ქვეყნებს შორის ერთ-ერთი გამორჩეული რეგიონია.

დღეისათვის საქართველოს ტერიტორიაზე დაფიქსირებულია 53-ათასამდე მეწერულ-გრაფიტაციული სხეული და მათი წარმოქმნის სარისკო უბანი, 3000-მდე ღვარცოფტრანსფორმირებადი ეროზიული წყალსადინარი, 5000-ზე მეტი თოვლის ზვავის ჩამოსვლის ადგილი, მდინარეთა და ზღვის ნაპირების გარეცხვის 1500-ზე მეტი უბანი 2000-მდე კმ-ის საერთო სიგრძით, რომელთა საშიშროების რისკის არეალში იმყოფება ქვეყნის მთელი ტერიტორიის 70%-მდე, 3000-მდე დასახლებული პუნქტით. აღარაფერს ვამბობთ მიწისძვრებზე რომელთა 7-9 ბალიანი ინტენსივობის რისკის ქვეშ მოქცეულია თითქმის მთლიანად საქართველო, რომელთა ზემოქმედება პირდაპირ ირეკლება მეწერულ-გრაფიტაციული და ღვარცოფული მოვლენების სტიმიულირება-პროვოცირებაზე.

საქართველოში გეოლოგიური სტიქიის სა-

შიშროებიდან განსაკუთრებით შთამბეჭდავია მეწერულ-გრაფიტაციული მოვლენები. ეს მოვლენები გეხდება ყველა კლიმატურ-გეომორფოლოგიურ ზონაში – ბარიდან დაწყებული, მაღალმთიან-ალპურ-ნივალურით დამთავრებული, და თავისი ნეგატიური შედეგებით შემაშფოთებელ მასშტაბებს ღებულობს. მეწერულ-გრაფიტაციული მოვლენების მრავალი უარყოფითი შედეგებიდან განსაკუთრებით საგანგაშოა სასოფლო-სამეურნეო მიწები, რომლის 1.5 მლნ ჰა დაზიანებულია სხვადასხვა ხარისხით და სასარგებლო ფონდიდან ამოვარდნილია 21.5% ფართობი. მათი საშიშროების რისკის ზონაში იმყოფება 2000-მდე დასახლებული პუნქტი, სააგრომობილო გზების, ნავთობ და გაზსადენების ტრასების და დიდი წყალსაცავების ნაპირების 25-30%-მდე. ამჟამად მეწერული პროცესების საშიშროება ემუქრება ჟინვალის წყალსაცავს, რომელიც ქ. თბილისის ერთ-ერთი მთავარი წყალმომარაგების ობიექტია. მთლიანობაში ჩამოთვლილი საინჟინრო ობიექტების არეალში 2012 წლისათვის დაფიქსირებული იყო 2715 მოვლენა. საყურადღებოა ის გარემოებაც, რომ ქვეყნის მთიანეთის სივრცეში ტრანსფორმირებული ღვარცოფების 70%-მდე პირდაპირ დაკავშირებულია მეწერულ-გრაფიტაციულ პროცესებთან. ამ მხრივ განსაკუთრებით საყურადღებოა

აჭარის მთიანი ზონა. ქვეყანაში გეოლოგიური სტიქიით მიყენებული საერთო ზიანის 80%-მდე მოსახლეობისადმი, ინფრასტრუქტურული ობიექტებისადმი და გარემოს დეგრადაციისადმი, ხოლო ეკონომიკური ზარალის 70%-მდე მეწვრულ-გრავიტაციულ მოვლენებზე მო-

დის; საყურადღებოა აღინიშნოს, აგრეთვე, რომ საქართველოში ბოლო 45 წლის მანძილზე ეკომიგრანტების სახით სხვადასხვა ადგილზე გადაყვანილი 60000-ზე მეტი ოჯახიდან 80%-ზე მეტი ასევე ამ მოვლენებს უკავშირდება.

### პირითაღი ნაწილი

მეწვრულ-გრავიტაციული მოვლენების განვითარება-რეაქტივაციისა და საფრთხეების შესახებ სრულ წარმოდგენას გვაძლევს საქართველოს ტერიტორიის დარაიონების რუკა, შედგენილი დაზიანებადობის ხარისხისა და საშიშროების რისკის მიხედვით, რომელიც დაფუძნებულია გეოლოგიური გარემოს სენსიტიურობაზე, ადგილის კლიმატურ პირობებზე და მეწვრული პროცესების მაპროვოცირებელ მეტეოროლოგიური ელემენტების მახასიათებლებზე, სეისმოტექტონიკურ დაძაბულობაზე და გეოლოგიურ გარემოში ადამიანის საქმიანობის დატვირთვის ამტანიანობის კრიტერიუმების ანალიზსა და მათ ინტეგრალურ დამოკიდებულებაზე (4).

მეწვრულ-გრავიტაციული პროცესების ფონური აქტივობის პირობებშიც კი საქართველოს ეკონომიკისადმი მიყენებული ზარალი ათეული მილიონი დოლარით განისაზღვრება, ხოლო პროცესების ექსტრემალური გააქტიურების პირობებში ასეულ მილიონს შეადგენს და ხშირად მილიარდიან ზღვარსაც გადადის. მაგალითისათვის, 1967-68 წლების შემოდგომა-გაზაფხულზე დასავლეთ საქართველოში 5000-მდე ახლად წარმოქმნილმა და გააქტიურებულმა მეწვრებმა მოიცვა 560 ათასამდე ჰა ფართობი და უსარგებლო ფონდიდან ამოვარდა 30000-მდე ჰა სავარგული, დაინგრა და დაზიანდა 20000-მდე საცხოვრებელი სახლი, სამ ასეულ კილომეტრზე მეტი საავტომობილო გზები, 5000-მდე ოჯახი გადაყვანილი იქნა ახალ ადგილზე და ზარალმა 500მლნ. დოლარს გადააჭარბა. 1975-76 წლებში მხოლოდ აფხაზეთის ზღვისპირეთში მეწვრებმა დაანგრია 980 საცხოვრებელი სახლი და სოფლის მეურნეობისათვის გამოუსადეგარი გახადა

5400 ჰა სავარგული. 1987-89 წლების მეწვრულმა კატასტროფებმა, როდესაც თითქმის მთლიანად მოიცვა საქართველოს ტერიტორია. დინამიკაში მყოფი მეწვრების საერთო რაოდენობამ 30 ათასს გადააჭარბა; მათ შორის მარტო დასახლებულ პუნქტებში დაფიქსირდა 7735 მეწვრული სხეული, დაინგრა და დაზიანდა 20-ათასამდე საცხოვრებელი სახლი და სამეურნეო ობიექტი, რომელთაგან 9 ათასზე მეტი გადაყვანილი იქნა ახალ ადგილზე, ხოლო აჭარაში 20მლნ. კუბ. მეტრის მოცულობის მეწვრულ კლდენაზვავში დაიმარხა სოფ. წაბლანას (ხულოს მუნიციპალიტეტი) მნიშვნელოვანი ნაწილი 40-ზე მეტ ადამიანთან ერთად. 1991-92 წლების რაჭა-იმერეთისა და ფასანაური-ბარისახოს მაღალმა ენერგეტიკულმა მიწისძვრებმა პროვოცირება გაუკეთეს 20000-მდე მეწვრულ-გრავიტაციული მოვლენის განვითარებას, რომელთა ნეგატიური ზემოქმედების ქვეშ აღმოჩნდა 1500-მდე დასახლებული პუნქტი, დაიღუპა 100-მდე ადამიანი და სამოსახლოდ უვარგისი გახდა 332 ათასამდე ჰა მიწის ფართობი; 70მლნ მ3 მოცულობის კლდეზვავის ქვეშ დაიმარხა სოფ. ხახიეთი (საჩხერე), ხოლო 150მლნ მ3 მოცულობის მეწვრებმა მთლიანად დაანგრია 70 კომლიანი სოფ. ჩორდი, 170-200 მლნ. მ3 მოცულობის მეწვრებმა უაშქვისა და ბაჯიხევის სოფლების დიდი ნაწილი (ონის რ-ნი), ასევე მთლიანად დაანგრია ცხინვალის ზონის სოფლები – ბელოთი და საცხენისი (1).

საგულისხმოა, რომ თუ ადრეულ წლებში მეწვრული პროცესების გააქტიურების პერიოდები გარკვეული ციკლურობის კანონზომიერებას ექვემდებარებოდა და ადგილის გეო-

**საქართველოში მეწყრულ-გრავიტაციული მოვლენების შეფასების ზოგიერთი მეთოდოლოგიური საკითხი კლიმატის ცვლილებასთან და მიწისძვრებთან კავშირში**

ლოგიური გარემოსა და კლიმატური პირობებიდან გამომდინარე საშუალოდ მეორდებოდა 3-5 და 8-11 წლების დიაპაზონში, XX საუკუნის ბოლო ათწლეულიდან დაწყებული ეს კანონზომიერება მნიშვნელოვნად დაირღვა და მათი გააქტიურების რეჟიმი მიღებულ ფონურზე ზევით ქვეყნის უმეტეს რეგიონში თითქმის ყოველ წელს აღინიშნება ხშირი აფეთქებით,

დიდი ეკონომიკური ზარალით და მნიშვნელოვანი მსხვერპლით. ამის ნათელი დადასტურებაა 1995-2012 წლებში საქართველოში უმთავრესად დასახლებულ ტერიტორიებზე განხორციელებული მონიტორინგული კვლევების არასრული მონაცემები მეწყრების განვითარების დინამიკაზე და მათ უარყოფით შედეგებზე (ცხრილი 1).

**საქართველოს ტერიტორიაზე 1995-2015 წლებში დაფიქსირებული მეწყრულ-გრავიტაციული მოვლენების დინამიკური აქტივობა**

წელი	გამოვლენილი მეწყრების რაოდენობა	მიანხლოებითი ზარალი (მლნ. ლარი)	ადამიანთა მსხვერპლი
1995	670	132	6
1996	610	80.3	3
1997	871	102	2
1998	543	67	5
1999	56	12	1
2000	65	13	1
2001	75	15	-
2002	69	13.8	1
2003	71	14.5	3
2004	949	147	4
2005	603	96	-
2006	356	70.5	1
2007	136	20.5	-
2008	311	48	8
2009	323	63.5	1
2010	250	20	3
2011	94	უცნ.	3
2012	325	უცნ.	1
2013	336	უცნ.	-
2014	727	უცნ.	-
2015	936	უცნ.	4
<b>სულ</b>	<b>8376</b>	<b>915.1</b>	<b>47</b>

ამრიგად 20 წლის პერიოდში დაფიქსირებული იქნა დინამიკაში მყოფი 8376 მეწყრული სხეული, რამაც ქვეყანას მოუტანა ეკონომიკური ზარალი 978.6 მლნ. ლარის ფარგლებში და იმსხვერპლა 47 ადამიანი.

საქართველოში ბოლო პერიოდში მეწყ-

რულ-გრავიტაციული მოვლენების არნახული მასშტაბით განვითარება-რეაქტივაცია სენსიტიურ გეოლოგიურ გარემოში განაპირობა არასტაციონარულ რეჟიმში მიმდინარე გეოდინამიკური პროცესების და გეოეკოლოგიური სიტუაციის გართულებებმა, კერძოდ:

1. გლობალური კლიმატური ცვლილებების საერთო ფონზე მეწყრული პროცესების მაპროვოცირებელი უარყოფითი მეტეოროლოგიური მოვლენების (ატმოსფერული ნალექები, ტენიანობა) გაზრდა-გახშირებამ;

2) კავკასიაში მაღალი ინტენსივობის მიწისძვრების გააქტიურებამ;

3) ადამიანის უკიდურესად მაღალმა პრესინგმა გეოეკოლოგიურ გარემოზე და მისი ბალანსური წონასწორობის მკვეთრმა დარღვევამ (2,4).

მეწყრები, რომელთა წარმოქმნა-გააქტიურება განპირობებულია ატმოსფერული ნალექების რეჟიმული განაწილებით, ფერდობების გაწყლოვანების ხარისხით და მისგან განპირობებული “ტენიანობის ეფექტის“ ლატენტურად მიმდინარე ენერგეტიკული დამუხტვით, რაზედაც დამოკიდებულია ამგებელი ქანების კონსისტენტური ცვლილებების და ძვრის წინააღობის დაქვეითება კრიტიკულ ზღვრამდე, ასეთ მეწყრებს ვუწოდებთ კლიმატოგენურს (ანუ კონსისტენტურს). ამ ტიპის მეწყრები სარგებლობენ საქართველოში მასობრივი განვითარებით, იკავებენ საერთო რაოდენობის 70%-ზე მეტს და გვხვდება ყველა იმ კლიმატურ-მორფოლოგიურ ზონაში, რომლის ზედაპირის დახრილობა 5-80-ს აღემატება და ფერდობები აგებულია ატმოსფერული ნალექების მიმღები დადებითი რეცეპტორული თვისებების მქონე მეწყრული პროცესებისადმი მგრძობიარე ქანებით.

რეგიონალური გეომონიტორინგული და რეჟიმულ-სტაციონარული კვლევების სტატისტიკური ანალიზი გვიჩვენებს, რომ კლიმატოგენური მეწყრული პროცესების დინამიკური რეჟიმი პირდაპირ დამოკიდებულებაში იმყოფება მოსული ატმოსფერული ნალექების გადახრის სიდიდეებთან შიდაწლიურ ინტერვალში მრავალწლიური სტატისტიკური ნორმის პირობებში და შესაბამის მოცემულ ლანდშაფტურ-გეოლოგიური გარემოს სივრცეში. მათი გააქტიურების პერიოდები ემთხვევა ატმოსფერული ნალექების დადებით ბალანსს, ხოლო პროცესის ჩაქრობა თუ დროებითი სტაბილიზაცია მრავალწლიური ნორმიდან გა-

დახრილ ნალექების დეფიციტს. ამასთან პროცესის ჩაქრობის თუ მისი სტაბილიზაციის რეჟიმი პირდაპირ დამოკიდებულებაშია გეოლოგიური გარემოს შემადგენელი ელემენტების სინკრეტულობაზე. აღნიშნული პირობებიდან გამომდინარე მეწყრული პროცესების საშიშროების რისკის კოდირებისათვის, მათი დინამიკის რეჟიმის ცვლილებებთან მიმართებაში გამოვყოფთ: 1) ფონურზე დაბალი (სტაბილური); 2) ფონური; 3) ფონურზე მაღალი (სტრესული); 4) ექსტრემალური; 5) პაროქსიზმული.

კონკრეტულად, როდესაც მოსული ნალექების რაოდენობა ექცევა მრავალწლიური ნორმის საზღვრებში (ანუ ემთხვევა სტატიკური კლიმატური რეჟიმის პირობებს), მეწყრული პროცესების დინამიკური რეჟიმი სხვა დამატებით რისკ-ფაქტორების გამორიცხვის პირობებში, მიმდინარეობს ფონურის მდგომარეობის დონეზე, როდესაც წლის განმავლობაში მოსული ატმოსფერული ნალექების დადებითი ბალანსი მრავალწლიურ ნორმასთან მიმართებაში 100-200მმ-ის ფარგლებშია მეწყრული პროცესების რეჟიმში იწყება გააქტიურების ტენდენცია, ხოლო ნალექების მოსვლის შემთხვევაში მრავალწლიური ნორმის ზემოთ 200-400მმ საზღვრებში პროცესების სტრესული გააქტიურება, თითქმის ყველა დროებით სტაბილური მეწყერი იწყებს გამოცოცხლებას და ახალი მეწყრები წარმოიქმნება იმ გეოლოგიურ გარემოში, რომელთა დეფორმაციის ჰორიზონტები გამოირჩევა მაღალსენსიტიური და სინთეზატორული თვისებებით. წლის განმავლობაში ატმოსფერული ნალექების მოსვლის პირობებში 400-600მმ ზემოთ მრავალწლიური ნორმიდან ადგილი აქვს მეწყრული პროცესების ექსტრემალურ აფეთქებას. იმისდა მიხედვით თუ ატმოსფეროს რა სახის ცირკულაციურ რეჟიმთან გვექნება საქმე პროცესების ექსტრემალური გააქტიურება შეიძლება გადავიდეს დიდ რეგიონალურ (პაროქსიზმულ) მასშტაბებში, რომლის არაერთი პარადიგმა მოგვეპოვება საქართველოსა და საერთოდ კავკასიის რეგიონში. თუმცა ქვეყნის გეოგრაფიულ-კლიმატური პირობებიდან და გეოლოგიური გარემოს ყველა მდგენელი ელემენტის სინკრეტული მოქმე-

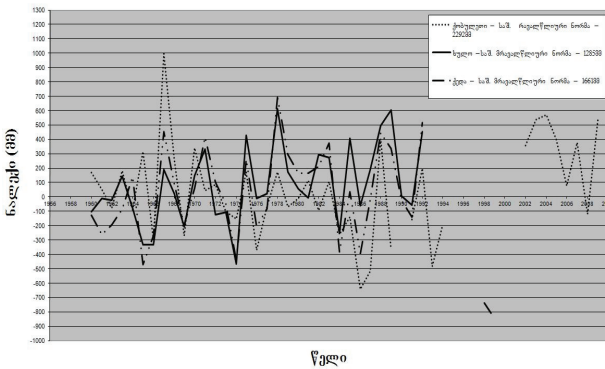
**საქართველოში მეწყრულ-გრავიტაციული მოვლენების შეფასების ზოგიერთი მეთოდოლოგიური საკითხი კლიმატის ცვლილებასთან და მიწისძვრებთან კავშირში**

დებიდან გამომდინარე, ექსტრემალური ხასიათის მეწყრების წარმოქმნა-რეაქტივაციის პერიოდებს შორის შუალედი მერყეობს 2-4-დან

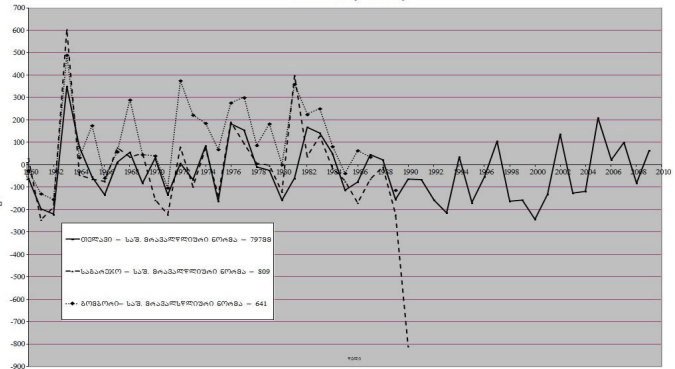
8-11 წლის დიაპაზონში და ხშირად მეწყრების გააქტიურების წლებიც სხვადასხვა რეგიონში ერთმანეთს არ ემთხვევა (გრაფიკი 1-2).

**გრაფიკი 1-2. ატმოსფერული ნალექების საშუალო მრავალწლიურიდან გადახრის გრაფიკი აჭარისა (შავიზღვისპირეთი) და კახეთის (აღმ. საქართველო) რეგიონების მაგალითზე**

მოსული ატმოსფერული ნალექების საშ. მრავალწლიური ნორმიდან გადახრის გრაფიკი (აჭარა)



მოსული ატმოსფერული ნალექების საშ. მრავალწლიური ნორმიდან გადახრის გრაფიკი (კახეთი)



თუ გავითვალისწინებთ მეწყრულ-გრავიტაციული მოვლენების გაზრდის რისკს, რომელიც მიმდინარეობს კლიმატის გლობალური ცვლილებისა და ძლიერი მიწისძვრების განმეორებადობის გახშირების საერთო ფონზე, მათი საშიშროებიდან გამომდინარე აუცილებელია იმ რეალური ინფორმაციის არსებობა თუ რა მასშტაბისა და რისკის საფრთხეს უქადის ქვეყანას ამ სახის პროცესები.

ამრიგად კლიმატოგენური ხასიათის მეწყრებისაგან მოსახლეობის დაცვისა და დისკომფორტის თავიდან აცილების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ღონისძიებად გვესახება მეწყრული პროცესების დროისა და სივრცეში განვითარება-რეაქტივაციის უფრო სრულყოფილი კანონზომიერების შეცნობის მიზნით აუცილებელია რაც შეიძლება მეტი ინფორმაცია გვექნოდეს ქვეყნის მასშტაბით მეწყრული მოვლენების დინამიკური რეჟიმის ცვალებადობის შესახებ, კონტროლისა და შეფასებით დაწესებული, პროგნოზისა და მართვით დაზარალებული ცალკეული რეგიონებისათვის გეოლოგიური გარემოს რეკონსტრუქციული თვისებებისა და კლიმატური პირობების მკვეთრად გამოკვეთილი ინდიკატორების მიხედვით.

მეწყრულ-გრავიტაციული მოვლენების კვლევის საკითხებში გაცილებით რთულ პრობლემებს ვხვდებით როდესაც ვიხილავთ

მათი წარმოქმნის მეანიზმის პირობებს დაკავშირებულს ტექტოსეიმოგენურ ფაქტორებთან, რომელთა ფორმირების ხასიათი სრულიად განსხვავებულია ყველა სხვა გენეტიკური ტიპებისაგან. ტექტოსეიმოგენური მეწყრულ-გრავიტაციული მოვლენებისათვის დამახასიათებელია აზონალური გავრცელება და ლოკალიზდებიან სხვადასხვა სახის ტექტონეკური აშლილობების აქტიურ სეისმოგენურ ზონებში, განსაკუთრებით ისეთი პირველი რიგის ზონათაშორისი აშლილობების სივრცეში, როგორებიცაა: კავკასიონის მთავარი რეგიონალური შეცოცება; აჭარა-იმერეთის გეოსინკლინური მთათა სისტემისა და საქართველოს ბელტის დასავლეთ დაძირვის გამყოფი სურამ-გოკიშურისა და ჩოხატაურის შეცოცებები; აღმოსავლეთ კავკასიონის ნაოჭა-სისტემისა და საქართველოს ბელტის აღმოსავლური დაძირვის მიოპლიოცენური სტრუქტურების გამყოფი ორხევის შეცოცება და მრავალი სხვა მსგავსი ტექტონიკური აშლილობები. ამ გენეტიკური ტიპის მეწყრულ-კლდეზვავური მოვლენები დაკავშირებულია აგრეთვე: კიდურა შეცოცებიდან, როგორც არის რაჭა-ლეჩხუმის სინკლინორიუმის სამხრეთი ფრთის (წესის, კლდისუბნის, ტოლის, ჭყვიშის, ლაილაშის, ოყურეშის მეწყრები); ფლექსურულ გაღუნებებთან (აჩიგვარის მეწყერი) და იმ მორ-

ფოსტრუქტურულ კვანძებთან, რომლებიც გამოირჩევიან დიდი ამპლიტუდის მქონე ნიშანცვალებადი ტექტონიკური მოძრაობებით, ღრმად ჩაჭრილი ეროზიული ხეობებით და წარმოადგენენ აქტიურ სეისმოგენერირებადს. დ. ლილიენბერგის (5) კვლევებით დადგენილია, რომ კავკასიის რეგიონში სეისმურობის მკვეთრი აქტიურობა თანხვედრილია ინტენსიური ახევეების საერთო ფაზასთან, ამასთან ვერტიკალური მოძრაობის გაზრდასთან ერთად მატულობს სეისმური რისკის ყველა პარამეტრი და შესაბამისად ფერდობულ-გრავიტაციული პროცესების განვითარების სივრცობრივ-დროითი მასშტაბები. მოცემული თეზისი პრაქტიკულად დასაბუთებული იქნა ალმატის გეოდინამიკურ პოლიგონზე, სადაც ყველაზე მაღალი ვერტიკალური მოძრაობები (60მმ/წ) დაფიქსირებული იყო დიდი მიწისძვრების წინ (5). დღევანდელი ცოდნის დონე საშუალებას იძლევა მხოლოდ გარკვეული ალბათობით დადგენილ იქნეს თუ სად და როგორი სიძლიერის მიწისძვრები შეიძლება წარმოიქმნას იმ შემთხვევაში თუ ვფვლობთ სტატისტიკურ ინფორმაციას მოცემული გეოლოგიურ გარემოში მომხდარი მიწისძვრების შესახებ. მიუხედავად იმისა, რომ დინამიური გეომორფოლოგიის მკვლევარები მნიშვნელოვან ადგილს უთმობენ სეისმოდისლოკაციური და სეისმოგრაფიკაციული მოვლენების კვლევას, ჯერ კიდევ სათანადო დონეზე შეცნობილი არ არის მიწისძვრებისა და დიდი მეწყრულ-გრავიტაციული მოვლენებს შორის ურთიერთკორელაციური კავშირი.

კავკასია-პონტიდების და შუა აზიის მთიან რეგიონებში მეწყრულ-გრავიტაციული მოვლენების შესახებ არსებული ინფორმაციის ანალიზი და უშუალოდ საქართველოს ტერიტორიაზე განხორციელებული კომპლექსური გეომორფოლოგიური, გეოლოგიური და სეისმოლოგიური კვლევები ადასტურებენ, რომ დიდი მეწყრულ-გრავიტაციული მოვლენები, განვითარებული ძირითად ქანებში (განსაკუთრებით კლდოვანში) ვერ წარმოიქმნებოდნენ იმ ფერდობებზე, რომლებსაც უკვე გამოემუშავებული აქვთ დამყარებული ჰომეოსტატიზმი თუ არ იქნებოდა და-

ბაბული სეისმოგენერირებადი ტექტონიკური რღვევებით და პროვოცირებული შესაბამისი ენერჯის მიწისძვრებით. ასეთ მეწყრებს პირობითად ვუწოდებთ „ფერდობშიგა მეწყრებს“ (6).

კვლევებმა დაგვარწმუნა, რომ ამ სახის გეომორფოლოგიური ფენომენების შესწავლა გამოვადგება როგორც ბუნებრივი ინდიკატორები ჯერ კიდევ გეოგრაფიულად უცნობი ტერიტორიების სივრცეში პალეო და ისტორიული მიწისძვრების არსებობისა და მათი მოსალოდნელი განმეორების რისკის შეფასებაში, ხოლო მეორე მხრივ დაგვეხმარება იმ ცოცხალი ტექტონიკური რღვევების (განსაკუთრებით ლოკალურის) ადგილის დადგენაში, რომელიც გეოლოგიურად ძნელად კარტირებადია.

ტექტოსეისმოგენური მეწყრულ-გრავიტაციული მოვლენები დროის წარმოქმნის თვალსაზრისით პირობითად დაყოფილი გვაქვს სამ კატეგორიად: 1. პლეისტოცენის პერიოდის გეოლოგიურ ეტაპად; 2. ჰოლოცენ-ისტორიულ პერიოდად; 3. თანამედროვე ეტაპად (ბოლო 300 წლის პერიოდი).

დღეისათვის საქართველოს ტერიტორიაზე ტექტოსეისმოგენური მეწყრულ-გრავიტაციული მოვლენები დაფიქსირებულია ორ ათასზე მეტი. როგორც წესი ამ სახის მოვლენების მოცულობები უმეტესწილად დიდი და გრანდიოზულია (ათეულ და ასეულ მლნ. მ<sup>3</sup>) და გამოირჩევიან ფერდობების ღრმა დეფორმაციით (რამდენიმე ათეული მეტრიდან 100-250მ-მდე). ამ სახის გამორჩეულ სეისმოგენურ მოვლენებს მიეკუთვნება კავკასიონის ქედის დასავლეთი დაბოლოების უტრიშის და მისი აღმოსავლეთ ნაწილის – ლაგოდეხი-ზაქათალას სეისმოგენური ზონის პლეისტოცენური პერიოდის გრანდიოზული კლდეზვავები (40-250მლნ მ<sup>3</sup> მოცულობები) და ფოცხვრევის კლდეზვავი, რომელიც წარმოიქმნა რაჭის ქედზე ფოცხვერ-ხიხათის რღვევის ზონაში ქვედა პლეისტოცენში მდ. რიონის ხეობის მარცხენა ფერდზე დაახლოებით 1.0კმ<sup>3</sup> მოცულობით და მისი ნაზვავით გადაკეტილ მდინარეში დაგროვდა 300მ-მდე სიმძლავრის ალუვიური ნალექები.

ჰოლოცენ – ისტორიული პერიოდის – ბერთაყანის, თმოგვის (მდ. მტკვრის ხეობის ზემო წელი), გორდის (მდ. ცხენისწყლის ხეობა), ბახალეთის და ბარისახოს – 50-100მლნ მ<sup>3</sup> (მდ. არაგვის აუზი),

თანამედროვე პერიოდის – ამტყელის 1891წ – 150მლნ<sup>3</sup> (მდ. კოდორის აუზი), რიწის – 100მლნ მ<sup>3</sup> (მდ. ბზიფის აუზი, მე-18 საუკუნე), დანისპარაულის – 90მლნ მ<sup>3</sup> მოცულობის (მდ. აჭარისწყლის აუზის ზედა ნაწილი და მრავალი სხვა).

ტექტოსეისმოგენური მეწყრების პროვოცირებაზე მიწისძვრების ფაქტორების გავლენა გამოსახება დიფერენციალად და დამოკიდებულია წყვეტილი დისლოკაციების ზონებში ტექტოგენური ფერდობების დაძაბულობის ხარისხზე და მისი გეოლოგიური გარემოს დინამიკურ მდგომარეობაზე.

ერთ შემთხვევაში ფერდობები, რომლებიც წინასწარ განსაზღვრულია სეისმოგრაფიაციული აშლილობების მაღალი დაძაბულობით, ძლიერი მიწისძვრების პერიოდში მყისვე რეაგირებენ მათ მდგრადობაზე, როგორც „ძალის ფაქტორი“ და წარმოქმნიან გრანდიოზული მოცულობების მეწყრებსა და კლდეზვავებს.

მეორე შემთხვევაში სხვადასხვა ენერჯის სეისმური რხევები, რომლებიც დაკავშირებულია განსხვავებული სტრატეგრაფიულ-ლითოლოგიური შედგენილობის და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მქონე ქანებით აგებულ გეოდინამიკურად დაძაბულ მორფოსტრუქტურულ ბლოკებთან, იწვევენ ფერდობების გა-

მოყვანას ზღვრული წონასწორობიდან და ქმნიან რეალურ პირობებს მეწყრულ-გრავიტაციული მოვლენების ინტენსიური განვითარებისათვის. ამის ნათელ დადასტურებას იძლევა 1991 წლის რაჭა-იმერეთის (დასავლეთ საქართველო) მაღალი ენერგეტიკული კლასის (9 ბალი) მიწისძვრები, რომლებმაც გამოიწვიეს არამარტო ასეულობით ახალი მეწყრის პროვოცირება, არამედ ფერდობები მოიყვანეს ისეთ კრიტიკულ დაძაბულობაში, რომ უახლოესი 15-20 წლის მანძილზე ადგილი ჰქონდა მეწყრული მოვლენების გააქტიურებას ყოველწლიურად საშუალო ფონს ზემოთ უკვე კლიმატური ფაქტორების ზემოქმედების შედეგად.

აღსანიშნავია, რომ კავკასიაში მე-20 საუკუნის 40-იანი წლებიდან იწყება სეისმოგენური სტრუქტურების რეგენერაცია და სეისმური ინტენსივობის ზრდა, რიგი სეისმოტექტონიკური მეწყრების გამოცოცხლება და მათი არაერთჯერადი განახლება. როგორც წესი მოსახლეობისა და ინფრასტრუქტურული ობიექტებისათვის ყველაზე უფრო დიდ საშიშროებას წარმოადგენენ ის სეისმოგრაფიაციული ობიექტები, რომელთა განმეორებას ადგილი აქვს დაბალი სეისმური ენერჯის პირობებშიც. ამის მაგალითად შეიძლება მოყვანილ იქნას მდ. ყვირილას ხეობაში იცქისისა და ითავაზის მეწყრები (საჩხერის მუნიციპალიტეტი), ცაგერის რაიონში მდ. რიონის ხეობაში ლაილაშისა და ტვიშის მეწყრები, მდ. ცხენისწყლის ხეობაში გვესოს მეწყრები და მრავალი სხვა.

### **დასკვნა**

ამრიგად, კვლევებმა დაადასტურეს, რომ კავკასიის რეგიონში და განსაკუთრებით საქართველოსთან მიმართებაში, იმდენად რთულ და მრავალპალიტრიან მეწყრულ-გრავიტაციულ მოვლენებთან გვაქვს საქმე, რომ ამ მიმართულებით აუცილებელია ამ პრობლემისადმი კიდევ უფრო ღრმად ჩაწვდომა, განსაკუთრებულად კომპლექსური მიდგომას (გეოლოგიური, გეომორფოლოგიური, გეოფიზიკუ-

რი) საჭიროებს ტექტოსეისმოგრაფიაციული მოვლენების შესწავლა, რომლის საფუძველზე GIS სისტემაში შედგენილი სპეციალიზირებული რუკა კარგი საწინდარი იქნება ჯერ კიდევ პალეომიწისძვრების შესახებ უცნობი დამატებითი ინფორმაციის მიღებისა და მათი შესაძლო წარმოქმნის არეალების დადგენის ამ სახის გეომორფოლოგიური ფენომენების გამოყენებით.



ლიტერატურა

1. ზ. ტატაშიძე, ემ. წერეთელი, რ. ხაზარაძე (2000). სტიქიური ბუნებრივი მოვლენები მონოგრაფიაში, საქართველოს გეოგრაფია, ნაწილი – 1 (ფიზიკური გეოგრაფია), გვ.69-90;
2. Tatashidze Z., Tsereteli Em., Khazaradze R., kutsnashvili O. (2000). Principal hazard factors and causing landslides (Georgia ascase study). Mat. Inter. smposia on Landslaides, (25-31June 2000), Cards Waces. p.p. 1449-1452;
3. Tsereteli Em. (1984). Experience from the study of Landslides and mudflocs (UNESCO - UNEP) V2 SCSP USSR. Moscow, p.p. 6-17.
4. ემ. წერეთელი, რ. გობეჯიშვილი, ნ. ბოლაშვილი, გ. გაფრინდაშვილი, თ. ნანობაშვილი (2012). ბუნებრივი ეგზოდინამიკური კატასტროფების მდგომარეობა და ანთროპოგენური დატვირთვის საშიშროების რიკსი საქართველოში, მათი მართვის ოპტიმიზაციის ქმედებები. თბილისის სახ. უნივერსიტეტის ვ. ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული. ახალი სერია №4 (83). გვ. 50-63.
5. Varazanashvili O., Tsereteli N., Tsereteli Em. – Historical Earthquakes in Georgia (up to 1900): Source Analysis and Catalogue Compilation, M. Nodia Institute of Geophysics of I. Javakhishvili Tbilisi State University, LTD "MVP", Tbilisi, 2011.
6. Церетели Э.Д., Челидзе Т.Л. Адамия Ш.А., Варазанашвили О.Ш., Церетели Н.С. Крупные оползнего-гравитационные явления, как подтверждающий феномен ареала возможного возникновения сильных землетресений на примере южного Кавказа (2008). Институт Геофизики им. М. Нодия, сборник Трудов, Т. LX, с. 11-23, Тбилиси.

**სიმინდის ჯიშის “აჯამეთის თეთრის“ მარცვლის, ჩალისა და  
საერთო ბიომასის მიერ ნიადაგიდან გამოტანილი საკვები  
ნივთიერებები შიდა ქართლის (მუხრანის) სარწყავი  
სისტემის პირობებში**

**თ. ხარაიშვილი, ნ. მეზონია, ქ. როყვა, ლ. ბაიდაური,  
მ. ლომიშვილი, მ. კიკაბიძე**

**E-mail: *xaraishvili.nona@yandex.ru***

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
გურამიშვილის 17, 0141, თბილისი, საქართველო

**შუსაგალი**

სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მოვლა-მოყვანის ინტენსიური ტექნოლოგია თავის მხრივ ეფუძნება მოსავლიანობის დაპროგრამებას, ანუ კომპლექსური ურთიერთდაკავშირებული ღონისძიებების შემუშავებას, რომელთა დროული და მაღალხარისხოვანი შესრულება უზრუნველყოფს დაპროგრამებული მოსავლის მიღებას.

რეზულტი ღონისძიებების შემუშავებას, რომელთა დროული და მაღალხარისხოვანი შესრულება უზრუნველყოფს დაპროგრამებული მოსავლის მიღებას.

**პირითაღი ნაწილი**

დაპროგრამებული მოსავლის მიღება მოითხოვს მომიჯნავე მეცნიერებების (მცენარეთა ფიზიოლოგიის, აგროქიმიის, მელიორაციის, მეტეოროლოგიის და ა.შ) მიერ დაგროვილი ინფორმაციის და მათ შორის ჩატარებული მინდვრის ცდების შედეგების წინასწარ დამუშავებას, ხოლო თუ ასეთი მონაცემები არ მოიპოვება მოცემული რეგიონისათვის, მაშინ უნდა ჩატარდეს სათანადო საველე ექსპერიმენტები. ამ თვალსაზრისიდან გამომდინარე, სიმინდის ჯიშის “აჯამეთის თეთრის“ მოსავლიანობის დაპროგრამებასთან დაკავშირებით მუხრანის სარწყავი სისტემის პირობებში ჩატარდა ცდები, სადაც შესწავლილ იქნა სხვა-

დასხვა რწყვის რეჟიმისა და მინერალური სასუქებით განოყიერების სხვადასხვა ნორმების გავლენა სიმინდის ჯიშის „აჯამეთის თეთრის“ მარცვლის, ჩალისა და საერთო ბიომასის მოსავლიანობაზე და ქიმიურ შემადგენლობაზე. მათ შორის, შესწავლილ იქნა საკვები ნივთიერებების გამოტანა ნიადაგიდან მცენარის მიერ, რასაც ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს არამარტო პროდუქციის ხარისხისა და განოყიერების ოპტიმალური ნორმების განსაზღვრისთვის, არამედ გარემოს დაცვის თვალსაზრისითაც. აღნიშნული ცდების შედეგები აღნიშნულია №1 ცხრილში.

სიმინდის ჯიშის „ჯაჯამეთის თეთრის“ მარცვლის, ჩალის, საერთო ბიომასის მიერ გამოტანილი საკვები ნივთიერებები, კგ/ჰა.

ცხრილი 1

ნიადაგის ტენიანობა რწყვის წინ	№	მინერალური სასუქების ნორმა	მარცვლის მოსავალი აბს. მშრალ მდგომარეობაში, ც/ჰა	საკვები ნივთიერების გამოტანა მარცვლის მიერ კგ/ჰა			ჩალის მოსავალი აბს. მშრალ მდგომარეობაში, ც/ჰა	საკვები ნივთიერების გამოტანა ჩალის მიერ კგ/ჰა			ბიომასის მოსავალი აბს. მშრალ მდგომარეობაში, ც/ჰა	საკვები ნივთიერების გამოტანა საერთო ბიომასის მიერ, კგ/ჰა		
				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
60%	1	უსასუქო	18,41	22,617	7,650	6,038	31,13	16,21	4,930	44,048	49,54	38,827	12,580	50,086
60%	2	N <sub>90</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub>	32,51	50,407	16,208	13,719	56,06	33,16	10,930	88,57	83,567	83,567	27,138	96,687
60%	3	N <sub>120</sub> P <sub>180</sub> K <sub>120</sub>	40,35	64,447	22,552	17,915	67,17	40,825	13,534	99,613	107,52	105,272	36,095	117,528
70%	1	უსასუქო	30,69	36,983	15,397	10,925	52,02	29,187	10,746	75,450	82,71	66,170	26,143	86,375
70%	2	N <sub>90</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub>	48,17	71,974	30,354	21,676	77,69	46,437	18,986	114,417	125,86	118,411	49,340	136,093
70%	3	N <sub>120</sub> P <sub>180</sub> K <sub>120</sub>	57,88	89,214	38,143	27,39	90,43	54,803	23,037	134,107	148,31	144,097	61,18	161,26
80%	1	უსასუქო	37,71	43,990	20,523	15,084	58,91	32,007	15,147	90,460	96,62	75,997	35,670	105,544
80%	2	N <sub>90</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub>	55,38	80,160	35,098	28,409	82,65	48,047	21,247	125,35	138,031	128,207	56,345	153,759
80%	3	N <sub>120</sub> P <sub>180</sub> K <sub>120</sub>	65,76	97,620	47,447	35,247	95,31	56,07	25,193	145,79	161,07	154,379	72,640	180,785

ცხრილში მოტანილი მონაცემები ნათლად მეტყველებს, რომ სხვადასხვა რწყვის რეჟიმი და განოციერების ნორმები გარკვეულ კანონზომიერ ზეგავლენას ახდენენ მცენარის მიერ ნიადაგიდან საკვები ნივთიერებების გამოტანაზე. მოსავლის დაპროგრამებისათვის მნიშვნელოვანია მათი გამოსახვა ანალიზური სახით, ფორმულების მეშვეობით, კორელაციური ანალიზის და სხვა მათემატიკური მეთოდების გამოყენების საფუძველზე, რაც ექსპერიმენტული მონაცემების ფართო განზოგადების საშუალებას იძლევა. წინაწარ შემოვიღოთ აღნიშვნები:

$y^a$ ;  $y^b$ ;  $y^c$  – სიმინდის მარცვლის, ჩალის, საერთო ბიომასის მოსავალი, ც/ჰა;

$y_0^a$ ;  $y_0^b$ ;  $y_0^c$  – სიმინდის მარცვლის, ჩალის, საერთო ბიომასის მოსავალი უსასუქო ვარიანტი (გაუნოციერებელი);

$$\Delta y^a = y^a - y_0^a; \Delta y^b = y^b - y_0^b;$$

$\Delta y^b - y_0^b$  – მარცვლის, ჩალის და საერთო ბიომასის მოსავლის ნამატი გაუნოციერებელ ვარიანტთან შედარებით, ც/ჰა;

$A_N^a A_N^b A_N^c$  – აზოტის გამოტანა მარცვლის, ჩალისა და საერთო ბიომასის მიერ, კგ/ჰა;

$A_P^a A_P^b A_P^c$  – ფოსფორის გამოტანა მარცვლის, ჩალისა და საერთო ბიომასის მიერ, კგ/ჰა

$A_K^a A_K^b A_K^c$  – კალიუმის გამოტანა მარცვლის, ჩალისა და საერთო ბიომასის მიერ, კგ/ჰა;

ფოსფორის, კალიუმისა და აზოტის გამოტანა უსასუქო გაუნოციერებელ ვარიანტში აღნიშნულ 0-იანი ინდექსით:  $A_{N_0}^a$ ;  $A_{N_0}^b$ ;  $A_{N_0}^c$ ;

$A_{K_0}^a$ ;  $A_{K_0}^b$ ;  $A_{K_0}^c$ ;  $A_{P_0}^a$ ;  $A_{P_0}^b$ ;  $A_{P_0}^c$

მოსავლის ნამატის მიერ გამოტანილი ქიმიური ელემენტების რაოდენობის აღნიშვნები

შესაბამისად იქნება:

$$\begin{aligned} \Delta A_N^0 &= A_N^0 - A_{N_0}^0; \Delta A_N^b = A_N^b - A_{N_0}^b; \Delta A_N^d = A_N^d - A_{N_0}^d; \\ \Delta A_P^b &= A_P^b - A_{P_0}^b; \Delta A_P^d = A_P^d - A_{P_0}^d; \Delta A_P^0 = A_P^0 - A_{P_0}^0; \\ \Delta A_K^0 &= A_K^0 - A_{K_0}^0; \Delta A_K^b = A_K^b - A_{K_0}^b; \Delta A_K^d = A_K^d - A_{K_0}^d; \end{aligned}$$

გამოირკვა, რომ ნამატის მიერ გამოტანილი საკვები ნივთიერებების რაოდენობა ყველა შემთხვევაში ემორჩილება წრფეწირის კანონს და გამოისახება შემდეგნაირად:

$$\begin{aligned} A_N^b - A_{N_0}^b &= a^b_N (y^b - y_0^b), \text{ კგ/ჰა;} \\ A_N^d - A_{N_0}^d &= a^d_N (y^d - y_0^d), \text{ კგ/ჰა;} \\ A_N^0 - A_{N_0}^0 &= a^0_N (y^0 - y_0^0), \text{ კგ/ჰა;} \\ A_P^b - A_{P_0}^b &= a^b_P (y^b - y_0^b), \text{ კგ/ჰა;} \\ A_P^d - A_{P_0}^d &= a^d_P (y^d - y_0^d), \text{ კგ/ჰა;} \\ A_P^0 - A_{P_0}^0 &= a^0_P (y^0 - y_0^0), \text{ კგ/ჰა;} \\ A_K^b - A_{K_0}^b &= a^b_K (y^b - y_0^b), \text{ კგ/ჰა;} \\ A_K^d - A_{K_0}^d &= a^d_K (y^d - y_0^d), \text{ კგ/ჰა;} \\ A_K^0 - A_{K_0}^0 &= a^0_K (y^0 - y_0^0), \text{ კგ/ჰა;} \end{aligned}$$

სადაც  $a^b_N$ ;  $a^d_N$ ;  $a^0_N$ ;  $a^b_P$ ;  $a^d_P$ ;  $a^0_P$ ;  $a^b_K$ ;  $a^d_K$ ;  $a^0_K$  არის წრფის საკუთხო კოეფიციენტები, რომლებიც გამოხატავს თითოეული ცენტნერი მოსავლის ნამატის მიერ ნიადაგიდან გამოტანილ საკვებ ნივთიერებებს კგ-ით ან პროცენტებში. ამ კოეფიციენტის ცვალებადობის დიაპაზონი და საშუალო მნიშვნელობები ნია-

დავის რწყვის წინა ტენიანობის მიხედვით მოცემულია მე-2 ცხრილში, სადაც ნაჩვენებია გამოტანილი საკვები ნივთიერებების სიმინდის, ჩალის, მარცვლის საერთო შრომის მოსავლის ნამატი თითოეულის მიერ გამოტანილი ნივთიერებების რაოდენობა ან %-ში.

სიმინდის, ჩალის, მარცვლის საერთო შრომის მოსავლის ნამატის თითოეულის მიერ გამოტანილი ნივთიერებების რაოდენობა კგ/ც ან %-ში

ცხრილი 2

ნიადაგის ტენიანობა რწყვის წინ	მაჩვენებლები	მარცვლის მოსავლის ნაშთი თითოეული ცენტრის მიერ გამოტანილი საკვები ნივთიერებები, მგ/ც, %.				მოსავლის ნაშთი თითოეული ცენტრის მიერ გამოტანილი საკვები ნივთიერებები, მგ/ც, %.				საერთო ბიომასის დანამატის თითოეული ცენტნერის მიერ გამოტანილი საკვები ნივთიერებები, მგ/ც, %.			
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ჯამი	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ჯამი	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ჯამი
60%	ცვალებადობის დიაპაზონი	1,901-2,014	0,606-0,716	0,541-0,569		0,680-0,710	0,239-0,252	1,540-1,587		1,146-1,204	0,373-0,433	1,154-1,194	

	საშ. მნიშვნელობა	1,954	0,671	0,549	3,174	0,694	0,245	1,564	2,503	1,173	0,409	1,175	2,757
	პროცენტული თანაფ.	61,56	21,14	17,30	100	27,73	9,79	62,48	100	42,55	14,83	42,62	100
70%	ცვალება-დობის დიაპაზონი	1,921 - 2,002	0,836-0,86	0,602-0,624		0,669-0,722	0,320 - 0,364	1,518		1,187-1,240	0,534-0,573	1,140-1,174	
	საშ. მნიშვნელობა	1,952	0,850	0,613	3,415	0,692	0,336	1,540	2,568	1,217	0,551	1,152	2,920
	პროცენტული თანაფ.	57,16	24,89	17,95	100	25,95	13,08	59,97	100	41,68	18,27	39,45	100
80%	ცვალება-დობის დიაპაზონი	1,912 - 2,047	0,824-1,145	0,718-0,836		0,676-0,73	0,257-0,310	1,470-1,565		1,216-1,266	0,499-0,679	1,167-1,405	
	საშ. მნიშვნელობა	1,955	0,978	0,761	3,694	0,697	0,283	1,527	2,507	1,249	0,588	1,251	3,088
	პროცენტული თანაფ.	52,92	26,48	20,60	100	27,93	11,32	39,89	100	40,45	19,04	40,51	100

ცხრილი 2-დან ჩანს, რომ სიმინდის მარცხლის მოსავლის ნამატის თითოეული ც-ის მიერ გამოტანილი აზოტის რაოდენობა თითქმის ერთნაირია (1,95 კგ/ც) ნიადაგის ტენიანობას ყველა რეჟიმის პირობებში, ხოლო ფოსფორის და კალიუმის საკვები ნივთიერებების ჯამი (N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+ K<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) რაოდენობა თანდათან მატულობს, ნიადაგის ტენიანობის რეჟიმის გადიდების კვალობაზე. რაც შეეხება საკვები ნივთიერებების თანაფარდობას, ნიადაგის ტენიანობის გადიდებასთან ერთად აზოტის პროცენტული შემცველობა თანდათანობით კლებულობს და ამ ანგარიშზე მათულობს ფოსფორის და კალიუმის პროცენტული შემცველობა.

ჩალის მოსავლის ნამატის ერთეულში აზოტის შემცველობა ნიადაგის ტენიანობის რეჟიმის მიუხედავად ისეთივეა, (0,69 კგ/ც) როგორც მარცვალში, კალიუმის რაოდენობა კი უმნიშვნელოდ მატულობს ტენიანობის რეჟიმის

გადიდებასთან ერთად. რაც შეეხება ფოსფორის და საკვები ნივთიერების ჯამს, მათ მართ რაიმე კანონზომიერება ნიადაგის ტენიანობის რეჟიმთან დამოკიდებულებით არ ჩანს. იგივე ითქმის საკვები ნივთიერებების გამოტანის პროცენტულ თანაფარდობაზე.

საერთო ბიომასის მოსავლის ნამატის თითოეული ც-ის მიერ გამოტანილი საკვები ნივთიერებების რაოდენობის მიმართ შეიმჩნევა შემდეგი კანონზომიერება. ტენიანობის რეჟიმის გადიდებასთან ერთად მატულობს აზოტის, ფოსფორის და საკვები ნივთიერებათა ჯამის რაოდენობა, კლებულობს აზოტის პროცენტული შემცველობა, ხოლო ფოსფორისა კი პირიქით – მატულობს. კალიუმის მიმართ კონკრეტულად რაიმეს თქმა შეუძლებელია.

ამა თუ იმ პროდუქციის მოსავლის თითოეული ც-ის მიერ გამოტანილი საკვები ნივთიერებების რაოდენობა გამოისახება შემდეგი ფორმულით:

$$b = \frac{A}{y} = \frac{A_0}{y} + a \frac{y - y_0}{y} = \frac{A_0}{y} + a \left(1 - \frac{y_0}{y}\right)$$

ან შეგვიძლია ასეც წარმოვადგინოთ:

$$b = a \frac{1 - \frac{y_0}{y}}{1 - \frac{A_0}{A}}$$

სადაც **b** არის მარცვლის, ჩაღის ან საერთო ბიომასის თითოეული ც-ის მიერ გამოტანილი აზოტის, ფოსფორისა და ალიუმის რაოდენობა კგ/ც ან %-ში;

**A** – მარცვლის, ჩაღის ან საერთო ბიომასის მოსავლის მიერ გამოტანილი საკვები ნივთიერებების რაოდენობა 1ჰა ფართობზე, ც/ჰა;

**A<sub>0</sub>** – მარცვლის, ჩაღის ან საერთო ბიომასის მოსავლის მიერ გამოტანილი საკვები ნივთიერებების რაოდენობა გაუნოციერებელ (უხასუქო) ვარიანტში;

**y** – მარცვლის, ჩაღის ან საერთო ბიომასის მოსავალი, ც/ჰა ;

**y<sub>0</sub>** – მარცვლის, ჩაღის ან საერთო ბიომასის მოსავალი გაუნოციერებელ ვარიანტში (უხასუქო), ც/ჰა ;

ირკვევა, რომ **b** ნაკლებია შესაბამის **a** სიდიდეზე, მისი ფაქტიური მნიშვნელობები და პროცენტული თანაფარდობა მოცემულია №3 ცხრილში. ფაქტიურ და ფორმულით განსაზღვრულ მნიშვნელობებს შორის სხვაობა არ აღემატება 10%-ს.

**თითოეული ცენტნერი სიმიონის ჯიშის “აჯამეთის თეთრის,, მარცვლის, ჩაღისა და საერთო ბიომასის მიერ გამოტანილი საკვები ნივთიერებები კგ/ც ან % და მათი პროცენტული განაწილება**

**ცხრილი 3**

ნიადაგის ტენიანობა, რწყვის წინ	№	მინერალური სასუქების ნორმა	მარცვლის მოსავალი აბს.მშრალ მდგომარეობაში ც/ჰა	საკვები ნივთიერების გამოტანა მარცვლის მიერ, კგ/ჰა				ჩაღის მოსავალი აბს. მშრალ მდგომარეობაში ც/ჰა	საკვები ნივთიერების გამოტანა ჩაღის მიერ, კგ/ჰა				ბიომასის მოსავალი აბს. მშრალ მდგომარეობაში, ც/ჰა	საკვები ნივთიერების გამოტანა საერთო ბიომასის მიერ მიერ, კგ/ჰა			
				<b>B<sub>N</sub></b>	<b>B<sub>P</sub></b>	<b>B<sub>K</sub></b>	ჯამი		<b>B<sub>N</sub></b>	<b>B<sub>P</sub></b>	<b>B<sub>K</sub></b>	ჯამი		<b>B<sub>N</sub></b>	<b>B<sub>P</sub></b>	<b>B<sub>K</sub></b>	ჯამი
60%	1	უხასუქო	18,41	1,128 62,34	0,415 21,07	0,327 16,59	1,970 100	31,13	0,520 24,86	0,158 7,55	1,414 67,59	2,092 100	49,54	0,784 38,26	0,254 12,40	1,011 40,44	2,049 100
60%	2	N <sub>90</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub>	32,51	1,550 62,73	0,499 20,19	0,422 17,08	2,471 100	56,06	0,592 26,11	0,195 8,60	1,480 65,29	2,267100	83,567	0,944 40,31	0,306 13,07	1,092 46,62	2,342 100
60%	3	N <sub>120</sub> P <sub>180</sub> K <sub>120</sub>	40,35	1,597 61,42	0,559 21,50	0,444 17,08	2,600 100	67,17	0,607 26,48	0,202 8,81	1,483 64,71	2,92 100	107,52	0,979 40,66	0,336 13,95	1,093 45,39	2,408 100
70%	1	უხასუქო	30,69	1,205 58,44	0,501 24,30	0,356 17,26	2,082 100	52,02	0,561 25,29	0,207 9,33	1,450 65,38	2,218100	82,71	0,800 37,04	0,316 4,63	1,044 48,33	2,160 100
70%	2	N <sub>90</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub>	48,17	1,494 58,04	0,630 24,48	0,450 17,48	2,574 100	77,69	0,598 25,83	0,224 10,54	1,473 63,63	2,315100	125,86	0,941 38,98	0,392 16,24	1,081 44,78	2,414 100
70%	3	N <sub>120</sub> P <sub>180</sub> K <sub>120</sub>	57,88	1,541 57,67	0,659 24,67	0,659 17,66	2,672 100	90,43	0,607 25,83	0,225 10,87	1,483 63,24	2,345100	148,31	0,071 39,30	0,412 16,67	1,088 44,03	2,471 100
80%	1	უხასუქო	37,71	1,166 55,26	0,544 25,78	0,400 18,06	2,110 100	58,91	0,543 23,25	0,257 11,01	1,535 65,74	2,445100	96,62	0,286 34,98	0,369 14,42	1,092 48,60	2,247 100
80%	2	N <sub>90</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub>	55,38	1,447 55,78	0,634 24,44	0,513 19,78	2,594 100	82,65	0,581 24,67	0,257 10,91	1,517 64,42	2,355100	138,03 1	0,929 37,90	0,408 16,65	1,114 15,45	2,451 100
80%	3	N <sub>120</sub> P <sub>180</sub> K <sub>120</sub>	65,76	1,484 54,16	0,721 26,31	0,535 19,53	2,740 100	95,31	0,596 24,97	0,264 11,06	1,537 63,97	2,387100	161,07	0,958 37,850	0,451 17,82	1,122 44,33	2,513 100

ცხრილის საერთო ანალიზი გვიჩვენებს რომ, შესამჩნევია შემდეგი კანონზომიერებები: ნიადაგის ტენიანობა ყველა რეჟიმის პირო-

ბებში განოციერების ნორმების გადიდებასთან ერთად მატულობს, როგორც მარცვლის, ჩაღისა და საერთო ბიომასის მოსავალის თი-

თოეული ცენტნერის მიერ გამოტანილი ცალკეული საკვები ნივთიერებების რაოდენობა, ისე მათი ჯამიც, ტენიანობის რეჟიმის გადიდებასთან ერთად მარცვალში აზოტის პროცენტული შემცველობა კლებულობს, მაგრამ სამაგიეროდ მატულობს ფოსფორის და კალიუმის შემცველობა. ასევე, შესამჩნევია აზოტის პროცენტული შემცველობის შემცირება და სამაგიეროდ ფოსფორის შემცველობის გადიდება როგორც ჩაღის, ასევე საერთო ბიომასის მოსავალში. მაგრამ კალიუმის მიმართ თვალსაჩინოდ გამოხატულ მსგავს კანონზომიერებას ადგილი არ აქვს.

ზემოთ მოყვანილი ფორმულები და ცდის მონაცემები განზოგადების საშუალებას იძლევა, რისთვისაც საჭიროა ნიადაგის მოცემული ტენიანობის რეჟიმის პირობებში განისაზღვროს მოსავალი და საკვები ნივთიერებების გამოტანა მხოლოდ ორ შემთხვევაში – მინერალური სასუქებით განოყიერების გარეშე და განოყიერების ერთ-ერთი ჩვეულებრივი ნორმის პირობებში, რაც საკმარისია მოსალოდნელი შედეგების პროგნოზირებისათვის, პრაქტიკისათვის დასაშვები სიზუსტით, განოყიერების სხვადასხვა ნორმის შემთხვევაში.

### ლიტერატურა

1. გ. ტულუში. სასოფლო-სამეურნეო მედიორაცია, სარწყავი სისტემის დაპროექტება, თბ., 1986, გვ. 33;
2. М.К. Каимов – Опыт получения запланированных урожаев. В кн.: Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. Кишинев, 1997, ст. 48-56;
3. И.С. Шатилов – Максимальное аккумулярование солнечной энергии культурными растениями – важнейшая задача современного земледелия. В кн.: Вопросы интенсификации земледелия. Йошкар-Ола. 1979, ст. 72-82.

## ТИПОВОЙ ГОДОВОЙ ГРАФИК УРОВЕННОГО РЕЖИМА ВОДОХРАНИЛИЩ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

**Хосрошвили Е.З., Натрошвили Г.Т.**

**Email: *itriashvili@mail.ru***

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
пр. Чавчавадзе 60<sup>б</sup>, 0179, г. Тбилиси, Грузия

### ВВЕДЕНИЕ

Практика эксплуатации водохранилищ ирригационных систем выявила специфику их уровня режима, который характеризуется ежегодно повторяющимися циклами наполнения и практически полного опорожнения.

Возникающие перепады напоров существенно влияют на фильтрационный режим и ус-

тойчивость верховых откосов плотин. Кроме того, большое значение имеет скорость наполнения и опорожнения водохранилищ. К сожалению, эти вопросы недостаточно освещены в технической литературе, а модели, с приемлемой для инженерной практики описывающих эти процессы, до сих пор нет.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Статистическая обработка данных по водохранилищам оросительных систем Закавказья, характеризующих основные эксплуатационные

показатели (глубина призмы сработки, скорость повышения и понижения уровня при наполнении и опорожении) показала, что:

глубина призмы сработки составляет:

от 5м до 25м – 70%
от 25м до 50м – 24%
более 50м – 6%

скорость подъема уровня при наполнении составляет:

от 0,1м/сут до 0,25м/сут – 67%
от 0,25м/сут до 0,50м/сут – 24%
более 0,50м/сут – 9%

скорость понижения уровня при опорожении составляет:

от 0,1м/сут до 0,25м/сут – 84%
от 0,25м/сут до 0,50м/сут – 11%
более 0,50м/сут – 5%

Обобщение результатов изучения условий эксплуатации водохранилищ оросительных

систем позволило предложить модель типового годового графика их уровня режима (рис 1).



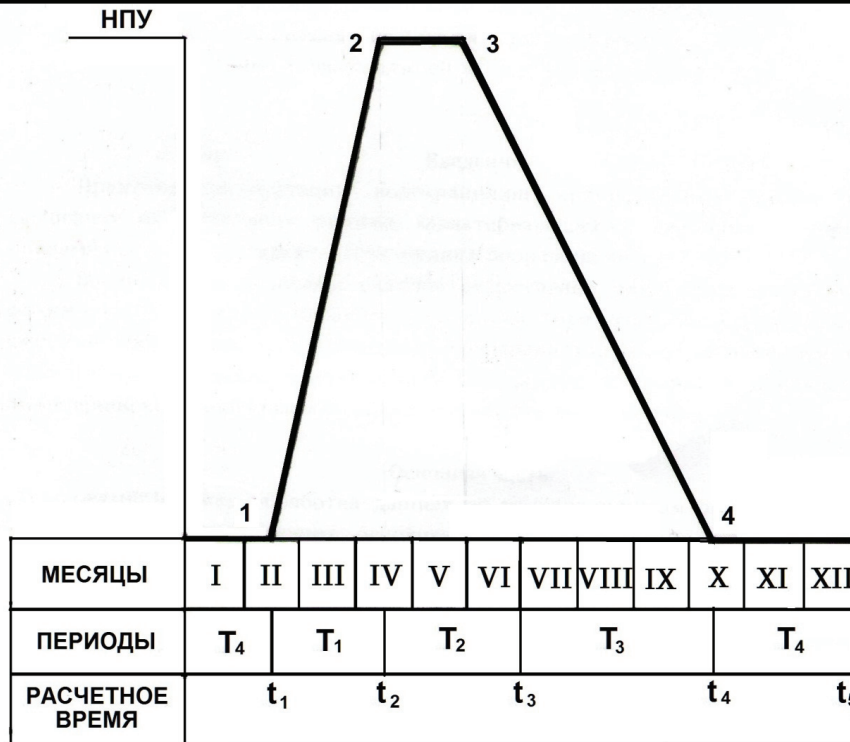


Рис. 1. Типовой годовой график уровенного режима

Предложенный график в общем случае включает четыре характерных периода:

- I. Период наполнения водохранилища;
- II. Период временной стабилизации уровня до начала вегетативного полива;
- III. Период равномерной сработки уровня в связи с расходом воды на орошение;
- IV. Период наиболее низкого уровня воды (УМО);

Типовой график уровенного режима с достаточной точностью можно описать следующей системой уравнений:

$$1. \quad T_1(t_1 \div t_2) \quad h = \frac{tH - t_1H}{t_2 - t_1} \quad \text{при } t > t_1$$

$$2. \quad T_2(t_2 \div t_3) \quad h = H$$

$$3. \quad T_3(t_3 \div t_4) \quad h = \frac{H(t_4 - t)}{t_4 - t_3} \quad \text{при } t > t_3$$

$$4. \quad T_4(t_0 \div t_1) \quad \text{и } h = 0$$

$$(t_4 \div t_{51})$$

где:  $h$  – расчетный уровень наполнения водохранилища, м;

$H$  – уровень наполнения, соответствующий НПУ, м;

$t$  – расчетный момент времени, месяц.

С позиции эксплуатационных условий периоды годового уровенного режима можно охарактеризовать следующим образом.

I. период. Нарастание напора на плотине, вызывающего нарастание статических напряжений с одновременным взвешиванием грунта

## ТИПОВОЙ ГОДОВОЙ ГРАФИК УРОВЕННОГО РЕЖИМА ВОДОХРАНИЛИЩ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

верховой зоны под влиянием проникающей в тело плотины воды и активизация фильтрационных процессов в теле и основании плотины. Интенсивность наполнения водохранилища варьирует в пределах от 0,10м/сут до 0,85м/сут.

II. период. Относительно кратковременная стабилизация напора в пределах его наибольшего уровня (МПУ), которая сопровождается временной стабилизацией нагрузок.

III. период. Постепенное понижение действующего напора, разгрузка плотины и основания от статических и фильтрационных напряжений. Наиболее тяжелый период плотины, связанный с

ослаблением устойчивости верхового откоса под влиянием возникающих гидродинамических сил, направленных в сторону верхнего бьефа, а также в связи с изменением интенсивности фильтрационных процессов. Скорости понижения уровня находятся в пределах от 0,10м/сут до 0,85м/сут.

IV. период. Наиболее низкое стояние уровня воды (УМО).

Результаты натурных наблюдений позволяют также в первом приближении составить шкалу градации скоростей понижения уровня водохранилища с позиции их возможного влияния на устойчивость верховых откосов грунтовых плотин.

Таблица 1

### Шкала градации

Интенсивность понижения уровня, м/сут	Критерии интенсивности	Влияние на эксплуатационную надежность
0,1 – 0,5	Малая	Практически безопасная
0,5 – 1,0	Средняя	Необходимы корректирующие конструктивные мероприятия
1,0 – 5,0 и более	Большая (при необходимости срочного опорожнения)	Необходимо скорректировать расчет устойчивости плотины

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Очевидно, что длительность выделенных периодов и их календарные сроки, в каждом отдельном случае требуют варьирования, т.к. они связаны с различными факторами: метеорологическими условиями года, гидрологической характеристикой водоисточника, водопотреб-

лением с/х культур, площадью орошения и др.

Однако, предлагаемый график в принципе является типовой моделью для инженерно-эксплуатационной практики, достаточно отражающей специфичность уровня режима водохранилищ ирригационных систем.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Н. Биндеман. Гидрогеологические расчеты подпора грунтовых вод и фильтрации из водохранилищ. Углетехиздат, М., 1951.
2. Н. Н. Маслов. Основы инженерной геологии и механики грунтов. Высшая школа, М., 1982.
3. Л. А. Итриашвили. Отчет по теме « Анализ

уровневых режимов водохранилищ мелиоративных систем, установление основных критериев цикличности действующих напоров и разработка типового годового графика уровневых режимов. Гр. институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, Тбилиси, 2015.

**ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო, ბუნებრივი მასალისაგან  
დაგეგმული, თანამედროვე გეოსალიჩის  
ლაბორატორიული კვლევა**

**ირინა ხუბულავა**

**E-mail: khubulavairina@gmail.com**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ცოტნე მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60<sup>ბ</sup>, 0179, ქ. თბილისი, საქართველო

**შესავალი**

დედამიწაზე მიმდინარე კლიმატური ცვლილებების ფონზე და ასევე მცენარეული საფარის შემცირების, არამდგრადი მიწათსარგებლობის და მიწისქვეშა წყლების ზედმეტი გამოყენების გამო უკანასკნელ პერიოდში ინტენსიური ხასიათი მიიღო ნიადაგის ეროზიულმა პროცესებმა.

თანამედროვე მსოფლიოში ნიადაგის ეროზიულ პროცესებთან ბრძოლის მიმართულებით ბიომრავალფეროვნების აღსადგენად განსხვავებულ კლიმატურ პირობებში სხვადასხვა ქანობის მქონე მოწყვლად ფერდობებზე ინტენსიურად გამოიყენება სხვადასხვა მასალისაგან დამზადებული გეოსალიჩები [1].

**პირითაღი ნაწილი**

ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით, ნაშრომში წარმოდგენილია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის გარემოს დაცვისა და საინჟინრო ეკოლოგიის განყოფილების ბაზაზე დამუშავებული ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო გეოსალიჩა „ლუფაერომატზე“ განხორციელებული ლაბორატორიული კვლევები.

განხორციელებული ლაბორატორიული კვლევის მიზანია გეოსალიჩა „ლუფაერომატის“ ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო შესაძლებლობების შეფასება, რათა იგი მომავალში გამოყენებულ იქნეს როგორც ეფექტური ღონისძიება ნიადაგის დეგრადაციის მინიმუმამდე დასაყვანად და მოწყვლად ფერდობზე ბიომრავალფეროვნების აღსადგენად.

მიზნის მისაღწევად ჩემ მიერ გამჭვირვალე

0,3 მ<sup>2</sup> ფართობის მქონე ყუთში ჩაყრილი იქნა ეროზირებული ფერდობიდან აღებული ნიადაგ-გრუნტი (ნიადაგ-გრუნტის სიმკვრივე მიახლოებულია ბუნებრივ მდგომარეობაში არსებულ ნიადაგ-გრუნტის სიმკვრივესთან. მასზე დაფენილ იქნა მცენარე ლუფას მშრალი ნაყოფისაგან შექმნილი გეოსალიჩა „ლუფაერომატი“ (ფოტო 1), რომელიც დამაგრებულია ნიადაგის ზედაპირზე ხის ანკერების საშუალებით. გეოსალიჩის ლაბირინთისებრ-ბოჭკოვან შრეში მოთავსებულ იქნა მცენარე კონდარის თესლისა და ნაყოფიერი ნიადაგის ნარევი. მცენარე კონდარის წყალმოთხოვნილების გათვალისწინებით, გეოსალიჩის შრეში მოთავსებული მცენარის თესლების ოპტიმალური ვეგეტაციის უზრუნველსაყოფად ყოველდღე ხორციელდებოდა მორწყვა 0,5 ლ წყლის მოცულობით.



**ფოტო 1.** ეროზირებული ფერდობიდან მოტანილი ნიადაგ-გრუნტით შევსებულ პოლიეთილენის ყუთზე დაფენილი გეოსალიჩა ლუფაერომატის საერთო ხედი

კვლევის დაწყებიდან 6 დღის შემდეგ გეოსალიჩა „ლუფაერომატზე“ აღმოცენდა მასში მოთავსებული მცენარე კონინდარი (ფოტო 2).



**ფოტო 2.** გეოსალიჩა – ლუფაერომატზე აღმოცენებული მცენარეების საერთო ხედი კვლევის დაწყებიდან 6 დღის შემდეგ

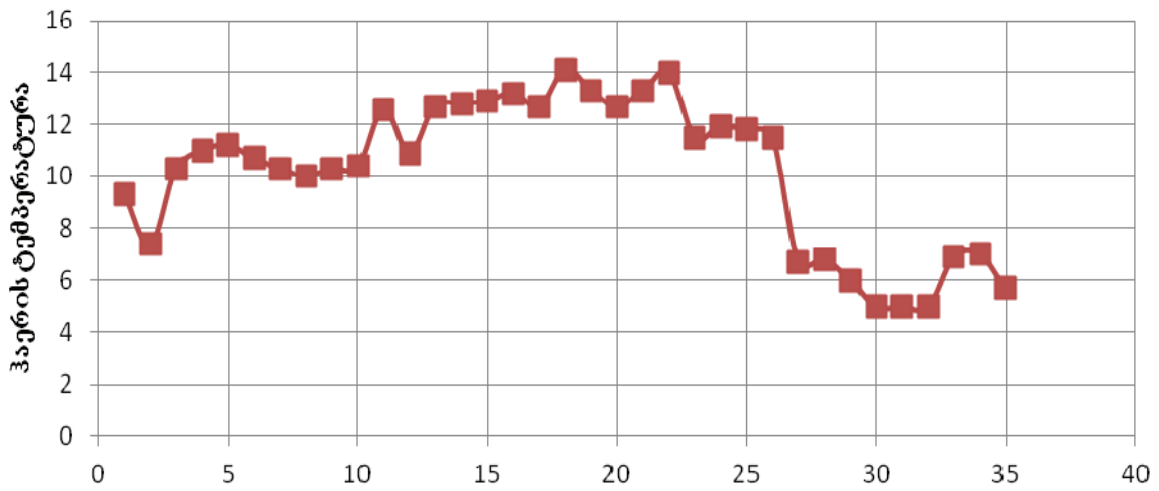
კვლევის პერიოდში ლაბორატორიაში იზომებოდა ჰაერის ტემპერატურა და ტენიანობა, ასევე საექსპერიმენტო ყუთში მოთავსებული ნიადაგის ტენიანობა, pH და სინათლის ტალღის სიგრძე. მორწყვა ხორციელ-

დებოდა გეოსალიჩაში ჩათესილი მცენარეების წყალმოთხოვნილების გათვალისწინებით. დროის 2 დღიანი ინტერვალით იზომებოდა მცენარეთა ამონაყარის სიმაღლეები (ცხრილი 1).

ლაბორატორიული დაკვირვებები გეოხალიჩა „ლუფაერმატ ზე“

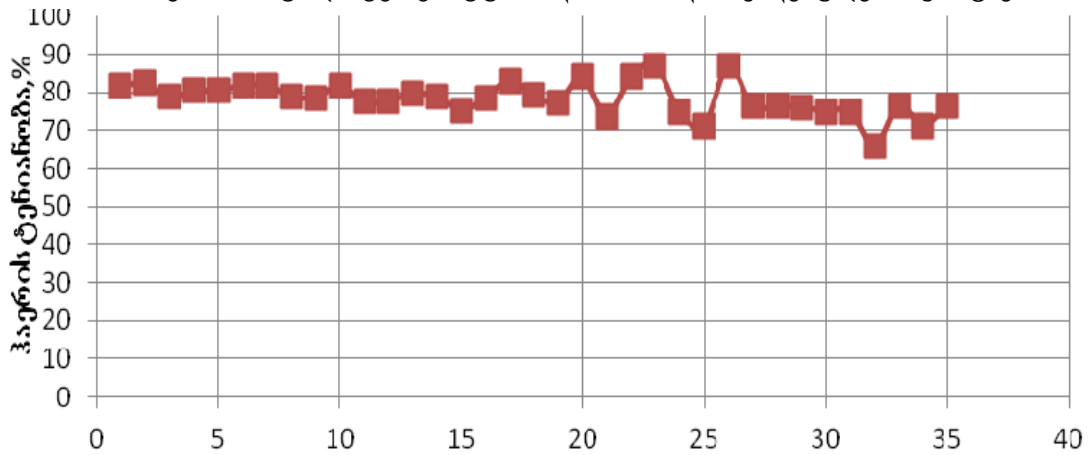
თარიღი	ჰაერის t <sup>0</sup>	ჰაერის ტენიანობა, %	ნიადაგის t <sup>0</sup>	ნიადაგის ტენიანობა, %	სინათლის ტალღის სიგრძე, ნმ	pH	ამონაყარის სიმადლეები, სმ
25.10.16	9,3	81,6	8	41,4	560	8	
26.10.16	7.4	82.2	6	41.4	550	8	
27.10.16	10.3	78.7	9	45	550	8	
28.10.16	11.0	80.3	10	56.4	400	8	
29.10.16	11.2	80.4	10	40.0	450	8	
30.10.16	10.7	81.8	10	42.4	450	8	0,2
31.10.16	10.3	81.7	9	42.4	400	8	0,5
01.11.16	10.0	79	9	39.3	400	8	0,9
02.11.16	10,3	78.6	9	38.6	500	8	1,3
03.11.16	10.4	81.6	9	39.3	700	8	1,6
04.11.16	12,6	77.6	11	41.4	1500	8	2,3
05.11.16	10,9	77.6	10	41.4	1500	8	2,7
06.11.16	12,7	79,7	11	45	600	8	3,4
07.11.16	12,8	78,8	12	45	500	8	3,9
08.11.16	12,9	75,3	12	36,4	600	8	4,5
09.11.16	13,2	78,3	12	40,7	900	8	5,0
10.11.16	12,7	83,1	12	38,6	500	8	5,5
11.11.16	14,1	79	13	36,4	1000	8	5,9
12.11.16	13,3	77,3	12	42,1	1000	8	6,2
13.11.16	12,7	84	12	39,3	400	8	6,5
14.11.16	13,3	73,7	12	42,1	1000	8	6,8
15.11.16	14,0	84	13	46,4	500	8	7,2
16.11.16	11,5	87	10	45,7	100	8	7,4
17.11.16	11,9	74,8	11	42,1	700	8	7,5
18.11.16	11,8	71,2	11	36,4	1200	8	7,7
19.11,16	11,5	87	10	45,7	100	8	7,9
20.11.16	6,7	76,3	6	41,4	100	8	8,1
21.11.16	6,8	76,4	6	41,4	100	8	8,2
22.11.16	6	76	5	45,0	100	8	8,4
23.11.16	5	75	4	38,6	100	8	8,6
24.11.16	5	75	4	38,6	100	8	8,8
25.11.16	5	66	4	40	100	8	9,0
26.11.16	6,9	76,4	6	42,8	400	8	9,2
27.11.16	7,0	71,3	6	40	400	8	9,5
28.11.16	5,7	76.4	6	42,8	500	8	9,8

აგრეთვე დადგინდა ზემოაღნიშნული მონაცემების საშუალო მნიშვნელობების დროსთან დამოკიდებულება (ნახ. 1, 2, 3, 4, 5).



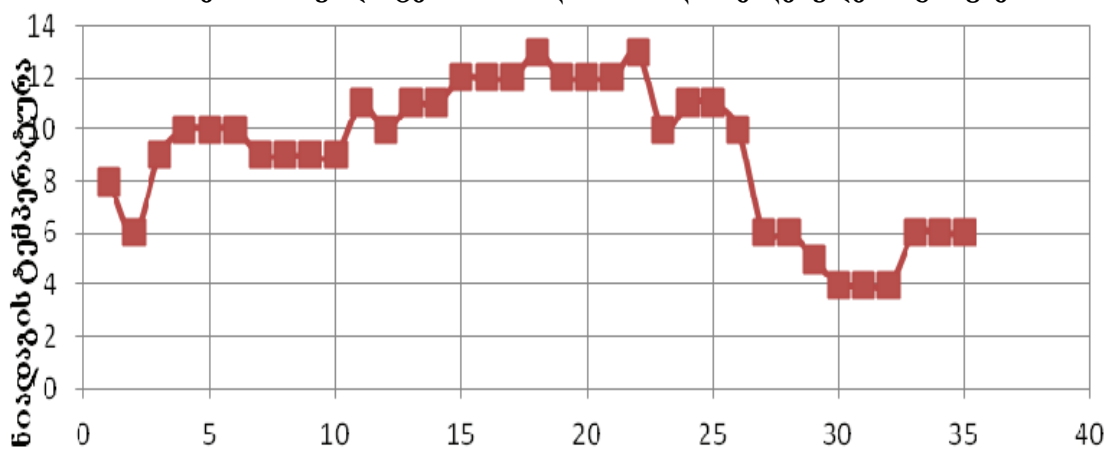
25.10.16-28.11.16

ნახ.1. ჰაერის საშუალო ტემპერატურის დროსთან დამოკიდებულების გრაფიკი



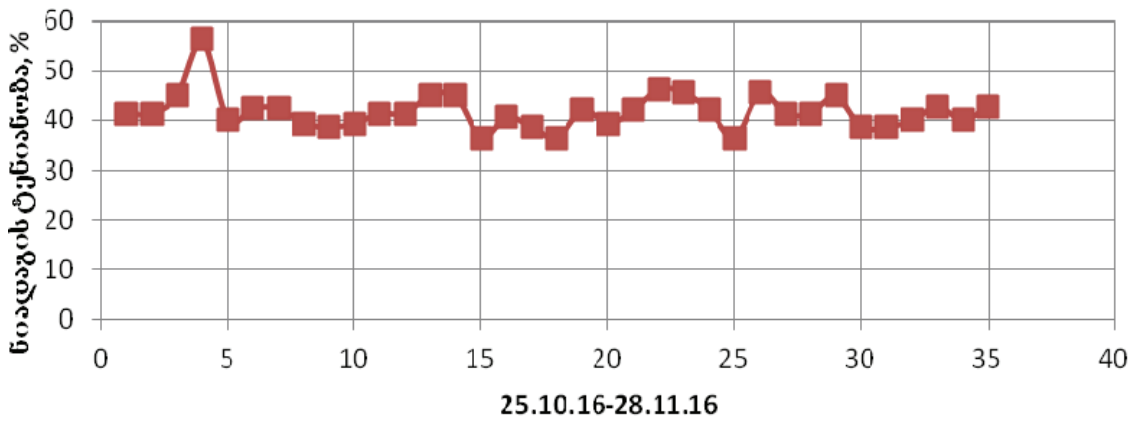
25.10.16-28.11.16

ნახ. 2. ჰაერის საშუალო ტენიანობის დროსთან დამოკიდებულების გრაფიკი

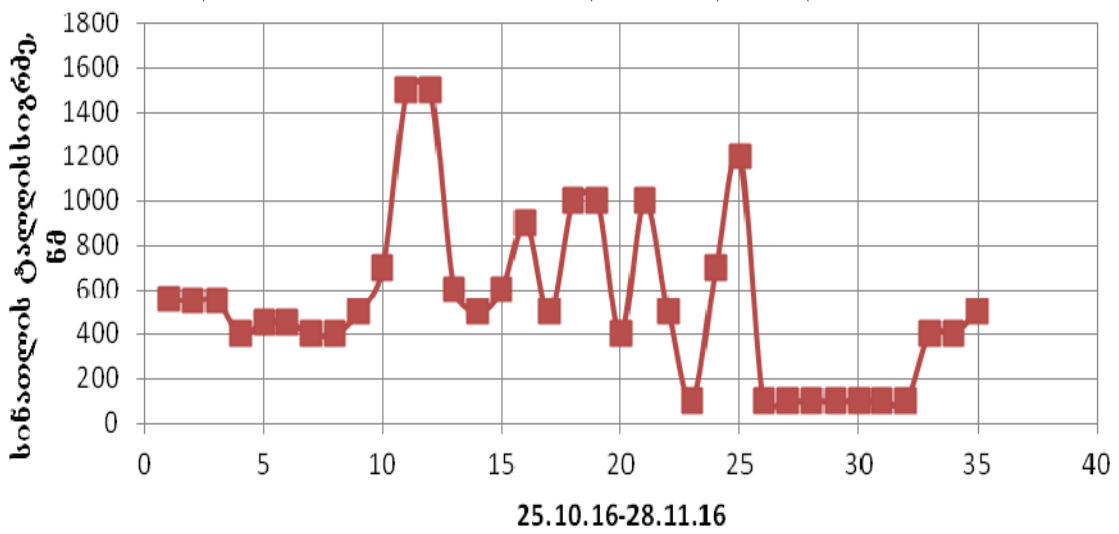


25.10.16-28.11.16

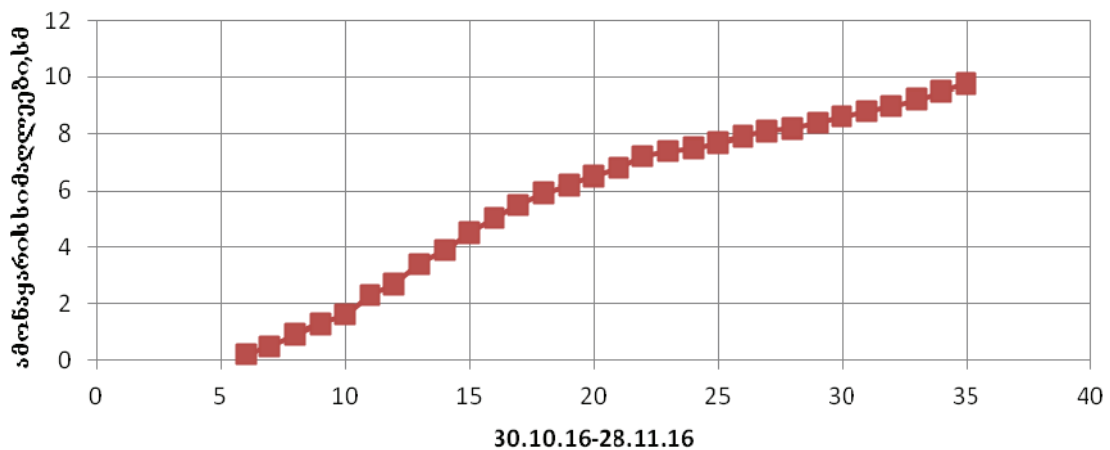
ნახ. 3. ნიადაგის საშუალო ტემპერატურის დროსთან დამოკიდებულების გრაფიკი



ნახ. 4. სიბაღის საშუალო ტენიანობის დროსთან დამოკიდებულების გრაფიკი



ნახ. 5. სინათლის ტაღის საშუალო სიგრძის დროსთან დამოკიდებულების გრაფიკი



ნახ. 6. მცენარე კონდარის ამონაყარის დროსთან დანაკიდებულების გრაფიკი

კვლევის დაწყებიდან 34 დღის შემდეგ გეოსალიჩაზე ამოსული მცენარე კონდარის ამონაყარის სიმაღლე და სისშირე ასე გამოიყურება (ფოტო 3).



ფოტო 3. გეოსტრუქტურული ლაბორატორიული მცენარეების  
საერთო ხედი კვლევის დაწყებიდან 34 დღის შემდეგ

### დასკვნა

ამრიგად, ჩატარებულმა ლაბორატორიულმა კვლევებმა გამოავლინა გეოსტრუქტურული „ლუფაერომატის“ ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო და მოწყველად ფერდობზე ბიომრავალფეროვნების აღდგენის პოტენციური და შექმნა საფუძველი გეოსტრუქტურული „ლუფაერომატის“ სამომავლოდ დასანერგად.

ვალფეროვნების აღდგენის პოტენციური და შექმნა საფუძველი გეოსტრუქტურული „ლუფაერომატის“ სამომავლოდ დასანერგად.

### ლიტერატურა

1. GEOMATE 2013 NAGOYA JAPAN. <http://www.conferencealerts.com/show-event?id=111897>
2. G. Chakhaia, Sh. Bosikashvili, Z. Varazashvili, R. Diakonidze, I. Khubulava, T. Supatashvili, L. Tsulukidze, M. Shavlakadze, F. Lortkifanidze – The Laboratory Research of Soil Erosion Against Geomat „Nesfile“ and „Nesgeo“. Collected papers of Water Management Institute of Georgian Technical University № 67. Tbilisi. 2013, pp. 203-208.
3. G. Chakhaia, Z. Varazashvili, L. Tsulukidze, M. Shavlakadze, I. Khubulava, G. Omsarashvili, T. Supatashvili, O. Oqriashvili, N. Sukhishvili – The Laboratory Research of Resource Saving, Bioengineering Measure (Geo Mat “Luffaeromat“) against Soil Degradation Running on the Vulnerability Mountain Slopes (Georgia). Collected papers of 4<sup>th</sup> International Scientific and Technical Conference “Modern Problems of Water Management, Environmental Protection, Architecture and Construction“. Tbilisi. 2014, pp. 35-39.



# ს ნ ო ტ ა ც ი ე ბ ი

ჰიდროტექნიკური ნაგებობების  
საიმედოობა და რისკი  
**მდ. მტკვრის ქვედა წელში  
წყალდიდობების  
რისკის შემცირება**

გ. ალიევი <sup>12</sup>, ე. განბაროვი <sup>2</sup>, ბ. გარაევა <sup>2</sup>,  
ზ. რამაზანლი <sup>2</sup>, ე. კაფაროვი <sup>3</sup>

- <sup>1)</sup> შპს აზერბაიჯანის რწყვისა და დაშრობის ტექნიკური მომსახურება
- <sup>2)</sup> აზერბაიჯანის მედიორაციისა და წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
- <sup>3)</sup> აზერბაიჯანის არქიტექტურისა და მშენებლობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
ქ. ბაქო, აზერბაიჯანი

სტატია ეძღვნება მდ. მტკვრის ქვედა წელში მოულოდნელ წყალდიდობებს და მინგეჩაურის მიწის კაშხლისა და ნაპირსამაგრი ნაგებობების გარღვევის რისკის ანალიზს, რომელიც მოიცავს საფრთხის წყაროებს, მდინარე მტკვრის ქვედა წელში საგანგებო სიტუაციების მართვისა და პრევენციული ზომების მონაცემთა ბაზის შექმნას.

**საკვანძო სიტყვები:** მდ. მტკვარი, წყალდიდობა, რისკის შემცირება, კაშხლის უსაფრთხოება.

**გარემოს დაცვა  
შავი ზღვის წყლისა და ჰაერის  
ფარდობითი ტემპერატურის  
კვლევა საიმედოობისა და რისკის  
თეორიის გამოყენებით**

**ა. გავარდაშვილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
თბილისი, საქართველო

დოქტორანტურის საგანმანათლებლო პროგრამის „შავი ზღვის ეკოლოგიური პარამეტრების კვლევა მულტიმედიური ბაზების საფუძველზე“ დაფინანსებით შავი ზღვის აკვატორიაში გაზომილ იქნა წყლისა ( $t_1$ ) და ჰაერის ( $t_2$ ) ტემპერატურა და საიმედოობისა და რისკის თეორიის გამოყენებით დადგენილია ფარდობითი ტემპერატურის ( $t_1/t_2$ ), პისტოგრა-

მის გრაფიკი და შესაბამისი ფუნქციის სიმკვერივის განაწილების კანონი.

**საკვანძო სიტყვები:** შავი ზღვის აკვატორია, წყლისა და ჰაერის ტემპერატურა, ფარდობითი ტემპერატურა.

**გარემოს დაცვა  
ჰიდროლოგია და ეკოლოგია  
მდინარეების – ლაქნაშერასა და ლექვერის  
წყალშემკრებ აუზებში მთის ფარდობების  
ეროზიის პრობნოზი ნიადაგის და-  
ნაკარგების ეროზიული პროცესების უნი-  
ვერსალური განტოლების გამოყენებით**

**გ. გავარდაშვილი<sup>1,2)</sup>**

- <sup>1)</sup> საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
- <sup>2)</sup> გარემოს დაცვის ეკოცენტრი  
ქ. თბილისი, საქართველო

მდინარეების – ლაქნაშერასა და ლექვერის წყალშემკრებ აუზებში 2016 წლის გაზაფხული – შემოდგომის სეზონში ჩატარებული საველე-ექსპედიციური საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების თანახმად დაფიქსირებულ იქნა 14 სენსიტიური უბანი, სადაც აქტიურად მიმდინარეობს ეროზიულ-მეწვრული პროცესები.

საველე სტატისტიკური მასალის ანალიზისა და ნიადაგის დანაკარგების ეროზიული პროცესების უნივერსალური განტოლების გამოყენებით დადგენილია მთის ფარდობების ეროზიის ინტენსივობა მისი ძირითადი განმსაზღვრელი პარამეტრების მხედველობაში მიღებით.

მათემატიკური გამოთვლებით დადგინდა, რომ სენსიტიურ უბნებზე ნიადაგ-გრუნტის ზედაპირის დეგრადაციის ხარისხი, ანუ ეროზიული პროცესების კლასი იცვლება 1-დან მე-3-მდე შესაბამისი ეროზიის ინტენსივობით: I კლასის ეროზიის შემთხვევაში ეროზიის ინტენსივობა იცვლება 0 – 2 ტ/ჰა წელიწადში, II კლასის შემთხვევაში – 2 – 5 ტ/ჰა წელიწადში, ხოლო III კლასის შემთხვევაში კი – 5 – 10 ტ/ჰა წელიწადში, ეროზირებული ნაწილაკების ჩამორეცხვით.

**საკვანძო სიტყვები:** სენსიტიური უბანი, ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესები, დეგრადაციის ხარისხი, ეროზიის კლასი, ინტენსივობა.

**გარემოს დაცვა  
ჰიდროლოგია და ეკოლოგია  
მდინარე ვერეს მარჯვენა შენაკადის –  
მდინარე ჯახანას ხეობი სენსიტიური  
უბნების დაზიანებისა და მათი შეფასება**

**ნ. გავარდაშვილი**

გარემოს დაცვის ეკოცენტრი  
ქ. თბილისი, საქართველო

ქ. თბილისის მოსახლეობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით ნაშრომში წარმოდგენილია მდინარე ვერეს მარჯვენა შენაკადის – მდინარე ჯახანას ხევის წყალშემკრები აუზის დახასიათება ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების მიმართებით, დაფიქსირებულია მდინარის კალაპოტისა და მთის ფერდობების სენსიტიური უბნები GPS-ის კოორდინატებში და დატანილია ციფრულ რუკაზე. სენსიტიური უბნებიდან აღებულია ნიადაგ-გრუნტის ანალიზები მათი ლაბორატორიაში საინჟინრო-გეოლოგიური გამოკვლევის მიზნით.

**საკვანძო სიტყვები:** მდინარე ვერე, ჯახანას ხევი, ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესები, უსაფრთხოება, სენსიტიური უბნები.

**ჰიდროლოგია და ეკოლოგია  
შავი ზღვისა და მასში ჩამდინარე  
წყლების ხარისხის შეფასება  
საქართველოს საზღვრებში**

**რ. დიაკონიძე, ე. შენგელია,  
გ. გავარდაშვილი, გ. ჩახაია,**

**ლ. წულუკიძე, თ. სუპატაშვილი,  
ბ. დიაკონიძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო

სტატიაში შეფასებულია შავი ზღვისა და მასში ჩამდინარე მდინარეების წყლის ხარისხი. კვლევის ობიექტია საქართველოს შავიზღვისპირა კურორტების მიმდებარე წყლები და მათში ჩამდინარე მდინარეები.

საველე-სამეცნიერო და ლაბორატორიული კვლევების საფუძველზე დადგენილია შავი ზღვისა და მასში ჩამდინარე წყლების ხარისხის ფონური მაჩვენებლები. ზღვისა და მდინარეების წყლის ხარისხის შესაფასებლად გამოყენებულია როგორც ჩვენი, ისე ევროპის ქვეყნების ნორმატიული დოკუმენტები.

**საკვანძო სიტყვები:** მდინარე, ზღვა, წყლის ხარისხი.

**მშენებლობა, ეკოლოგია  
მწვანე საფარების მოწყობის  
ტექნოლოგია ბრტყელ ბადახურვებზე  
ქ. თბილისში**

**ზ. ეზუგბაია<sup>1</sup>, ლ. იტრიაშვილი<sup>2</sup>,  
ი. ირემაშვილი<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
<sup>2</sup> საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

წარმოდგენილია ზოგადი მიმოხილვა მწვანე საფარების მოწყობის შესახებ ჰორიზონტალურ ზედაპირებზე. მოცემულია ტექნოლოგიური სქემა მწვანე ნარგავებისთვის ტექნიკური ფენების მოწყობისათვის, აგრეთვე წარმოდგენილია რეკომენდაციები გრუნტოვანი ფენის შერჩევისათვის მწვანე სახურავებისა და სხვა ზედაპირების მოსაწყობად.

**საკვანძო სიტყვები:** სახურავი, მწვანე ნარგავები, ტექნოლოგია, ბურუნის ფენები, გრუნტის ფენა, ტორფი, ბენტონიტი, პოლიელექტროლიტის სხნარი, კასეტა.

წყალთა მეურნეობის ეკონომიკა

**საქართველოს წყალთა მეურნეობაში  
ძირითადი ფონების (საშუალებების)  
ამორტიზაციის შესახებ**

**მ. ვართანოვი, ე. კეჩხოშვილი,  
ფ. ლორთქიფანიძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ცოტნე მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

მსოფლიო პრაქტიკაში გამოიყენება ამორ-

ტიზაციის დარიცხვისა და ნარჩენი საბალანსო ღირებულების განსაზღვრის სხვადასხვა მეთოდები. სტატიაში განხილულია ძირითადი ფონდების (საშუალებების) ნარჩენი საბალანსო ღირებულების ჩამოწერის მეთოდები, მათ შორის, მეთოდი საბალანსო ღირებულების ჩამოწერის მუდმივი წილით, რიგითი რიცხვების ჯამების მეთოდი, ცხრილური მეთოდი, დაგროვილი რეზერვისა და ანუიტეტების მეთოდები. მოყვანილია საქართველოს კანონმდებლობის შესაბამისად ძირითადი ფონდების დაჯგუფება ამორტიზაციის ნორმების მიხედვით.

**საკვანძო სიტყვები:** ძირითადი ფონდები, ამორტიზაცია, ნარჩენი საბალანსო ღირებულება, ამორტიზაციის დარიცხვის მეთოდები, ამორტიზაციის ნორმები.

**ჰიდროლოგია და ეკოლოგია  
მდინარე ნემანის აუზის ჩამონადენის  
პროგნოზული ცვლილებები**

**ა. ვოლჩეკი, ს. პარფომუკი**

ბრესტის სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
ბრესტი, ბელარუსია

მდინარე ნემანის აუზის ჩამონადენის ცვლილებების პროგნოზი შეიძლება გააკეთდეს ორი სცენარის მიხედვით: ეკონომიკური განვითარების და კლიმატის ცვლილების (A1B და B1). მონაცემების წყაროა 24 ჰიდროლოგიური სადგურის მასალები 1961 წლიდან 2009 წლამდე და 23 მეტეოროლოგიური სადგურის 1961 წლიდან 2010 წლამდე მდინარე ნემანის აუზში ბელარუსიასა და ლიტვაში. კვლევის დროს ჩვენ შევიმუშავეთ მულტი ფაქტორული მოდელი წყლის და თერმული ბალანსის ერთობლივი განტოლების გადაწყვეტის. წყლის ბალანსის მოდელირება შესრულებული იყო კომპიუტერულ პროგრამაში. A1B სცენარის შედეგები გვიჩვენებს ჩამონადენის ზრდას 7,4 დან 33,9 % -მდე. B1 სცენარი აჩვენებს 1,9 დან 21,6 %-მდე ჩამონადენის ცვლილებას.

**საკვანძო სიტყვები:** ჩამონადენი, წყალი, ბალანსი, მოდელი, პროგნოზი, ცვლილება, მდინარე ნემანი.

**წყლის რესურსები  
საქართველოს წყლის რესურსების მართვა  
ტრანსსასაზღვრო მდინარეების პირობებში**

**ი. იორდანიშვილი, ი. ირემაშვილი,  
კ. იორდანიშვილი, დ. ფოცხვერია,  
ლ. ბილანიშვილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო

სტატიაში განხილულია საქართველოს წყლის რესურსების კომპონენტების თანამედროვე მოცულობები და გამოყენების სახეობები, გაანალიზებულია მათი გამოყენების შესაძლებლობები ტრანსსასაზღვრო მდინარეების პირობებში.

**საკვანძო სიტყვები:** წყლის რესურსების კომპონენტები; ტრანსსასაზღვრო მდინარეები.

**ჰიდროტექნიკური ნაგებობების  
საიმედოობა და რისკი  
მიწის გაშხლავის ზედა ფენის  
მდგრადობის გაანგარიშების  
მეთოდიკა ცვალებადი დაწნევითი  
რეჟიმის პირობებში**

**ლ. იტრიაშვილი, ე. ხოსროშვილი,  
გ. ნატროშვილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ცოტნე მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

გაანალიზებულია ირიგაციული წყალსაცავების დაწნევითი ცვალებადი რეჟიმის გაფლენა გრუნტის კაშხლების ფილტრაციულ რეჟიმსა და სტატიკურ მდგრადობაზე. შემოთავაზებულია ზედა ფენების მდგრადობის გაანგარიშების გაუმჯობესებული მეთოდიკა დაწნევებისა და პრიზმის სხვადასხვა წყალგაჯერების დროს. მოყვანილია გაანგარიშების სქემის მაგალითი.

**საკვანძო სიტყვები:** წყალსაცავი, დაწნევითი რეჟიმი, კაშხალი, მდგრადობა, გაანგარიშების მეთოდი.

ეკოლოგია  
“ტრასეკას“ დერეფნის მიმდებარედ  
არსებული მოწყვლადი ფერდობის  
მდგრადობის შეფასება

ნ. კვაშილავა, ზ. ლობჯანიძე, ი. კვიციანი,  
ს. გოგილავა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა  
მეურნეობის ინსტიტუტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

ნაშრომში გამოთვლილია “ტრასეკას“ დერეფნის მიმდებარედ არსებული მოწყვლადი ფერდობის სისქის როგორც “მშრალი“, ასევე წყლით გაჯერებული გრუნტის ფენის კრიტიკული მნიშვნელობები, რომლის გადაჭარბება იწვევს მეწყრული პროცესების წარმოქმნას.

განგარიშების შედეგად ასევე დადგინდა, რომ წყლით გაჯერება ფერდობის კრიტიკულ კუთხეს ამცირებს დაახლოებით 15<sup>0</sup>-40<sup>0</sup>-ით, რომლის შედეგად ხდება ფერდობის წონასწორობის დარღვევა.

როგორც გამოთვლებიდან ჩანს, მოცემულ შემთხვევაში, წყლით გაჯერების პირობებშიც კი, ფერდობის დაძვრა ნაკლებად სავარაუდოა.

**საკვანძო სიტყვები:** გრუნტის ფენის კრიტიკული სიდიდე, „მშრალი“ გრუნტი, ფერდობის წონასწორობის დარღვევა, წყლით გაჯერებული გრუნტი.

ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია  
კოლხეთის დაბლობზე ღია ბამტარი  
ქსელის ტრასირების დონისპიკების  
შემუშავება

შ. კუპრეიშვილი, ზ. ლობჯანიძე, პ. სიჭინავა,  
ფ. ლორთქიფანიძე, ლ. მანისაია

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო

კოლხეთის დაბლობზე ღია წყალშემკრებ არხებს შორის მანძილების საანგარიშო ფორმულები ერთი და იმავე პირობებისათვის საკმაოდ განსხვავებულ შედეგებს

იძლევა, რაც ძირითადად უნდა აიხსნას კალაპოტის ზედაპირის ხორკლიანობით, სხვადასხვა ავტორთა მიერ სკალებს შორის არასრულყოფილი თანხედრის არსებობით, თუმცა შესაძლებელია მათი სრული იდენტიფიკაცია ნაკადის სიღრმისა და ჰიდრაულიკური რადიუსის მნიშვნელობის ვარიაციებით.

სტატიაში შემოთავაზებულია დამშრობ ქსელზე ჩასაგდები და მიმდები არხების შეუღლების სწორი ან მასთან მიახლოებული მოხვეულობის  $f$  კუთხე. დასაბუთებულია, რომ მოხვეულ უბანზე გარეცხვა სწორხაზოვანთან შედარებით 15%-ით უფრო ეფექტურია.

**საკვანძო სიტყვები:** კოლხეთის დაბლობი, გამტარი ქსელი, ჰიდრაულიკური პარამეტრები, არხი.

ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია  
ნიადაგის სითბური მახასიათებლების  
დამოკიდებულება სიმკვრივესა  
და ტენიანობაზე სხვადასხვა  
ტიპის ნიადაგებისათვის

მ. მაჭარაშვილი, ლ. კეკელიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ცოტნე მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

სტატიაში განხილულია ნიადაგის სითბური მახასიათებლების დამოკიდებულება სიმკვრივეზე, კერძოდ, ტემპერატურაგამტარობისა და სითბოგამტარობის კოეფიციენტის დამოკიდებულება სიმკვრივესა და ტენიანობაზე.

საანგარიშო ემპირიულ ფორმულაზე დაფრდნობით მიღებულია ზოგადი ფორმულა, რომლის უპირატესობა ისაა, რომ ფარდობითი ცდომილება იცვლება 0,62%–0,55%–ის ფარგლებში. შესაძლებელია სხვადასხვა ტიპის ნიადაგების დაჯგუფება სითბური მახასიათებლების მიხედვით.

**საკვანძო სიტყვები:** სიმკვრივე, ტენიანობა, სითბოგამტარობა.

**ჰიდროლოგია  
ბელარუსიის ტერიტორიაზე  
მელიორაციული სისტემებისა და  
ნაგებობების დაპროექტებისა  
საანგარიშო ჰიდროლოგიური  
მანათლებლების განსაზღვრის  
თავისებურებაები**

**ო. მეშიკი, ტ. ზუბრიცკაია**

ბრესტის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,  
ქ. ბრესტი, ბელარუსია

სტატიაში განხილულია მელიორაციული სისტემებისა და ნაგებობების დაპროექტებისათვის საჭირო ჰიდროლოგიური გაანგარიშების ზოგიერთი სიძნელე. ჰიდრომეტრიული დაკვირვების მონაცემები არის ძირითადი საანგარიშო მეთოდი ბელარუსის ტერიტორიაზე. ის მოიცავს ისეთ ჰიდროგრაფიულ წყალშემკრებებს როგორებიცაა, ტყე, ჭაობი ტბა და ა.შ. ჰიდროგრაფიული მონაცემების სანდობა არის ადამ რადგან მათ აქვთ დეკადურად ცვლადი ხასიათი. ჰიდროგრაფიული მონაცემების ცვლილების სხვადასხვა ვარიანტის მხედველობაში მიღებით წარმოდგენილი ჩამონადენის მოდულის პროგნოზი იყო მისაღები. ჩამონადენის მოდულის რუკები მომზადდა მელიორაციული პროექტების დაპროექტებისათვის. რუკები მოიცავენ გაზაფხულის წყალუხვობას და წყალდიდობებს, თოვლის წინა და საბაზო ჩამონადენებს.

**საკვანძო სიტყვები:** ჰიდროლოგიური გაანგარიშება, მელიორაციული სისტემები, დაპროექტება, ჩამონადენის პროგნოზი.

**ჰიდროლოგია და მეტეოროლოგია  
კლიმატის გვალვიანობის დინამიკა**

**ო. მისეცაიტე <sup>1</sup>, გ. ტუნგუზი <sup>2</sup>,  
გ. ლუკაშევიჩი <sup>3</sup>**

- 1) ალექსანდრას სტულგინსკის სახელობის უნივერსიტეტი, ლიტვა
- 2) აღმოსავლეთ სარაევოს ბოსნიისა და ჰერცეგოვინის უნივერსიტეტი, ბოსნია-ჰერცეგოვინა
- 3) ბელარუსიის სახელმწიფო სასოფლო სამეურნეო აკადემია, ბელარუსია

სტატიაში განხილულია 1997-2015 პერიოდის მონაცემები (წლიური და ვეგეტაციის პერიოდი) კაუნასში (ლიტვა), სარაევოში (ბოსნია და ჰერცეგოვინა) და გორკში (ბელარუსია). ჰიდრომეტრიული ინდექსის, კლიმატის ხელსაყრელობის ინდექსის, ეკოსისტემების მცენარეული საფარის და გვალვიანობის ინდექსის მონაცემების მიხედვით წარმოდგენილია კლიმატის გვალვიანობის რისკი.

**საკვანძო სიტყვები:** კლიმატის ცვალებადობა, ტემპერატურა, ნალექები, გვალვიანობის ინდექსი.

**წყალთა მეურნეობა  
ბელარუსიის რესპუბლიკის წყლის  
რესურსების ხარისხი  
და მათი დაცვის შესაძლო გზები**

**მ. ნესტეროვი, ი. ნესტეროვა**

ბელარუსიის სახელმწიფო სასოფლო-სამეურნეო აკადემია, ქ. გორკი, ბელარუსია  
სტატიაში განხილულია ბელარუსიის რესპუბლიკის წყლის რესურსების მდგომარეობა და მათი გაუმჯობესების გზები და საშუალებები. წარმოდგენილია ეკოლოგიურად სუფთა და შედარებით იაფი სამშენებლო მასალები წყლის რესურსების დასაცავად.

**საკვანძო სიტყვები:** წყლის რესურსები, ანტიფილტრაციული ზღუდარი.

**ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია  
სარწყავი კვლების დაჭრა ახალი  
კონსტრუქციის კვალსაჭრელით**

**გ. სამხარაძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

საქართველოს ფართობის თითქმის 90% კვალში მიშვებით ირწყვება. სარწყავი კვალი იჭრება მოხსნულ, დამუშავებულ ფართობში გუთნისებური კვალსაჭრელებით. კვალის ფორმირება მიმდინარეობს თხრითა და თრევით, რაც იწვევს კვალის კედლები-

სა და ძირის გახლეჩას. გახლეჩილ კვალში ნიადაგის ფილტრაცია მაქსიმალურად იზრდება, რაც იწვევს 5-10 მ-ში ნიადაგის დატბორვას, რითაც კვალის მოქმედების სიგრძე მცირდება. გარდა ამისა, დახლეჩილ კვალში წყლის ნაკადის მცირე დინებაც ადვილად გადაადგილებს ნიადაგის პატარა ზომის მოგლეჯილ ნაწილაკებს, რაც ხელს უწყობს წყლისმიერ ეროზიას. არსებული მდგომარეობა გეკარნახობს სარწყავი კვალის ახალი ტექნოლოგიისა და მექანიზმის ძიებას, რომლითაც დაგრძელებული იქნება სარწყავი კვალის მოქმედება და შემცირდება წყლისმიერი ეროზია.

ახალი საგორი კვალსაჭრელი კვალს ჭრის ახალი ტექნოლოგიით: ჭრითა და ტკეპნით. იგი თავისი წონითა და ტრაქტორის ჰიდრავლიკის დაწოლით ღრმავდება ნიადაგში და ტრაქტორის უკან გადაადგილებით ტოვებს სამკუთხედის კვეთის გაჭრილ და გატკეპნილ კვალს. დატკეპნის ხარისხი იმდენად მცირეა, რომ იგი ფილტრაციის საწინააღმდეგო ეკრანს არ ქმნის. კვალის კედლები მდგრადია, ნახლეჩების გარეშე, რაც ზრდის კვლების სიგრძეს და გამორიცხავს დატბორვას. ეს აგრეთვე ზრდის კვალის მოქმედების ვადას.

**საკვანძო სიტყვები:** გუთანის, საგორი კვალსაჭრელი, მდგრადობა, ენერგეტიკული მაჩვენებლები, მოდელი.

**მშენებლობა, ეკოლოგია**

**მასშინისი მშენებლობის საფარის ფიზიკური მოდელის შემდგომი მეთოდობა**

**ტ. ტაჩენკო, გ. მილეიკოვსკი**

კიევის მშენებლობისა და არქიტექტურის ეროვნული უნივერსიტეტი  
კიევი, უკრაინა

ჩატარებულია ზედაპირული გამწვანების მსოფლიო გამოცდილების ანალიზი. შემოთავაზებულია მისი გამოყენება უკრაინაში სახელმწიფო და საქალაქო ინოვაციური მწვანე პროექტების დონეზე. ექსტენსიური ტიპის მწვანე საფარებისთვის შექმნილია ფიზიკური მოდელი მზარდ მცენარეულ ფე-

ნაში სითბური ნაკადის შესწავლის მიზნით. პირველად ცდები წარმოებდა ლაბორატორიულ პირობებში და აეროდინამიურ მილში ქარის სხვადასხვა სიჩქარისას. ვიცით რა სითბური ნაკადის განაწილება ნიადაგის ზედაპირზე და გარემომცველი ჰაერის ტემპერატურაზე, შეიძლება განისაზღვროს ბალახის ფენის თბოგადაცემის კოეფიციენტი.

**საკვანძო სიტყვები:** ქალაქის გარემო, ზედაპირული გამწვანება, ექსტენსიური საფარი, ფიზიკური მოდელი, სითბური ნაკადი, აეროდინამიური მილი, ბალახის ფენის თბოგადაცემის კოეფიციენტი.

**ჰიდროლოგია და მეტეოროლოგია**

**წყალშემკრები აუზის ინფილტრაციური ლანდშაფტური თავისებურებანი და რეპროდუქციური მეთოდების გამოყენების შესაძლებლობა წყლის მასივალური ხარჯების ბასანგარიშობა**

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

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

ნაშრომში მოცემულია ჩამონადენის განმსაზღვრელი ფაქტორის – ატმოსფერული ნალექების ძირითადი მახასიათებლების განგარიშების მეთოდობა დასავლეთ საქართველოს რეგიონებისათვის.

როგორც საანგარიშო ხანგრძლივობის, ისე საანგარიშო რაოდენობის ნალექების სიდიდეთა დასადგენად ჩვენ მიერ შემოთავაზებული ანალიზური გამოსახულებების მიღების დროს, გათვალისწინებულ იქნა არსებული ანალოგიურ გამოსახულებათა გენეტიკური წყობა.

ნატურულ დაკვირვებათა მასალების სათანადო დამუშავება-ანალიზმა საშუალება მოგვცა მათთვის მიგვენიჭებინა რეგიონალური მნიშვნელობა, რომელთა კორექტირება (კოეფიციენტებისა და ხარისხის მაჩვენებლების)

ნებლებს) მოხდება საკვლევი აუზისათვის, უახლესი დაკვირვების მასალების მოპოვების შემდგომ.

**საკვანძო სიტყვები:** მაქსიმალური ჩამონადენი, წყალშემკრები ფართი, ატმოსფერული ნალექები, საანგარიშო უზრუნველყოფა.

**ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია  
ფოთის ჭარბტენიანი ნიადაგების  
ნაყოფიერების კვლევა ქიმიური  
მელიორაციის მიზნით**

**მ. შავლაყაძე, ქ. დადიანი,  
ლ. მისიაია, თ. სუპატაშვილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი ქ. თბილისი, საქართველო

სტატიაში წარმოდგენილია კოლხეთის (ფოთის) საცდელ-სამელიორაციო ეკოლოგიური პუნქტის ბაზაზე არსებული ჭარბტენიანი ნიადაგების აგროქიმიური ანალიზი. დადგენილია, რომ ანალიზის შედეგების მიხედვით ნიადაგები საჭიროებს ქიმიური მელიორაციის ღონისძიებების ჩატარებას მათი ნაყოფიერების ამაღლების მიზნით.

**საკვანძო სიტყვები:** ჭარბტენიანი ნიადაგი, აგროქიმიური ანალიზი, ქიმიური მელიორაცია.

**ჰიდროტექნიკა, წყალთა მეურნეობა**

**მიწის ზედაპირიდან ჩაშონილი  
ატმოსფერული ნალექის არინება  
კომბინირებული ღრენაში**

**ვ. შურდია, ლ. კეკელიშვილი, ხ. კიკნაძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი ქ. თბილისი, საქართველო

ნაშრომში გამოყენებულია არსებული პრაქტიკული ფილტრაციული გაანგარიშების მეთოდიკა კომბინირებული ღრენაჟის

ზედა იარუსისათვის, რომელიც განთავსებულია წყალმდეგზე. ასეთი ტიპის ღრენაჟი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ნაყოფიერი მიწების ფართობების ატმოსფერული ნალექებით დაჭაობებისაგან დაცვის მიზნით. ღრენაჟის ეფექტიანობის გაზრდისათვის საჭიროა ნიადაგის ზედა ნახევარმეტრიანი შრის წყალშედწევადობის გაზრდის ღონისძიებების ჩატარება.

**საკვანძო სიტყვები:** ნაპრალოვანი ღრენაჟი, კომბინირებული ღრენაჟი, ფილტრაცია, ნიადაგი.

**ეკოლოგია**

**გეოხალიჩა „ლუფაერომატის“ გამოყენებით  
მიწის ეროზირებული ფერდობის  
აღდგენის ეკონომიკური ეფექტიანობის  
გაანგარიშება**

**გ. ჩახაია, მ. ვართანოვი, ლ. წულუკიძე,  
ნ. კვაშილავა, ე. კენხოშვილი, ი. ხუბულავა,  
ს. გოგილავა, ი. კვიციანი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი ქ. თბილისი, საქართველო

ნაშრომში დადგენილია ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო თანამედროვე მეთოდის – გეოხალიჩა „ლუფაერომატის“ გამოყენებით ეროზირებული ფერდობის აღდგენისა და მასზე მრავალწლიანი კულტურის (თხილის პლანტაცია) გაშენების შემთხვევაში – ეკონომიური ეფექტიანობა. გაანგარიშებულია განსახორციელებელი სამუშაოებისათვის გაწეული ხარჯი და გეოხალიჩა „ლუფაერომატის“ გამოყენებით აღდგენილი ფერდობიდან მიღებული დისკონტირებული შემოსავალი 20-წლიანი პერიოდისათვის (2017-2036 წწ). ჩვენ შემთხვევაში, 2036 წლისათვის დისკონტირებული მოგება 1 ჰა-ზე 117 610 ლარი შეადგინა.

**საკვანძო სიტყვები:** დისკონტირებული შემოსავალი, გეოხალიჩა, ნიადაგის ეროზია.

დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები  
საქართველოში მეწვრულ-გრაფიტაციული  
მოვლენების შეფასების ზოგიერთი  
მეთოდოლოგიური საკითხი კლიმატის  
ცვლილებასა და მიწისპირებთან  
კავშირში

ემ. წერეთელი<sup>1,2</sup>, გ. გაფრინდაშვილი<sup>1,2</sup>, მ. გაფრინდაშვილი<sup>1</sup>, ც. დონაძე<sup>3</sup>, თ. ნანობაშვილი<sup>3</sup>

- <sup>1)</sup> სსიპ გარემოს ეროვნული სააგენტო, გეოლოგიის დეპარტამენტი;
- <sup>2)</sup> თსუ, ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტი;
- <sup>3)</sup> ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, გეოგრაფიის დეპარტამენტი ქ. თბილისი, საქართველო

საქართველოში ეგზოგეოლოგიური სტიქიურ პროცესებს შორის ტერიტორიის დაზიანებადობის მასშტაბებით (22%) და მიყენებული ზიანით დომინანტ ადგილს იკავებენ მეწვრულ-გრაფიტაციული მოვლენები. მათი განვითარების მორფოლოგიურ-კლიმატური არეალები განუსაზღვრელია დაბლობი ზღვისპირეთიდან მაღალმთიანი ალპური ზონის ჩათვლით. გეოლოგიური სტიქიით მიყენებული საერთო ზიანის 80%-მდე მოსახლეობის, ინფრასტრუქტურული ობიექტებისა და გარემოსადმი ამ უარყოფით მოვლენებზე მოდის.

საქართველოში ჰეტეროგენული ხასიათის მეწვრულ-გრაფიტაციული სუპერმოვლენებიდან ტერიტორიის მოწყვლადობით, ფართობული გავრცელებით, მოცულობებით და საშიშროების რუსკის მიხედვით გამოირჩევიან: 1. კლიმატოგენური (კონსისტენტური) მეწვრები, რომელთა ტრანსფორმაცია მთლიანად განპირობებულია ფერდობების „ტენიანობის ეფექტის“ ენერგეტიკული დამუხტვით და მათი ამგებელი ქანების ძვრის წინააღობის დაქვეითებით კრიტიკულ ზღვრამდე. ამ სახის მეწვრები იკავებენ საერთო რაოდენობის 70%-ს და მათი პერიოდული გააქტიურება ფონურზე ზევით ექსტრემალურამდე დამოკიდებულია ატმოსფერული ნალექების შიდაწლიურ დადებით

გადახრაზე მრავალწლიურის საშუალო ნორმიდან. 2. ტექტოსეისმოგენური მეწვრულ-გრაფიტაციული მოვლენები, რომელთა გეოლოგიური ფორმირების პირობები უშუალოდ განპირობებულია ფერდობების ტექტონიკურ აშლილობაზე, ხოლო მთავარ მაპროვოცირებელ ფაქტორს წარმოადგენენ მიწისძვრები. ამ ტიპის გრაფიტაციული მოვლენები გამოირჩევიან ფერდობების ღრმა დეფორმაციით და დიდი მოცულობებით, რომელთა წინააღმდეგ ბრძოლა თითქმის შეუძლებელია. ამიტომ საშიშროების რისკის შემცირების ერთადერთ ეფექტურ მიმართულებად მიგვაჩნია იმის ცოდნა თუ სად, რომელ გეოლოგიურ სივრცეში არის მოსალოდნელი ამ სახის გეოლოგიური კატასტროფების წარმოქმნა და რა სახის ობიექტები შეიძლება მოხვდნენ მათი საშიშროების რისკის ქვეს. აუცილებელია შეიქმნას ტექტო-სეისმოგენური მეწვრულ-გრაფიტაციული მოვლენების სპეციალიზირებული რუკა. თავის მხრივ ტექტოსეისმოგენური გეოგრაფიული არეალების დადგენა უნიკალურ ინფორმაციას მისცემს სეისმოლოგებს ისტორიული მიწისძვრების არსებობის დადგენისა და მათი წარმოქმნის შესახებ შესაბამისი გეოდინამიკური გარემოს პირობებში.

**საკვანძო სიტყვები:** მეწვრულ-გრაფიტაციული მოვლენები, გეოლოგიური კატასტროფები, გარემოს დაცვა.

**ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია  
სიმიონის ჯიშის „აჯამეთის თეთრის“ მარცვლის, ჩაღისა და საერთო ბიომასის მიერ ნიადაგიდან ბამოტანილი საკვები ნივთიერებები შიდა ქართლის (მუხრანის) სარწყავი სისტემის პირობებში**  
ო. ხარაიშვილი, ნ. მებონია, ქ. როყვა,  
ლ. ბაიდაური, მ. ლომიშვილი, მ. კიკაბიძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
ქ. თბილისი, საქართველო

დადგენილია, რომ რწყვის სხვადასხვა რეჟიმი და განოყიერების ნორმები გარკვეულ კანონზომიერ ზეგავლენას ახდენს მცენარის მიერ ნიადაგიდან საკვები ნივთიერებების გამოტანაზე, სიმიონის ჯიშის „აჯამეთის თეთრის“ მარცვლის, ჩაღისა და საერთო ბიომასის მო-



სავლის ნამატის თითოეული ცენტნერის მიერ გამოტანილი აზოტის რაოდენობა თითქმის ერთნაირია ნიადაგის ტენიანობის ყველა რეჟიმის პირობებში, ხოლო ფოსფორისა და კალიუმის საკვები ნივთიერებების ჯამი თანდათანობით მატულობს, ნიადაგის ტენიანობის რეჟიმის გადიდების ხარჯზე.

დასაბუთებულია, რომ ნიადაგის ტენიანობის გადიდებასთან ერთად აზოტის პროცენტული შემცველობა თანდათანობით კლებულობს და მატულობს ფოსფორისა და კალიუმის პროცენტული შემცველობა.

შემოთავაზებულია ფაქტიური და ფორმული განსაზღვრული მნიშვნელობები, რომელთა შორის სხვაობა არ აღემატება 10%-ს.

**საკვანძო სიტყვები:** მორწყვა, ნიადაგი, ტენიანობა, საკვები ნივთიერებები.

**ჰიდროლოგია და მეტეოროლოგია  
სარწყავი სისტემების წყალსაცავების  
დონური რეჟიმის  
ტიპური წლიური გრაფიკი**

**ე. ხოსროშვილი, გ. ნატროშვილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი ქ. თბილისი, საქართველო

ამიერკავკასიის სარწყავი სისტემების წყალსაცავების ექსპლუატაციის ანალიზის საფუძველზე დადგენილია მოქმედი დაწნევების ციკლურობის, სიდიდეებისა და სიჩქარეების ცვალებადობის ძირითადი კრიტერიუმები. შემოთავაზებულია დონური რეჟიმის წლიური ტიპური გრაფიკის მოდელი და დონის ცვალებადობის გავლენის სკალა ზედა ფერდობის მდგრადობაზე.

**საკვანძო სიტყვები:** წყალსაცავი, კაშხალი, ზედა ფერდობი, დონე, დაწნევა, ციკლურობა, ტიპური გრაფიკი.

გარემოს დაცვა

**ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო, ბუნებრივი მასალისაგან დამზადებული, თანამედროვე გეოხალიჩის ლაბორატორიული კვლევა  
ი. ხუბულავა**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი ქ. თბილისი, საქართველო

ნაშრომში წარმოდგენილია ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო, ბუნებრივი მასალისაგან დამზადებული, თანამედროვე გეოხალიჩა „ლუფაერომატზე“ განხორციელებული ლაბორატორიული კვლევა, რომლის მიზანია ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო გეოხალიჩის ეფექტურობის დადგენა.

კვლევის ფარგლებში ტარდებოდა დაკვირვებები ლაბორატორიაში არსებულ ჰაერის ტემპერატურასა და ტენიანობაზე, ასევე, საექსპერიმენტო ყუთში მოთავსებულ ნიადაგის ტემპერატურაზე და ტენიანობაზე, pH-ზე და სინათლის ტალღის სიგრძეზე. მორწყვა ხორციელდებოდა გეოხალიჩაში ჩათესილი მცენარეების წყალმოთხოვნილების გათვალისწინებით. დროის 2-დღიანი ინტერვალით იზომებოდა მცენარეთა ამონაყარის სიმძლავრეები. აგრეთვე, დადგინდა ზემოაღნიშნული მონაცემების საშუალო მნიშვნელობების დროსთან დამოკიდებულება. გეოხალიჩა „ლუფაერომატზე“ ჩატარებულმა ლაბორატორიულმა კვლევებმა დაგვანახა, რომ ის წარმოადგენს მოწყვლადი ფერდობების სტაბილიზაციისა და ბიომრავალფეროვნების აღდგენის ეფექტურ და რეალურ ღონისძიებას.

**საკვანძო სიტყვები:** ნიადაგის ეროზია, მოწყვლადი ფერდობი, გეოხალიჩა.

---

---

## A N N O T A T I O N S

**Reliability and risk  
of hydraulic engineering constructions**  
**REDUCTION OF HAZARDS DUE TO  
FLOODS IN LOWER KURA**

**V. Aliyev<sup>1,2</sup>, E. Ganbarov<sup>2</sup>, B. Garayeva<sup>2</sup>,  
Z. Ramazanli<sup>2</sup>, E. Gafarov<sup>3</sup>**

<sup>1)</sup> AMIR Technical Services LTD

<sup>2)</sup> Institute of Water Problems of Azerbaijan  
Amelioration and Water Management

<sup>3)</sup> Azerbaijan State University of Architecture and  
Construction, Baku, Azerbaijan

The paper is devoted sudden flooding in Lower Kura and to the risk analysis of break of the Mingchevir earthen dam and coast-protecting structure's. The risk analysis covers hazard sources, pathways and vulnerability of receptors, creation of the data base for pre-flood measures and flash flood emergency management at downstream of Kura river valleys.

**Key words:** Kura River, flooding, risk mitigation, dam safety, reservoir.

**Environmental protection**  
**RESEARCH OF BLACK SEA WATER AND  
AIR RELATIVE TEMPERATURE  
USING VULNERABILITY AND RISK  
THEORY**

**A. Gavardashvili**

Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

Within the financial support of the Doctor Curricula entitled "Research of Black Sea Ecological Parameters based on the Multimedia Bases" in the Black Sea Offshore, air and water temperatures have been measured. Using the Vulnerability and Risk Theory the histogram graph of relative temperature has been built and Law of Density Distribution of appropriate function has been established.

**Key Words:** Black Sea Offshore, Water and Air Temperature, Relative temperature.

**Environmental protection**  
**Hydrology and Ecology**  
**THE FORECAST OF THE MOUNTAIN SLOPE  
EROSION IN THE BASIN OF RIVERS  
LAQNASHERA AND LEQVERARI BY USING  
OF UNIVERSAL INDEPENDENCE OF SOIL  
LOSS EROSION PROCESSES**

**G. Gavardashvili<sup>1,2)</sup>**

<sup>1)</sup> Ts. Mirtskhulava Water Management Institute  
of Georgian Technical University

<sup>2)</sup> Ecocentre for Environmental Protection  
Tbilisi, Georgia

As a result of field expedition-engineering-geological researches conducted in the catchment basin of the rivers Laqnashera and Leqverari on the spring and Autumn 2016, has been fixed 14 sensitive sections and active running erosion landslide processes.

By using of field statistical analysis and universal independence of erosion processes has been established intensively of slope erosion by taking into account main determined parameters.

With mathematical calculation has been revealed, that degradation degree of soil-ground surface at the sensitive section, so class of erosion processes changes from 1 to 3 with suitable erosion intensively.

In case of I class erosion intensively changes 0-2 tone/ha per year, II class- 2-5 tone/ha per year, and third class -5-10 tone/ha per year, with washing down eroded particles.

**Key Words:** sensitive section, erosion debris flow processes, degradation degree, erosion class and intensively.

**Environmental protection, Hydrology and Ecology**  
**THE DETECTION OF SENSITIVE AREAS  
AND THEIR ESTIMATION IN THE GULLY  
OF THE RIVER JAKHANA, THE RIGHT  
STREAM OF THE RIVER VERE**

**N. Gavardashvili**

Ecocenter for Environmental protection,  
Tbilisi, Georgia

To ensure the safety of the population of Tbilisi

against natural disasters, the study of water catchment basin of the river Jakhana, the right stream of the River Vere in regards to erosion debris flow processes is presented. The GPS coordinates of the sensitive areas on the mountain slopes and riverbed are fixed and displayed on digital map. The samples of soil and ground are taken with the aim of their further engineer-geological analysis in the laboratory.

**Key words:** Vera river, Jakhana galley, erosion – mudflow processes, security, sensitive sites.

**Hydrology and Ecology**

**EVALUATION OF THE QUALITY OF WATER OF THE BLACK SEA AND THE RIVERS FLOWING INTO IT WITHIN GEORGIA**

**R. Diakonidze, E. Shengelia, G. Gavardashvili, G. Chakhaia, L. Tsuluikidze, T. Supatashvili, B. Diakonidze**

Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

In the article is considered the quality of Black Sea and its rivers water. The research object is water adjacent to Georgian seaside resorts and rivers.

On the base of field scientific and laboratory, researches are established background indicators of the Black Sea and rivers quality. For the evaluating quality of sea and rivers water is used, as our, so normative documents of European countries.

**Key words:** Sea, river, quality of water.

**Construction Ecology**

**THE GREEN COVER ARRANGE TECHNOLOGY AT THE FLAT ROOFING IN TBILISI**

**Z. Ezugbaia<sup>1</sup>, L. Itriashvili<sup>2</sup>, I. Iremashvili<sup>1,2</sup>**

Georgian Technical University  
Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

It has been presented general overview about arrange of green covers at the horizontal roofing. It has been given technological scheme for green

plants and arrange technical layer, also are recommendations for choosing ground layer for arrange green roofing and other surface.

**Key words:** roof, green plant, technology, Buruli layer, ground layer, peat, bentonite, poly electrolyte solution, cassette.

**Economy of water management**

**ABOUT GEORGIAN WATER MANAGEMENT MAIN FUNDS (MEANS) AMORTIZATION**

**M. Vartanov, E. Kechkhoshvili, F. Lortkifanidze**

Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

In the World practice is in the use various methods of amortization accrual and residual balance cost determination. In the article is considered depreciation method of main funds residual values, among them method of balance value depreciation with permanent share, method of ordinal numbers sums, tabular method, method of accumulated reserves and annuity. There is grouping of main funds according of Georgian laws by amortization norms.

**Key words:** main funds, amortization, residual balance value, depreciation method of amortization, amortization norms.

**Hydrology and Ecology**

**FORECAST CHANGES IN RUNOFF FOR THE NEMAN RIVER BASIN**

**A. Volchak, S. Parfomuk**

Brest State Technical University  
Brest, Belarus

Changes in river runoff for the Neman River basin using two scenarios of economic development and climate change (A1B and B1) were forecasted. The data sources are based on the materials for the 24 hydrological stations since 1961 till 2009 and 23 meteorological stations since 1961 till 2010 at the Neman River in Belarus and Lithuania. During the research we devised a multi-factor model based on joint solution of the equations for water and thermal balances. Modeling the water balance was realized in a computer program. The results for the A1B

## ANNOTATIONS

scenario indicate the increasing of runoff from 7.4 to 33.9 %. Scenario B1 has shown change in runoff from 1.9 to 21.6 %.

**Key words:** runoff, water, balance, model, forecast, change, Neman River.

### Hydraulic engineering and irrigation

#### THE SUPPLY OF PRODUCTIVITY HUMIDITY OF THE BELARUS MINERAL SOIL

**A. Volchek, N. Shpendik, N. Sheshko**

Brest State University  
Brest, Belarus

An establishment of spatial-temporal oscillations of productive moisture stocks in mineral soil of Belarus and the development of the forecast of change of soil humidity subject to various scenarios of climate change. *Research methods:* methods of spatial unification of series of observations, water-balance method of hydrologic climatic calculations, methods of a quantitative estimation of effect of spatial asynchronism of moisture stocks, spectrally temporal and spectral analyses.

Spatial distribution of productive moisture stocks in 0 – 50, 0 – 100 sm layers of mineral soil of Belarus is received.

The quantitative estimation of dynamics of productive moisture stocks in 0-50 and 0 – 100 sm layers during instrumental observations is received.

Division into districts of the territory of Belarus by the degree of dynamics of productive moisture stocks in dernovo-podsolic soil is executed.

**Key words:** supply of productivity humidity, quantitate evaluate, gradient, changes.

### Water resources

#### THE MANAGEMENT OF WATER RESOURCES OF GEORGIA IN THE CONDITION OF TRANS-BORDER RIVERS

**I. Iordanishvili, I. Iremashvili, K. Iordanishvili,  
D. Potskhveria, L. Bilanishvili**

Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of  
Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

In the article has been provided modern volumes

of component and view of using water resources of Georgia, has been analysis oh their using possibility in the condition of trans-border.

**Key words:** water resources, trans – border rivers, plan of river basin management.

### Safety and risk of hydraulic structures

#### THE CALCULATION METHODIC OF THE GROUND DAM UPPER SIDE STABILITY IN THE CHANGEABLE PRESSURE CONDITION

**L. Itriashvili., E. Khosroshvili., G. Natroshvili**

Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of  
Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

There has been realized influence of the changeable regime of the ground dam on the filtration regime and statistical stability.

It has been suggested improved methodic for pressure and various water saturation of prism. There is example of calculation scheme.

**Key words:** water reservoirs, regime, dam, stability, calculation methodic.

### Ecology

#### THE STABILITY EVALUATION OF VULNERABILITY SLOPE ADJACENT TO „TRACECA“ CORRIDOR

**N. Kvashilava, Z. Lobzhanidze, I. Kvirkvelia,  
S. Gogilava**

Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of  
Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

In the work is calculated thickness of vulnerability slope adjacent TRACECA as „dry“, so water saturated ground layer critical values, which overdose caused landslide processes.

As a result of calculation also established, that water saturation decrease of critical angle approximately with 15°-40°, which result is misbalance of slopes balance.

As can be seen from the calculations, in this case in the condition of water saturation slope break is unlikely.

**Key words:** Critical value of ground lay, „dry“

ground, break down of slope balance, water saturation ground.

**Hydrotechnical and Reclamation**

**THE TREATMENT OF OPEN CONDUCTIVE NETWORK TRACING MEASURES ON THE COLCHIS LOWLAND**

**Sh. Kupreishvili, Z. Lobjanidze, P. Sichinava, F. Lortkifanidze, L. Maisaia**

Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

The calculating formulas of the distance between open catchment canals on the Colchis Lowland for the same conditions gives quiet difference results, that mainly have to explain by difference of surface roughness, by existing imperfect match between difference authors scales, but is impossible their full identification by flow depth and radius values variation.

In the article is proposed, that blunted of network insertion and receiving channels became by once close to the angle of turn  $\alpha$ .

It has been justified that turn section washing effect to compare with linear is equal 15%.

**Key words:** Colchis lowland, conductive network, hydraulic parameters, channel.

**Hydrotechnique and reclamation**

**SOIL MOISTURE AND THERMAL CHARACTERISTICS OF ELASTICITY OF DIFFERENT TYPES OF SOILS**

**M. Macharashvili, L. Kekelishvili**

Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

The article discusses the characteristics of the soil heat density, in particular, the temperature of the heat transmission coefficient of elasticity and moisture content.

Clearing empirical formula based on the general formula is accepted, the advantage that the relative error of 0.62% considering the change, 55% of the. Available in different types of soils are grouped according to the thermal characteristics.

**Key words:** density, heat conductivity, moisture.

**Hydrology**

**THE FEATURES OF HYDROLOGICAL CALCULATING CHARACTERISTICS DETERMINATION AT THE DESIGN OF MELIORATION SYSTEMS AND CONSTRUCTIONS ON THE TERRITORY OF BELARUS**

**O. Meshik, T. Zubristkaia**

Brest State University  
Brest, Belarus

The article discusses some difficulties in hydrological computations necessary for designing melioration structures and systems. The absence of hydrometric observation data is a main computation method applied for the territory of Belarus. It involves such hydrographic characteristics of watersheds as woodiness, swampiness, lakes, etc. Reliability of the hydrographic characteristics is argued because they have been changing for the recent decades. Taking into account different variants of changes in hydrographic characteristics, the corresponding forecast of runoff modules was received. Maps of runoff modules were developed to design melioration projects. They include maps for spring freshets and rain floods, pre-sowing and mean baseflow runoffs.

**Key words:** hydrological calculation; melioration systems; design, forecast of runoff.

**Hydrology and meteorology**

**THE DYNAMICS OF CLIMATE ARIDITY**

**O. Miseckaitė<sup>1</sup>, V. Tunguz<sup>2</sup>, V. Lukashevich<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Aleksandras Stulginskis University, Lithuania, otilija.miseckaitė@asu.lt

<sup>2</sup> University of East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

<sup>3</sup> Belarusian State Agricultural Academy  
Belarus

The article presents the meteorological conditions changes (annual and vegetation season) at Kaunas (Lithuania), Sarajevo (Bosnia and Herzegovina) and Gorki (Belarus) in 1997-2015. According to the

hydrothermal index, the index of the climate favourable, the index of productivity of ecosystems vegetation and aridity index, analysed of climate dryness risk.

**Key words:** climate changes, temperature, rainfall, index aridity.

**Water management**

**QUALITY OF WATER RESOURCES OF  
REPUBLIC OF BELARUS AND POSSIBLE  
WAYS OF THEIR PROTECTION**

**M. Nestorov, I. Nesterova**

State Agricultural Academy of Belarus  
Gorki, Belarus

In article the condition of water resources of Republic of Belarus, a way and methods of their improvement is considered. The possible materials applied in case of protection of the specified resources are given and also inventories of rather cheap and environmentally cleanly construction material used for their protection are provided.

**Key words:** water resource, filtration against material.

**Hydraulic engineering and irrigation**

**IRRIGATION FURROW CUTTING BY A  
USING FURROW OPENER OF THE LATEST  
DESING**

**V. Samkharadze**

Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of  
Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

90% of the irrigated lands of Georgia are watered by the method of surface furrow irrigation despite the fact that it is less efficient than the sprinkler irrigation and the methods of drip and subsurface irrigation. The reason is that the irrigation furrow cutting is being done with plough furrowers. The formation of the furrow is effected by digging which leads to furrow wall and bottom cracking. In the cracked furrow, soil filtration is at its maximum with subsequent soil flooding over 5-10 meters. Aside from this, even the slightest motion of water flow sets in motion small soil particles that

have been torn off. This contributes to the erosion intensity. The situation obtaining makes one to seek new technologies and mechanisms for furrow irrigation, the ones that will make it possible to have the service life of the irrigation furrow prolonged and water erosion reduced.

The new roller furrower relies on a new technology in furrow-cutting, employing and compacting. The furrower will go far into the soil by gravity and under tractor hydraulics pressure, leaving behind triangular compacted furrows. The degree of slope consolidation is so small that there will be no watertight face created. The furrow walls are stable with no raptures, which increases the length of the furrows and rules out flooding, with ensuring decrease in water erosion and prolongation of furrow service life. Ill.1, bibl.7.

**Key words:** plow, roller track cutter, stability, nergetical indicators, model.

**Construction, ecology**

**THE TECHNIQUE OF CREATING A  
PHYSICAL MODEL OF  
EXTENSIVE GREEN ROOFS**

**T. Tkachenko, V. Mileykovskiy**

Kiev National University of Construction and  
Architecture  
Kiev, Ukraine

The analysis of world experience of roof gardening. Suggested the possibility of its using for Ukraine at the level of the state and city of innovative green projects. For extensive green roofs the type of physical model to study the heat flux in the plant layer. First tests were carried out in laboratory conditions and in a wind tunnel at different wind speeds. Knowing the distribution of the heat flux at the top surface of the soil and knowing the ambient temperature it is possible to determine the heat transfer coefficient of the herbal layer.

**Key words:** urban environment, roof greenery, extensive roof, physical model, heat flow, wind tunnel, heat transfer coefficient of the herbal layer.

Hydrology and Meteorology

**INDIVIDUAL FEATURES OF THE  
WATERSHED LANDSCAPE AND THE  
POSSIBILITY OF THE USE OF REGIONAL  
METEOROLOGICAL INFORMATION FOR  
THE CALCULATION OF THE MAXIMUM  
WATER FLOW**

**J. Panchulidze, R. Diakonidze, M. Shavlakadze,  
N. Nibladze, Z. Charbadze, K. Dadiani,  
B. Diakonidze**

Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of  
Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

In determining the dependencies for calculating the values calculated the number and duration of precipitation, we used the existing literature methods and structure of genetic damage similar formulas.

Appropriate development of full-scale, data, comparison with averaged values and their analysis gave us the opportunity to get formulas and equations that these regional values and their specification (degree of factors and pointers) are carried out on the basis of the immediate catchment area of the test field data.

**Key words:** maximum flow, catchment area, precipitation, settlement security.

Hydraulic engineering and irrigation

**THE RESEARCH OF THE WETLAND SOILS  
FERTILITY OF POTI FOR CHEMICAL  
AMELIORATION**

**M. Shavlakadze, K. Dadiani, L. Maisaia,  
T. Supatashvili**

Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

In the paper, we consider an Agrochemical analysis of wetland soils based off the Colchis (Poti, Georgia) Agricultural-Ecological Experimental Station. The results suggest soil needs to chemical reclamation in order to increase their fertility.

**Key words:** Wetland soils, agrochemical analysis, chemical land reclamation.

Hydraulic engineering,  
Water management

**REJECTED OF ATMOSPHERIC  
PRECIPITATION LEACHED FROM THE  
SOIL SURFACE WITH COMBINED  
DRAINAGE**

**V. Shurghaia., L. Kekelishvili., Kh. Kiknadze**

Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

In the article is used existing practical filtration calculation methodic for upper tier of combined drainage, which is located at the water resistant. This type of the drainage may be use for protection of productive soils from the logging with atmospheric precipitation. For arise affectivity of the drainage is necessary to conduct measure for arise water permeability in the upper half meter layer of soil.

**Key words:** Fissure drainage, combined drainage, filtration, soil.

Ecology

**THE CALCULATION OF ECONOMICAL  
EFFECTIVELY OF RESTORATION ERODED  
MOUNTAIN SLOPE BY USING OF GEO MAT  
“LUFFAEROMAT“**

**G. Chakhaia, M. Vartanov, L. Tsulukidze,  
N. Kvashilava, E. Kechkhoshvili, I. Khubulava,  
S. Gogilava, I. Kvirkvelia**

Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

In the article has been established economical effectively of modern method against soil erosion- by using of geo mat „Luffaeromat“ and in case of multi-cultural (nut plantation) cultivation. It has been calculated charge of implementation works and discounted income received a 20-year period from the restored slope (2017-2036). In this cases discounted income for 2036 reached to 117 610 GEL on the 1 ha.

**Key words:** discounted income, geo mat, soil erosion.

**Earth sciences**

**SOME METHODOLOGICAL ISSUES FOR  
EVALUATING LANDSLIDE-  
GRAVITATIONAL PHENOMENA RELATED  
TO CLIMATE CHANGE AND  
EARTHQUAKES IN GEORGIA**

**Em. Tsereteli<sup>1,2</sup>, G. Gaprindashvili<sup>1,2</sup>, M.  
Gaprindashvili<sup>1</sup>, Ts. Donadze<sup>3</sup>, T. Nanobashvili<sup>3</sup>**

<sup>1)</sup> LEPL National Environmental Agency,  
Department of Geology

<sup>2)</sup> TSU, Vakhushiti Bagrationi Institute of Geography

<sup>3)</sup> Ivane Javakishvili Tbilisi State University,  
Department of Geography  
Tbilisi, Georgia

In Georgia with the scale of damage, area of affected (22%) dominant place takes landslide-gravitational events. Their morphological-climatic development areas are unspecified from low-lying coastline to mountainous alpine zone. Geological Disaster total damages of 80% of the population, infrastructure facilities, and the environment comes from this events.

In Georgia with heterogeneous nature of landslide-gravitational super-events with the vulnerability, area distribution, volume and hazard risk are distinguished: 1. Climatogenic (Consistent) landslides, whose transformation is entirely due to the slopes of "moisture effect" energy charge and their construction rocks shear resistance decreased critical levels. These types of landslides occupy 70% of the total number and their activation in the background on the top depending on the extreme precipitation positive deviation from the multi-year average norm; 2. Tecto-seismogenic landslide-gravitational events, which geological formation conditions of the slopes due to tectonic disorder, while the main triggering factor are earthquakes. This type of gravitational effects are distinguished by a deep slope deformation and large volumes, it is almost impossible to fight against it.

Therefore, the only effective in reducing the risk of the direction we think it is to know in which geological space is expected geological disasters, occur and what types of objects can get into their risk stands. It is necessary to create Tecto-Seismogenic landslide-gravitational specialized

map. This information will allow seismologists to determine the existence of historical earthquakes and the formation of the geodynamic environment.

**Key words:** landslide-gravitational phenomenon, geological disasters, environmental protection.

**Hydrotechnic and reclamation**

**THE NUTRIENT SUBSTANCES  
WITHDRAWN FROM THE SOIL BY CORN  
OF VARIETY "AJAMETI TETRI", STRAW  
AND TOTAL BIOMASS IN THE CONDITION  
OF SHIDA KARTLI IRRIGATION SYSTEM**

**O. Kharashvili, N. Mebonia, Q. Rokva,  
L. Baidauri, M. Lomishvili, M. Kikabidze**

Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

It has been established, that different regime and norm of fertilizer has some regular influence on the withdraw of nutrient substance by plant from the soil, The withdrawal nitrogen amount by each quintals of corn of Ajameti Tetri, straw and biomass is equal in the every humidity condition, and sum of the nutrient substance of the phosphorus and potassium gradually increasing, according to increase soil moisture regime.

It has been justify, that nitrogen percentage containing gradually decreasing by increasing soil moisture and increasing phosphorus and potassium percentage containing.

It has been proposed values actual and determined by formula, differences between them not more than 10 %.

**Key words:** irrigation, soil, moisture, nutrient substances.

**Hydrology and meteorology**

**THE TYPICAL ANNUAL GRAPHIC OF THE  
LEVELS REGIME OF THE IRRIGATION  
SYSTEMS RESERVOIRS**

**E. Khosroshvili, G. Natroshvili**

Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

On the base of analysis Trans Caucasian irrigation systems reservoirs has been established



## ANNOTATIONS

---

speed changes. It has been suggested model of annual typical graphic and influence scale of the level changes on the upper areas stability.

**Key words:** water reservoirs, dam, upper area, level, pressure, cyclic, typical graphic.

**Environmental protection**  
**THE LABORATORY RESEARCH OF SOIL**  
**EROSION AGAINST MODERN GEO MAT**  
**MADE OF NATURAL MATERIAL**

**I. Khubulava**

Tsothe Mirtskhulava Water Management Institute  
of Georgian Technical University  
Tbilisi, Georgia

In the work is presented research implemented on the soil erosion against modern geo mat – made of natural material “Luffaeromat”, which aim is

establish effectively of soil erosion against geo mat.

In the framework of research carried out observations on the air temperature and humidity laboratory condition, also on soil humidity in the box, pH and light intensively. Irrigation have been carried out by taking into account water consume of the plant. It has been measured plant height by two days interval. Also established average value of above data by depends on time.

The laboratory research implemented on the geo mat “Luffaeromat” shown us, that it is effective and real measure for stabilization and restore biodiversity for the vulnerability slopes.

**Key words:** soil erosion, vulnerability slope, geo mat.

---

---

## А Н Н О Т А Ц И И

### Надёжность и риск гидротехнических сооружений СНИЖЕНИЕ РИСКА НАВОДНЕНИЙ В НИЖНЕЙ КУРЕ

Алиев В.А.<sup>1,2</sup>, Ганбаров Э.С.<sup>2</sup>, Гараева Б.А.<sup>2</sup>,  
Рамазанлы З.З.<sup>2</sup>, Кафаров Э.К.<sup>3</sup>

<sup>1)</sup> ООО “AMIR Техн. облс.”

<sup>2)</sup> Азербайджанский Институт водного хозяйства  
и мелиорации

<sup>3)</sup> Азербайджанский Государственный  
Университет архитектуры и строительства  
Баку, Азербайджан

Статья посвящена внезапным наводнениям в Нижней Куре и анализу риска прорыва Мингечевирской земляной плотины и берегоукрепляющих сооружений. Анализ риска включает источники опасности, уязвимость приемников, создание базы данных превентивных мер и мер по управлению чрезвычайными ситуациями в долинах вниз по течению Куры.

**Ключевые слова:** река Кура, наводнение, снижение риска, безопасность плотины.

Охрана окружающей среды

### ИССЛЕДОВАНИЕ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОДЫ ЧЕРНОГО МОРЯ И ВОЗДУХА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ НАДЁЖНОСТИ И РИСКА

Гавардашвили А.Г.

Грузинский технический университет  
г.Тбилиси, Грузия

Финансированием просветительной программы докторантуры «Исследования экологических параметров Черного моря на основе мульти-медийных баз» в акватории Черного моря были измерены температура воды ( $t_1$ ), воздуха ( $t_2$ ) и с использованием теории надёжности и риска установлен график гистограммы сравнительных температур ( $t_1/t_2$ ) и закон распределения плотности соответствующей функции.

**Ключевые слова:** акватория Черного моря, температура воды и воздуха, сравнительная температура.

Охрана окружающей среды  
гидрология и экология

### ПРОГНОЗ ЭРОЗИИ СКЛОНОВ ГОР В ВОДОСБОРНОМ БАССЕЙНЕ РЕК ЛАКНАШЕРА И ЛЕКВЕРАРИ, С ПРИМЕНЕНИЕМ УНИВЕРСАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И ПОТЕРИ ПОЧВ

Гавардашвили Г.В.<sup>1,2)</sup>

<sup>1)</sup> Институт водного хозяйства  
им. Ц. Мирцхулава

Грузинского технического университета

<sup>2)</sup> Экоцентр охраны окружающей среды  
г.Тбилиси, Грузия

На основе экспедиционно-полевых и геологических исследований, проведенных в период весна-осень 2016 года в водосборном бассейне рек – Лакнашера и Лекверари, были зафиксированы 14 чувствительных участка, где активно происходят эрозионно-селевые процессы.

Принимая во внимание и анализируя статистический ряд потери почв, и применяя универсальное уравнение эрозионных процессов, были установлены интенсивность эрозии склонов гор и учтены основные параметры их возникновения.

При помощи математических вычислений установлено, что на чувствительных участках уровень деградации почво-грунтов или класс эрозионных процессов меняется от 1 к 3 классу, соответственно – при 1-м классе эрозии интенсивность эрозии меняется от 0-2 т/га в год, при 2-м классе эрозии -2-5 т/га в год, при 3-м же классе эрозии – 5-10 т/га в год, смывая эродивные частицы.

**Ключевые слова:** чувствительные участки, эрозионно-селевые процессы, уровень деградации, класс эрозии и интенсивность.

Охрана окружающей среды  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОЦЕНКА  
СЕНСИТИВНЫХ УЧАСТКОВ ПРАВОГО  
ПРИТОКА РЕКИ ВЕРЕ – РЕКИ ДЖАХАНА**

Гавардашвили Н.Г.

Экоцентр охраны окружающей среды  
г.Тбилиси, Грузия

С целью обеспечения безопасности населения г. Тбилиси, в статье представлена характеристика эрозионно-селевых процессов на правом притоке р. Вере и в водосборном бассейне р. Джахана, зафиксированы чувствительные участки в устье рек и прилегающих к ним горных склонов, при помощи GPS определены их координаты и нанесены на цифровую карту. С этих (чувствительных) участков взяты анализы почвы и грунта для исследования их инженерно-геологических параметров.

**Ключевые слова:** река Вере, овраг Джахана, эрозионно-селевые процессы, безопасность, чувствительные участки.

Гидрология и экология  
**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ЧЕРНОГО  
МОРЯ И ВПАДАЮЩИХ В НЕГО РЕК В  
ПРЕДЕЛАХ ГРУЗИИ**

Диаконидзе Р.В., Шенгелия Е.Г.,  
Гавардашвили Г.В., Чахая Г.Г.,  
Цулукидзе Л.Н., Супаташвили Т.Л.,  
Диаконидзе Б.Р.

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
г.Тбилиси, Грузия

В статье произведена оценка качества воды Черного моря и впадающих в него рек. Объектом исследования являются воды курортов черноморского побережья Грузии и впадающие в него реки.

На основании полевых и лабораторных исследований установлены фоновые показатели вод Черного моря и впадающих в него рек. Для оценки качества воды Черного моря и впадающих в него рек использованы нормативные документы как наши, так и стран Европы.

**Ключевые слова:** реки, море, качество воды.

Строительство, экология  
**ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ЗЕЛеной  
КРОВЛИ ДЛЯ ПЛОСКИХ ПЕРЕКРЫТИЙ  
Г. ТБИЛИСИ**

Езугбая З.А.<sup>1</sup>, Игрияшвили Л.А.<sup>2</sup>,  
Иремашвили И.Р.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>) Грузинский Технический Университет

<sup>2</sup>) Институт Водного Хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского Технического Университета.  
Тбилиси, Грузия

Представлен общий обзор по устройству зелёных насаждений на вертикальных и горизонтальных поверхностях. Предлагается технологическая схема по устройству технических слоёв под зелёные насаждения и даются рекомендации по подбору субстратов для зелёных крыш и других поверхностей.

**Ключевые слова:** кровля, зелёные насаждения, технология, слой кровли, грунтовый слой, торф, бентонит, полиэлектrolит, кассета.

Экономика водного хозяйства  
**К ВОПРОСУ АМОТИЗАЦИИ ОСНОВНЫХ  
ФОНДОВ (СРЕДСТВ)  
ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ГРУЗИИ**

Вартанов М.В., Кечхошвили Э.М.,  
Лорткипанидзе П.Н.

Институт водного хозяйства им.Ц.Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
г.Тбилиси, Грузия

В статье рассмотрены, применяемые в мировой практике, методы начисления амортизации и списания балансовой стоимости основных фондов, в том числе метод списания балансовой стоимости с постоянной долей, метод сумм порядковых чисел, табличный метод, методы накопленного резерва и аннуитетов. Приведена действующая в соответствии с законодательством Грузии, группировка основных фондов (средств) по нормам амортизации.

**Ключевые слова:** основные фонды, амортизация, остаточная балансовая стоимость, методы начисления амортизации, нормы амортизации.

**Гидрология и экология**  
**ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА**  
**БАССЕЙНА РЕКИ НЕМАН**

**Волчек А.А., Парфомук С.**

Брестский государственный университет  
Брест, Беларусь

Прогноз изменения стока бассейна реки Неман был осуществлён в двух вариантах: по сценарию экономического развития и по сценарию изменения климата (А1В и В1). Источниками информации послужили данные 24 гидрологических станций с 1961 по 2009 годы, а также 23 метеорологических станций с 1961 по 2010 годы. Станции находились на территории Белоруссии и Литвы. С помощью разработанной авторами мульти-факторной модели были решены уравнения водного и термического баланса. Моделирование водного баланса было выполнено с помощью компьютерной программы. Результаты сценария А1В показали и увеличения стока с 7,4 до 33,9%, а сценария В1 – с 1,9 до 21,6%.

**Ключевые слова:** сток, вода, баланс, модель, прогноз, изменения, река Неман.

**Влажность почвы**  
**Мелиорация**  
**ЗАПАСЫ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ В**  
**МИНЕРАЛЬНЫХ**  
**ПОЧВАХ БЕЛАРУСИ**

**Волчек А.А., Шпендик Н.Н., Шешко Н.Н.**

УО «Брестский государственный технический университет»  
Брест, Республика Беларусь

Установлены пространственно-временные колебания запасов продуктивной влаги в минеральных почвах Беларуси и разработан прогноз изменения влажности почвы с учетом различных сценариев изменения климата. Получено пространственное распределение запасов продуктивной влаги в 0–50, 0–100 см слоях минеральных почв Беларуси. Получена количественная оценка динамики запасов продуктивной влаги в 0–50 и 0–100 см слоях за период инструментальных наблюдений. Выполнено районирование территории Беларуси по степени динамики запасов

продуктивной влаги в дерново-подзолистых почвах.

**Ключевые слова:** продуктивные влагозапасы, количественная оценка, градиент изменений.

**Водные ресурсы**  
**УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ**  
**ГРУЗИИ В УСЛОВИЯХ**  
**ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК**

**Иорданишвили И.К., Иремашвили И.Р.,**  
**Иорданишвили К.Т., Поцхверия Д.Ш.,**  
**Биланишвили Л.Б.**

Институт водного хозяйства им. Ц.Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
г.Тбилиси, Грузия

В статье приведена современная оценка компонентов и видов использования водных ресурсов Грузии, рассмотрена возможность их бассейнового управления.

**Ключевые слова:** водные ресурсы, трансграничные реки, план управления речными бассейнами.

**Гидротехника**  
**МЕТОДИКА РАСЧЕТА УСТОЙЧИВОСТИ**  
**ВЕРХОВОГО ОТКОСА ГРУНТОВЫХ**  
**ПЛОТИН ПРИ ПЕРЕМЕННОМ НАПОРНОМ**  
**РЕЖИМЕ**

**Итриашвили Л.А., Хосрошвили Е.З.,**  
**Натрошвили Г.Т.**

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
г.Тбилиси, Грузия

Анализируется влияние переменного уровня режима ирригационных водохранилищ на фильтрационный режим и статическую устойчивость грунтовых плотин. Предлагается усовершенствованная методика расчетов устойчивости верхового откоса в зависимости от напора и водонасыщенности призмы. Приводится показательная схема расчетов.

**Ключевые слова:** водохранилище, напорный режим, плотина, устойчивость, метод расчета.

**Экология**  
**ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ УЯЗВИМОГО  
СКЛОНА В ТРАНСПОРТНОМ КОРИДОРЕ  
«ТРАСЕКА»**

**Квашилава Н.Г., Лобжанидзе З. К.,  
Квирквелия И.Б., Гогилава С. Г.**

Институт водного хозяйства им.Ц.Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
г.Тбилиси, Грузия

В статье рассчитаны критические значения толщины как «сухого», так и насыщенного водой слоя грунта уязвимого склона в транспортном коридоре «Трасека», увеличение которых приводит к возникновению оползневых явлений.

На основании расчетов было также установлено, что насыщение склона водой уменьшает критический угол на  $15^{\circ}$ - $40^{\circ}$ , в результате чего нарушается равновесие склона.

В данном случае из расчетов видно, что даже в условиях насыщения водой сдвиг склона маловероятен.

**Ключевые слова:** критическая величина слоя грунта, «сухой» грунт, нарушение равновесия склона, насыщенный водой грунт.

**Гидротехника и мелиорация**  
**РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ  
ТРАССИРОВАНИЯ ОТКРЫТОЙ  
ПРОВОДЯЩЕЙ СЕТИ НА КОЛХИДСКОЙ  
НИЗМЕННОСТИ**

**Купрейшвили Ш.З., Лобжанидзе З.К.,  
Сичинава П.О., Лордкипанидзе Ф.Н.,  
Маисая Л.Д.**

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
г.Тбилиси, Грузия

Расчетные формулы расстояний между открытыми водосборными каналами Колхидской осушительной системы для одинаковых условий дают достаточно разные результаты, что, в основном, надо разъяснить различием шероховатости поверхности русла, несоответствием шкал разных авторов, хотя возможна их полная идентификация варьированием значений глубины потока и гидравлического радиуса.

В статье предложено, что произошло спрямление приемных и перекидных каналов под прямым или близкому к нему значению поворотного угла  $f$ ; Обосновано, что на поворотном участке эффект размыва по сравнению с прямолинейным, равен 15%.

**Ключевые слова:** Колхидская низменность, проводящая сеть, гидравлические параметры, канал.

**Гидротехника и мелиорация**  
**ЗАВИСИМОСТИ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
РАЗНЫХ ТИПОВ ПОЧВ  
ПЛОТНОСТИ И ВЛАЖНОСТИ**

**Мачарашвили М.Б. Кекелишвили Л.Г.**

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
г.Тбилиси, Грузия

В статье рассмотрены взаимосвязи тепловых характеристик почв от их плотности, в частности, взаимоотношение температура проводимости и коэффициента теплопроводности от плотности и влажности.

На основе существующих расчетных эмпирических формул получены зависимости, где относительная погрешность варьирует в пределах 0,62%-0,55%, на основе чего, возможна группировка разных типов почв по тепловым характеристикам.

**Ключевые слова:** плотность, теплопроводность, влажность.

**Гидрология и метеорология**  
**ДИНАМИКА ЗАСУШЛИВОСТИ КЛИМАТА**

**Мисецкайте О<sup>1</sup>., Тунгуз В.<sup>2</sup>, Лукашевич В.М.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Университет им. Александраса Стульгинскиса,  
Литва

<sup>2</sup> Университет Восточного Сараево,  
Босния и Герцеговина

<sup>3</sup> Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия, Беларусь

В статье рассматриваются метеорологические данные 1997-2015 периода (годовые и в период вегетации) в Каунас (Литва), Сараево (Босния и Герцеговина) и Горки (Беларусь). По

показателям гидротермического индекса, индекса благоприятности климата, индекса продуктивности растительности экосистем и индекса засушливости представлен риск засушливости климата.

**Ключевые слова:** изменения климата, температура, осадки, индекс засушливости.

**Водное хозяйство**

**КАЧЕСТВО ВОДНЫХ РЕСУРСОВ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ ЗАЩИТЫ**

**Нестеров М.В., Нестерова И.М.**

Учреждения Образования «Белорусская  
государственная  
сельскохозяйственная академия»  
Республика Беларусь, г. Горки

В статье рассмотрено состояние водных ресурсов Республики Беларусь, пути и способы их защиты. Приведены возможные материалы, применяемые при защите указанных ресурсов, а также представлены запасы сравнительно дешевого и экологически чистого строительного материала, используемого для их защиты.

**Ключевые слова:** водные ресурсы, сапрпель, противофильтрационные завесы.

**Мелиорация**

**НАРЕЗКА ПОЛИВНЫХ БОРОЗД  
БОРОЗДОДЕЛОМ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ**

**Самхарадзе В.И.**

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
г.Тбилиси, Грузия

90% орошаемых земель Грузии поливается методом поверхностного бороздового полива. Поливная борозда нарезается на обработанной площади при помощи плужными бороздоделов. Формирование борозд производится копанием, что вызывает растрескивание стен и дна борозды. В растресканной борозде фильтрация почвы максимально возрастает, вследствие чего имеет место затопление почвы на протяжении 5-10 м. Кроме этого, в растресканной борозде даже

слабое движение водного потока легко перемещает малые оторванные частицы почвы. Это увеличивает эрозию.

Создавшее положение подсказывает поиск новой технологии и механизмов для поливки борозды, при помощи которых возможно продление срока действия поливной борозды и уменьшение водной эрозии.

Новый катковый бороздодел режет борозду при помощи новой технологии, путем резания и уплотнения. Бороздодел своим весом и путем давления гидравлики трактора углубляется в почву и своим дальнейшим перемещением оставляет за собой треугольной формы уплотненные борозды. Степень уплотнения откосов настолько мала, что не создает противофильтрационного экрана. Стеры борозды устойчивы, без надрывов. Это увеличивает длину борозд и исключает затопление. В результате этого уменьшается водная эрозия и возрастает срок действия борозды, илл. 1, лит. 7 наз.

**Ключевые слова:** плуг, катковый бороздодел, устойчивость, энергетические показатели, модель.

**Архитектура и строительство**

**МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ  
МОДЕЛИ ЭКСТЕНСИВНОЙ  
ЗЕЛеной КРОВЛИ**

**Ткаченко Т.Н., Милейковский В.А.**

Киевский национальный университет  
строительства и архитектуры  
Украина, Киевский национальный университет  
строительства и архитектуры  
Киев, Украина

Продлан анализ мирового опыта кровельного озеленения. Предложена возможность его использования для Украины на уровне государственных и городских инновационных зеленых проектов. Для зеленых кровель экстенсивного типа создана физическая модель для изучения теплового потока в растительном слое. Впервые испытания проводились в лабораторных условиях и в аэродинамической трубе при разной скорости ветра. Зная распределение теплового потока по верхней поверхности грунта и зная температуру окружающего воздуха можно определить

коэффициент теплопередачи травяного слоя.

**Ключевые слова:** городская среда, кровельное озеленение, экстенсивные кровли, физическая модель, тепловой поток, аэродинамическая труба, коэффициент теплопередачи травяного слоя.

Гидрология и метеорология

**ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЛАНДШАФТНЫЕ  
ОСОБЕННОСТИ ВОДОСБОРА  
И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
РЕГИОНАЛЬНЫХ МЕТЕОИНФОРМАЦИИ  
ДЛЯ РАСЧЕТА  
МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ**

**Панчулидзе Д.Н., Диаконидзе Р.В.,  
Шавлакадзе М.Л., Нибладзе Н.Ш,  
Чарбадзе З.Д., Дадияни К.З., Диаконидзе Б.Р.**

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
г.Тбилиси, Грузия

При определении зависимостей для расчета величин расчетных количеств и продолжительностей атмосферных осадков, нами были использованы существующие в литературе методики и строения аналогичных формул генетического строя.

Соответствующие разработки натуральных данных, сопоставление с рассчитанными величинами и их анализ дали нам возможность получить формулы и придать этим формулам региональные значения, а их уточнение (коэффициентов и показателей степени) осуществляются на основе полученных непосредственных натуральных данных исследуемого водосбора.

**Ключевые слова:** максимальный сток, водосборная площадь, атмосферные осадки, расчетные обеспеченности.

Гидротехника и мелиорация

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОДородия  
ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ ПОЧВ ПОТИ  
С ЦЕЛЮ ХИМИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ**

**Шавлакадзе М.С., Дадияни К.З.,  
Маисаия Л.Д., Супаташвили Т.Л.**

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
г. Тбилиси, Грузия

В статье представлен агрохимический анализ переувлажненных почв базы опытно-мелиора-

тивного экологического пункта Колхиды (Поти, Грузия). Полученные результаты свидетельствуют, что для повышения плодородия почвы необходимо провести химическую мелиорацию, с целью их плодородия.

**Ключевые слова:** переувлажненные почвы, агрохимический анализ, химическая мелиорация.

Водное хозяйство,

Гидротехника

**ОТВОД ПРОСАЧИВАЮЩИХСЯ С  
ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ АТМОСФЕРНЫХ  
ОСАДКОВ КОМБИНИРОВАННЫМ  
ДРЕНАЖЕМ**

**Шургая В.В., Кекелишвили Л.Г.,  
Кикнадзе Х.Л.**

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
г. Тбилиси, Грузия

В работе применена существующая методика практического фильтрационного расчета для верхнего яруса комбинированного дренажа, уложенного на водоупоре. Дренаж такого типа может быть использован в целях борьбы с заболачиванием ценных земель атмосферными осадками, для повышения эффективности дренажа следует провести мероприятия повышения водопроницаемости верхнего полуметрового слоя почвы.

**Ключевые слова:** целевой дренаж, комбинированный дренаж, фильтрация, почва.

Экология

**РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ  
ЭРОЗИРОВАННОГО ГОРНОГО СКЛОНА  
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГЕОКОВРА  
«ЛЮФФАЭРОМАТ»**

**Чаяя Г.Г., Варганов М.В., Цулукидзе Л.Н.,  
Квашилава Н.Г., Кечхошвили Э.М.,  
Хубулава И.В., Гогилава С.Г.,  
Квирквелия И.Б.**

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
г. Тбилиси, Грузия

В статье установлена экономическая эффективность восстановления эрозированного горно-

го склона при использовании современного метода – геокобра «Люффазромат» путём проращивания на нем многолетней культуры (плантация фундука). Рассчитаны расход средств на выполнение упомянутого мероприятия и дисконтированная прибыль, которая будет получена за двадцатилетний период (2017-2036 г.г.). В нашем случае дисконтированная прибыль к 2036 году составит 117610 лари на 1 га.

**Ключевые слова:** дисконтированная прибыль, геокובר, эрозия почвы.

**Исследования по изучению Земли  
НЕКОТОРЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ  
ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ ОПОЛЗНЕГО-  
ГРАВИТАЦИОННЫХ ЯВЛЕНИЙ В СВЯЗИ  
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И  
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ  
ГРУЗИИ**

**Церетели Эм.<sup>1,2)</sup>, Гаприндашвили Г.<sup>1,2)</sup>,  
Гаприндашвили М.<sup>1)</sup>, Донадзе Ц.<sup>3)</sup>,  
Нанобашвили Т.<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup> Национальное агентство окружающей среды,  
Департамент геологии

<sup>2)</sup> ТСУ, Вахушти Багратиони Институт географии

<sup>3)</sup> Государственный Университет им. Ивана  
Джавахишвили, г. Тбилиси, Грузия

На территориях Грузии среди гетерогенных стихийных геологических процессов доминантное место занимают оползнево-гравитационные явления. Опасность этих явлений проявляется не только в ущербе, которые они причиняют населению и инфраструктурным объектам но в их широком, почти повсеместном развитии от приморской низменности до высокогорно-альпийской зоны, где общая площадь охваченная им, составляет в среднем 22%.

На территории Грузии из супер-проявлений оползнево-гравитационных явлений в смысле поврежденности и причиненного ущерба особое место занимают «Климатогенные» (Консистентные) оползни, а по сложности механизма образования объемности в масштабе, глубины деформаций и риска опасности – текто-сейсмогенные гравитационные явления. Проведение эффективных инженерных мероприятий на таких

видах событий почти невозможно. Поэтому единственным реальным мероприятием ослабления этой опасности является геологической среды и географического пространства, где ожидать образование таких катастрофических явлений и какие объекты могут оказаться в среде их опасности. В связи с этим необходимо иметь специальную Геодинамическую карту текто-сейсмогенных оползнево-гравитационных явлений. Со своей стороны такая текто-сейсмогенная карта геоморфологических феноменов даст сейсмологам уникальную информацию для установления ареалов географического распространения исторических землетрясений и возможности их образования в соответствующей геодинамической среде.

**Ключевые слова:** оползнево-гравитационные явления, геологические катастрофы, охрана окружающей среды.

**Гидротехника и мелиорация  
ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА  
ВЫНЕСЕННЫЕ ИЗ ПОЧВЫ ЗЕРНОМ,  
СОЛОМОЙ И ОБЩЕЙ БИОМАССОЙ  
ПОРОДЫ КУКУРУЗЫ «АДЖАМЕТИС  
ТЕТРИ» В УСЛОВИЯХ ОРОСИТЕЛЬНОЙ  
СИСТЕМЫ ШИДА КАРТЛИ (МУХРАНИ)**

**Хараишвили О., Мебония Н., Роква К.,  
Баидаури Л., Ломишвили М., Кикабидзе М.**

Грузинский технический университет  
Тбилиси, Грузия

Установлено, что разный режим орошения и нормы обогащения имеют определенное закономерное влияние на вынос растением питательных веществ из почвы, количество азота, вынесенного каждым центнером прибавки урожая зерном, соломой и общей биомассой породы кукурузы «Аджаметис тетри», почти одинакова в условиях всех режимов влажности почвы, а сумма питательных веществ фосфора и калия постепенно возрастает, при увеличении режима влажности почвы.

Обосновано, что при увеличении влажности почвы процентная доля азота постепенно уменьшается и возрастает процентная доля фосфора и калия.



Предложены фактические и определенные формулой значения, разность которых не превышает 10%.

**Ключевые слова:** орошение, почва, влажность, питательные вещества.

**Гидротехника**  
**ТИПОВОЙ ГОДОВОЙ ГРАФИК**  
**УРОВЕННОГО РЕЖИМА**  
**ВОДОХРАНИЛИЩ**  
**ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

**Хосрошвили Е.З., Натрошвили Г.Т.**

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
г.Тбилиси, Грузия

На основе анализа эксплуатации водохранилищ оросительных систем Закавказья установлены основные критерии, характеризующие цикличность, величины и скорости изменений действующих напоров. Предложена модель типового годового графика уровня режима и шкала оценки величин скоростей изменения уровня на устойчивость верховых откосов.

**Ключевые слова:** водохранилище, плотина, уровень, напор, цикличность, типовой график.

**Охрана окружающей среды**  
**ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ**  
**СОВРЕМЕННОГО**  
**ПРОТИВОЭРОЗИОННОГО ГЕОКОВРА,**  
**ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ НАТУРАЛЬНОГО**  
**МАТЕРИАЛА**

**Хубулава И.В.**

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета  
г.Тбилиси, Грузия

В статье представлено лабораторное исследование современного противоэрозионного геоковра «Люффаэромат», изготовленного из натурального материала, цель которого установление эффективности противо-эрозионного геоковра.

Во время исследования в лаборатории проводились наблюдения за температурой и влажностью воздуха, длиной световой волны, а также за температурой, влажностью и рН почвы, помещенной в экспериментальный ящик. Полив осуществлялся в соответствии с водопотребностью растений, посеянных в геоквер. С интервалом в два дня измерялась высота проросших растений. Также были установлены зависимости между средними значениями вышеупомянутых показателей и временем.

Лабораторные исследования геоковра «Люффаэромат» показали, что он представляет собой эффективное и реальное мероприятие для стабилизации и восстановления биоразнообразия уязвимых горных склонов.

**Ключевые слова:** эрозия почвы, уязвимый склон, геоквер.

**ქ რ ო ნ ი კ ა**  
**ინფორმაცია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის**  
**ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის**  
**მოღვაწეობის შესახებ**  
**2016 წ.**

ინსტიტუტში, რომელიც დაფუძნებულია 1929 წლიდან, ამჟამად მუშაობს 68 თანამშრომელი, აქედან 55% მეცნიერ-თანამშრომელია, მათ შორის: 1 – აკადემიკოსი, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემი-

ის სოფლის მეურნეობის განყოფილების გამგე, 4 – საინჟინრო აკადემიის, 7 – მეცნიერებათა დოქტორი, 26 – აკადემიური დოქტორი, 2 – დოქტორანტი და 2 – მაგისტრი.

**ინსტიტუტის სამეცნიერო კვლევითი საქმიანობა**

◆ ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომლების მიერ 2016 წლის პერიოდულ გამოცემებში გამოქვეყნებულ იქნა 60-მდე სტატია, 4 მონოგრაფია და 3 სახელმძღვანელო;

◆ ინსტიტუტში მუშავდება პროგრამული დაფინანსების 6 სამეცნიერო ქვემომართულების თემა, რომლებიც აქტუალურია ქვეყანაში მიმდინარე გახშირებული ბუნებრივი

კატასტროფებისა და გარემოს დაცვის დონისძიებების მეცნიერულად დამუშავების თვალსაზრისით;

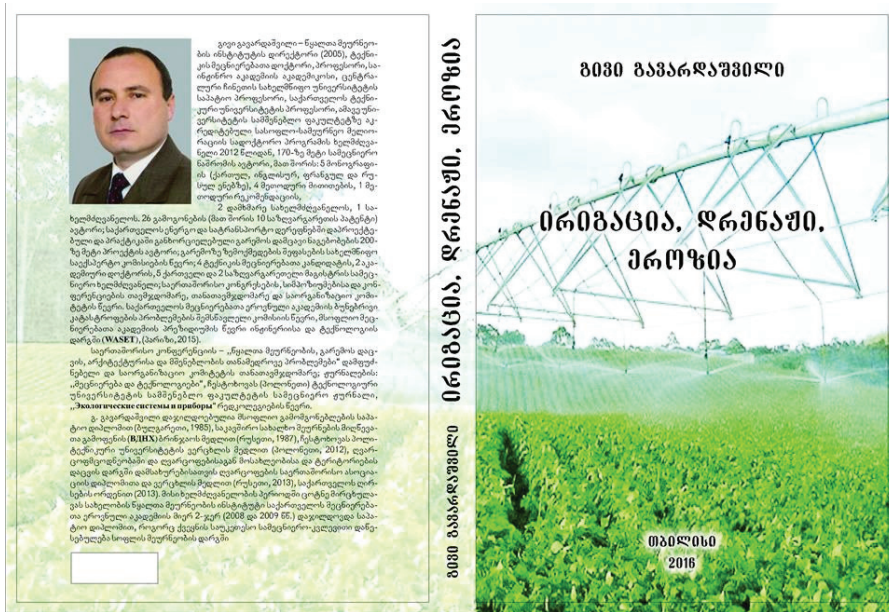
◆ ინსტიტუტმა 2016 წელს გამოსცა 2 სამეცნიერო შრომათა კრებული: VI საერთაშორისო კონფერენციისა და მორიგი - №71 სამეცნიერო შრომათა კრებული.

**ინსტიტუტის სამეცნიერო ურთიერთობები**

**საქართველო**

• 2016 წლის 5 მაისს საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა განყოფილებაში ჩატარდა სამეცნიერო სემინარი თემაზე: “საქართველოში კლიმატის ცვლილების ფონზე მელიორაციის თანამედროვე პრობლემები”. სამეცნიერო სემინარში მონაწილეობა მიიღეს საქართველოს, ესტონეთის, რუსეთის და აშშ-ს მეცნიერ-სპეციალისტებმა, აგრეთვე საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა განყოფილების ხელმძღვანელმა, აკადემიკოს ოთარ ნათიშვილმა, ბირთვული ენერჯისა და რადიაციული უსაფრთხოების პრობლემათა კომისიის თავმჯდომარემ, აკადემიკოს გიორგი ჯაფარიძემ და ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფესორ-მასწავლებლებმა. სამეცნიერო სემინარი გახსნა სტუ-ს

ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორმა, პროფესორ გივი გავარდაშვილმა. საქართველოს სოფლის მეურნეობის პრობლემებზე ისაუბრა აკადემიკოსმა ოთარ ნათიშვილმა. მოხსენებით გამოვიდა ესტონეთის სოფლის მეურნეობის სამინისტროს მელიორაციისა და მიწის რესურსების დეპარტამენტის ხელმძღვანელი, მაგისტრი მარტი ტონისმაი, ალექსი კარაკოვი (ქ. ჰიუსტონი, აშშ). პროფესორმა გივი გავარდაშვილმა სემინარს წარუდგინა 410 გვერდიანი სახელმძღვანელო – “ირიგაცია, დრენაჟი, ეროზია”, რომელიც დაიბეჭდა გამომცემლობა “უნივერსალში” და მოხსენება – “კლიმატის ცვლილების ფონზე მელიორაციული რისკის პროგნოზი”.



**ფოტო 1. პროფ. გ. გავარდაშვილის სახელმძღვანელო „ირიგაცია, დრენაჟი, ეროზია“**

**Photo 1. Prof. G. Gavardashvili guideline „Irrigation, Drainage, Erosion“**

**Фото 1. Учебник проф. Г. Гавардашвили «Ирригация, Дренаж, Эрозия»**

სემინარზე მოხსენებები გააკეთეს: ეკონომიკის მეცნიერებათა დოქტორმა, მარტინ ვართანოვმა, იური მაჟაისკიმ (რიაზანი, რუსეთი), ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორმა, პროფესორ ირინა იორდანიშვილმა, საინჟინრო მეცნიერებათა აკადემიურმა დოქტორმა

მარიკა შავლაყაძემ, ტექნიკის აკადემიურმა დოქტორმა თამრიკო სუპატაშვილმა, ტექნიკის აკადემიური დოქტორმა ლევან იტრიაშვილმა, ტექნიკის აკადემიურმა დოქტორმა ვლადიმერ შურღაიამ.



**ფოტო 2. ესტონეთის სოფლის მეურნეობის სამინისტროს მელიორაციისა და მიწის რესურსების დეპარტამენტის ხელმძღვანელი, მაგისტრი მათი ტონისმაი მოხსენებისას**

**Photo 2. The head of reclamation and soil resources department of agricultural ministry of Estonia, master Mati Tonismae during the presentation**

**Фото 2. Начальник департамента мелиорации и земельных ресурсов министерства сельского хозяйства Эстонии, магистр Мати Тонисмаи во время доклада**

სემინარის ბოლოს გაიმართა დისკუსია და მიღებულ იქნა რეზოლუცია, რომელიც ითვალისწინებს საქართველოს და ბალტიისპირეთის სამი სახელმწიფოს მეცნიერების აქტიურ თანამშრომლობას სასოფლო-სამეურნეო მელიორაციის დარგში და საერთაშორისო საგრანტო პროექტის მომზადება “ჰორიზონტი 2020”-ის მიმართულებით.

- 2016 წლის 6 ივლისს ქ. თბილისში, სასტუმრო “Holiday inn”-ში საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროს ინიციატივით ჩატარდა სამუშაო შეხვედრა თემაზე “სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტების შეფასების კრიტერიუმები”. სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტიდან შეხვედრას ესწრებოდნენ: ინსტიტუტის დირექტორის მოადგილე, ტექნ. აკად. დოქტორი ინგა ირემაშვილი და სწავლული მდივანი, ტექნ. აკად. დოქტორი მარინე მღებრიშვილი. შეხვედრა გახსნა საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების მინისტრის მოადგილემ თამაზ მარსაგიშვილმა. სიტყვით გამოვიდა საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების მინისტრის მოადგილე გიორგი შარვაშიძე, რომელმაც დამსწრე საზოგადოებას გააცნო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტების შეფასების კრიტერიუმების საერთაშორისო გამოცდილება და საქართველოში მისი დანერგვის პერსპექტივები.

- 2016 წლის 18 ივლისს სასტუმრო “ძველ თბილისში” TESIM-ის პროექტის ექსპერტების გუნდის, პროგრამის მმართველი და ეროვნული ორგანოების ორგანიზებით გაიმართა საინფორმაციო სემინარი თემაზე

„შავი ზღვის აუზის ერთობლივი საოპერაციო პროგრამა“, რომელსაც ესწრებოდა სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მელიორაციული სისტემების დაპროექტებისა და ექსპერტიზის განყოფილების ხელმძღვანელი, ასოცირებული პროფესორი შორენა კუპრეიშვილი და ამავე ინსტიტუტის გარემოს დაცვისა და საინჟინრო ეკოლოგიის განყოფილების მეცნიერ-თანამშრომელი, ტექნიკის აკადემიური დოქტორი თამრიკო სუპატაშვილი.

სემინარზე განხილულ იქნა საგრანტო კონკურსში მონაწილეობის მისაღებად შავი ზღვის პროგრამის საპროექტო წინადადების პირობები; წამყვანი პარტნიორების როლი და პასუხისმგებლობა; ინფორმაცია და რჩევები საგრანტო პროექტის მოსამზადებლად.

- 2016 წლის 8-12 ივლისს სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში საქართველო-რუსეთის ერთობლივი სამეცნიერო კვლევითი მუშაობის ფარგლებში რუსეთიდან ვიზიტით იმყოფებოდნენ: დოცენტი სერგეი ჩერნომორეცი, ასპირანტი ელენე სავერნიუკი (მ. ლომონოსოვის სახელობის მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტი) და დოცენტი ედუარდ ზაპოროჟენკო (ჩრდ. კავკასიის წყალპროექტის ინსტიტუტის დირექტორის მოადგილე, ქ. პიატიგორსკი, რუსეთი). ჩატარდა ერთობრივი სამეცნიერო-კვლევითი ექსპედიცია მყინვარ დეველორაკზე.



**ფოტო 3-6. ექსპედიციისას**  
**Photo 3-6. At the expedition**  
**Фото 3-6. Во время научной экспедиции**

• 2016 წლის 20 ივლისს საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროში შედგა შეხვედრა მინისტრის მოადგილეს, ბ-ნ თამაზ მარსაგიშვილსა და სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორს, ტექნ. მეცნ. დოქტ., პროფ. გივი გავარდაშვილს შორის. სამუშაო შეხვედრაზე განხილულ იქნა ისეთი მნიშვნელოვანი საკითხები, როგორცაა: ინსტიტუტის პროგრამული დაფინანსება, სამეცნიერო თემატიკის შესრულების არსებული მდგომარეობა, ინსტიტუტის 2017 წლის დაფინანსება, სამეცნიერო თემატიკის სამუშაო პროგრამები, ინსტიტუტის

მატერიალურ-ტექნიკური ბაზის განახლება, ჰიდროტექნიკური ლაბორატორიის 2016 წლის სარემონტო-სარეაბილიტაციო სამუშაოები, ინსტიტუტის იურიდიული სტატუსი, მეცნიერ-თანამშრომლების სასწავლო პროგრამებში ჩართვა და სხვ.

განსაკუთრებით საინტერესო გამოდგა ინსტიტუტის დირექტორის, ტექნ. მეცნ. დოქტ., პროფ. გივი გავარდაშვილის წინადადება ჰიდროტექნიკურ სამეცნიერო ლაბორატორიაში ჩატარებული საქსპერტო სამუშაოების შედეგებისათვის საერთაშორისო სერთიფიკატის მინიჭების შესახებ.

შეხვედრა შედგა აგრეთვე საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების მინისტრის მოადგილესთან, ქ-ნ ლია გიგაურთან. საუბარი შეეხო გარემოსდამცავი სასწავლო

პროგრამების მხარდაჭერას, ზოგადი განათლების სისტემას და მეცნიერების მნიშვნელოვან როლს ეკონომიკის მდგრადი განვითარების საკითხებში.



**ფოტო 7. შეხვედრა საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების მინისტრის მოადგილესთან, ბ-ნ თამაზ მარსაგიშვილთან**

**Photo 7. The meeting with deputy ministry of education and science of Georgia Tamaz Marsagishvili**

**Фото 7. Встреча с заместителем министра образования и науки Грузии, господином Тамазом Марсагишвили**



**ფოტო 8. შეხვედრა საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების მინისტრის მოადგილესთან, ქ-ნ ლია გიგაურთან**

**Photo 8. The meeting with The meeting with deputy ministry of education and science of Georgia Lia Gigauri**

**Фото 8. Встреча с заместителем министра образования и науки Грузии, госпожой Лией Гигаури**

• 2016 წლის 1 სექტემბერს სასტუმრო “ბეტსში” შედგა ოფიციალური შეხვედრა ინსტიტუტის დირექტორს, ტექნ. მეცნ. დოქტორს, პროფ. გივი გავარდაშვილსა და და აშშ-ს აგრარული დეპარტამენტის კოხრანის

პროგრამის მენეჯერს აღმოსავლეთ ვეროპისა და ვერაზის ქვეყნებში, ტრენინგის საერთაშორისო პროგრამის სპეციალისტ ლევ კუჩევსკის შორის.



**ფოტო 9. სამუშაო შეხვედრისას**  
**Photo 9. At the meeting**  
**Фото 9. Во время рабочей встречи**

• 2016 წლის 2 დეკემბერს სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სააქტო დარბაზში გაიმართა სამეცნიერო საბჭოს სხდომა, რომელზეც განხილული იყო საბიუჯეტო პროგრამული დაფინანსების წლიური სამეცნიერო ანგარიშები. განხილული იყო 6 ქვემომართულების ანგარიში. საბჭოზე სიტყვით გამოვიდა სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი, ქვემომარ-

თულების ხელმძღვანელები: გეოგრაფიის აკადემიური დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი რობერტ დიაკონიძე, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი ირინა იორდანიშვილი, ტექნიკის აკადემიური დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი გოგა ჩახაია, ტექნიკის აკადემიური დოქტორი, უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი, ასოცირებული პროფესორი შორენა კუპრეიშვილი და სხვ. მოხსენებების შემდეგ გაიმართა დისკუსია.



**ფოტო 10. სამეცნიერო საბჭოს სხდომაზე სამეცნიერო ანგარიშების პრეზენტაციისას**

**Photo 10 . During presentations of the scientific reports at the scientific consults session**

**Фото 10. Во время презентации научных отчетов на заседании научного совета**

**საზღვარგარეთ:**

• 2016 წლის 1-10 მარტს ინსტიტუტის დირექტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი მივლინებით იმყოფებოდა კონფერენციაზე რიაზანის პ. კოსტიჩევის სახელობის სახელმწიფო აგროტექნოლოგიურ უნივერსიტეტში. კონფერენციის მსვლელობისას შედ-

გა რამდენიმე მნიშვნელოვანი სამუშაო შეხვედრა: 2016 წლის 4 მარტს რიაზანის პ. კოსტიჩევის სახელობის სახელმწიფო აგროტექნოლოგიური უნივერსიტეტის რექტორთან, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორ, პროფესორ ნიკალაი ბიშოვთან.





**ფოტო 11-12. რიაზანის პ. კოსტიჩევის სახელობის სახელმწიფო აგროტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორთან, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორ, პროფ. ნიკალაი ბიშოვთან შეხვედრისას**  
**Photo 11-12. During the meeting to rector of Kostichev state agrotechnology university of Reazan doctor of technical science, professor Nicalai Bishov**

**Фото 11-12. Во время встречи с ректором рязанского государственного агротехнологического университета имени П. Костичева, с доктором технических наук, профессором Николаем Бышовым**

2016 წლის 5 მარტს ქ. მოსკოვში კ. ტომირიაზევის სახელობის რუსეთის სოფლის მეურნეობის უნივერსიტეტის სამეცნიერო ხელმძღვანელთან, რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოს ნიკოლოზ დუბენკოსთან შეხვედრისას საუბარი შეეხო ძველი კონტაქტების აღდგენასა და თანამშრომლობას სასოფლო-სამეურნეო მელიორაციის მიმართულებით. 2016 წლის 5 მარტს ქ. მოსკოვში შედგა შეხვედრა რუსეთის ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის დირექტორთან, რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოს, ბონ ბორის კიზიაევთან. საუბარი შეეხო აკადემიკოს ცოტნე მირცხულავას მეცნიერულ მიღწევებს მელიორაციისა და ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მიმართულებით და მისი კვლევების ერთობლივ გაგრძელებას. 2016 წლის 9-10 მარტს ქ. მოსკოვში გაიმართა შეხვედრები მ. ლომონოსოვის სახელობის მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის

გეოგრაფიის ფაკულტეტის დეკანთან, რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტ, პროფესორ სერგეი დობროლიუბოვთან, ამავე ფაკულტეტის დეკანის მოადგილესთან, პროფესორ ანდრეი ბრედიხისთან და ფაკულტეტის პროფესორ-მასწავლებლებთან. საუბარი შეეხო მომავალ თანამშრომლობას გეოსაინჟინრო მიმართულებით.

2016 წლის 10 მარტს შედგა შეხვედრა რუსეთის სამეცნიერო გამომცემლობების რედაქციებში: “ჰიდროტექნიკური მშენებლობა”, “ეკოლოგიური სისტემები და მოწყობილობები”, “აგროქიმიური ცნობარი” და “აგროეკოლოგია”. მიღებულ იქნა შეთანხმება ყოველგვარი ფინანსური გადასახადების გარეშე სტუდ. ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მეცნიერთა მიერ დამუშავებული სტატიების ზემოთ დასახელებულ ჟურნალებში გამოცემის შესახებ.

შეხვედრების დროს კოლეგებმა თანხმობა განაცხადეს ქ. თბილისში 2016 წლის 22-

25 სექტემბერს მე-6 საერთაშორისო კონფერენციაში მონაწილეობის შესახებ.



ფოტო 13. რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთან, ბ-ნ ნიკოლოზ დუბენოკთან შეხვედრისას

Photo 13. During the meeting to academian of Russian academy of sciences Nikoloz Dubenok  
Фото 13. Во время встречи с академиком российской академии наук Николаем Дубенюк



ფოტო 14. რუსეთის ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის დირექტორთან, რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთან, ბ-ნ ბორის კიზიაევთან შეხვედრისას

Photo 14. During the meeting director of scientific research institute of hydrotechnical and reclamation of Russia, academian of Russian academy of sciences, Boris Kizaev

Фото 14. Во время встречи с директором всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации имени А.Н.Костякова, с академиком российской академии наук, с господином Борисом Кизяевым



ფოტო 15. მ. ლომონოსოვის სახელობის მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის ფაკულტეტის დეკანთან, რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთან, პროფესორ სერგეი დობროლიუბოვთან შეხვედრისას

**Photo 15. During the meeting dean of geography faculty of the Lomonosovi State University of Moscow, member of Russian academy of sciences, professor Sergei Dobroliubov**

**Фото 15. Во время встречи с деканом географического факультета московского государственного университета им. М.Ломоносова, с членом-корреспондентом российской академии наук, профессором Сергеем Добролюбовым**



ფოტო 16. მ. ლომონოსოვის სახელობის მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის ფაკულტეტის დეკანის მოადგილესთან პროფესორ, ანდრეი ბრესიდინთან შეხვედრისას

**Photo 16. During the meeting with deputy dean of same faculty, professor Andrei Bredikh**

**Фото 16. Во время встречи с заместителем декана географического факультета московского государственного университета им. М.Ломоносова, с профессором Андреем Бредихисом**

• 2016 წლის 28 ივლისიდან 2 აგვისტომდე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახ. წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომლები: გარემოს დაცვისა და საინჟინრო ეკოლოგიის განყოფილების ხელმძღვანელი, ტექნიკის აკად. დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი გოგა ჩახაია, ბუნებრივი კატასტროფების

ხელმძღვანელი, გეოგრაფიის აკად. დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი რობერტ დიაკონიძე და გარემოს დაცვისა და საინჟინრო ეკოლოგიის განყოფილების უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი, ტექნიკის აკადემიური დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი ლევან წულუკიძე შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდისა და საქართვე-

ლოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დაფინანსებით მივლინებით იმყოფებოდნენ ქ. სანკტ-პეტერბურგში, სადაც გეოხალიჩების მწარმოებელ მსოფლიო მასშტაბით უმსხვილესი კომპანია “Tenzar-international”-ის ცენტრალურ ოფისში წარდგენილ იქნა პრეზენტაცია გრანტის ფარგლებში გამოკვლეული გეოხალიჩა “ნესგეო”-ს შესახებ. პრეზენტაციას ესწრებოდნენ კომპანია “Tenzar-international”-ის დირექტორი კონსტანტინე ვანნაძე, მარკეტინგის სპეციალისტები: მარია დოდუხი და ვადიმ დოლგინი, ეკოლოგიური სამშენებლო ტექნოლოგიებისა და

მასალების სპეციალისტი პაცელ გრესკოვი, საინჟინრო განყოფილების ხელმძღვანელი, წამყვანი ინჟინერი მაქსიმ საკაევი, ინჟინერი ვლადიმერ კალუგინი, გაყიდვების მენეჯერი კონსტანტინ ლეკინი და პროექტების ხელმძღვანელი ალექსეი ვისარიონოვი. პრეზენტაციის შემდეგ გაიმართა დისკუსია კომპანია “Tenzar-international”-ის თანამშრომლებსა და გრანტის შემსრულებლებს შორის, რომლის შედეგად გამოიკვეთა გზები გეოხალიჩა “ნესგეო”-ს წარმოებაში დანერგვის ხელშეწყობისათვის.



**ფოტო 17. შეხვედრისას**  
**Photo 17. During the meeting**  
**Фото 17. Во время встречи**

• 2016 წლის 12-20 ნოემბერს სტუ-ს ცენტრე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, პროფესორი გივი გავარდაშივილი მივლინებით იმყოფებოდა ბელარუსიაში სამეცნიერო-საგანმანათლებლო ურთიერთობების დამყარების მიზნით.

2016 წლის 14 ნოემბერს ქ. ბრესტში შედგა შეხვედრა ბრესტის სახელმწიფო ტექნიკური უნივერსიტეტის საინჟინრო სისტემებისა და ეკოლოგიის ფაკულტეტის დეკანთან, გეოგრაფიის მეცნ. დოქტორ, პროფ. ალექსანდრე ვოლჩეკთან.



**ფოტო 18. ტექნ. მეცნ. დოქტორ, პროფ. ალექსანდრე ვოლჩეკთან შეხვედრისას**  
**Photo 18. During the meeting to doctor of geography, professor Aleksandre Volchek**  
**Фото 18. Во время рабочей встречи с доктором географических наук,**  
**профессором Александром Волчеком**

შეხვედრისას საუბარი შეეხო ინსტიტუტების მომავალ თანამშრომლობას მეცნიერთანამშრომლებისა და დოქტორანტების გაცვლითი პროგრამების, აგრეთვე საერთაშორისო ერთობლივი გრანტების მომზადებაში.

16 ნოემბერს შედგა შეხვედრა ბრესტის სახელმწიფო უნივერსიტეტის I ვიცე-რექტორთან, პროფ. ვიახესლავ დრაგანთან. საუბარი შეეხო სასწავლო პროცესში თანამედროვე მეცნიერული მიღწევების დანერგვასა და მომავალ თანამშრომლობას.

ამავე დღეს გაიმართა შეხვედრა ფაკულტეტის პროფესორ-მასწავლებლებთან და დეკანთან, რომლის დროსაც შედგა შეთანხმება, რომ პროფესორი გივი გავარდაშვილი ასპირანტების მომზადებაში მიიღებს აქტიურ მონაწილეობას. საინჟინრო სისტემებისა და ეკოლოგიის ფაკულტეტის დეკანის, ტექნ. მეცნ. დოქტორ, პროფ. ალექსანდრე ვოლჩეკის წინადადებით სტუ-ს ცოტნე მირ-

ცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი 2016 წლიდან მიწვეულ იქნა ამავე ფაკულტეტზე სალექციო კურსის - “გარემოს დაცვა და საინჟინრო ეკოლოგიის პრობლემები” - წასაკითხად.

17-18 ნოემბერს ქ. მინსკში გაიმართა ოფიციალური შეხვედრა ბელარუსიის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის ფაკულტეტის დეკანთან, გეოგრ. მეცნ. დოქტორ, პროფ. დიმიტრი ივანოვთან, რომელმაც პროფესორ გივი გავარდაშვილს გააცნო ფაკულტეტის პროფესორ-მასწავლებლები და მათთან ერთად შედგა პროფესიული ექსკურსია საინჟინრო გეოლოგიისა და გეოფიზიკის სამეცნიერო ტექნოლოგიურ ლაბორატორია-მუზეუმში. პროფესორი გივი გავარდაშვილი გაეცნო ბელარუსიის ტერიტორიაზე გავრცელებული ნიადაგებისა და გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკურ მახვენებლებსა და კათედრის მიღწევებს.



**ფოტო 19-20. პროფ. დიმიტრი ივანოვთან შეხვედრისას**  
**Photo 19-20. During the meeting to Dimitri Ivanov**  
**Фото 19-20. Во время рабочей встречи с доктором географических наук,**  
**проф. Дмитрием Ивановым**

აქვე მასპინძლებს სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორმა, ტექნ. მეცნ. დოქტორმა, პროფესორ გივი გავარდაშიელმა გააცნო სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მიღწევები, მიმართულებები - ნიადაგის როგორც წყლისმიერი, ასევე ქარისმიერი ეროზიის პრობლემები და მათთან ბრძოლის როგორც საინჟინრო-ეკოლოგიური, ასევე ბიო-საინჟინრო მეთოდები. მოსხენების ბოლოს დეკანმა, პროფ. დ. ივანოვმა პროფესორ გივი გავარდაშიელს შესთავაზა ფაკულტეტის სხვადასხვა დარგის სპეციალისტებთან ამ თემაზე სალექციო კურსის წაკითხვა.

საუბრის შემდეგ პროფ-ები დ. ივანოვი და ა. ვოლჩეკი პროფესორ გივი გავარდაშიელის მიერ მოწვეულ იქნენ საქართველო-

ში – VII საერთაშორისო კონფერენციაზე მონაწილეობის მისაღებად.

- 2016 წლის 7-11 დეკემბერს სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი გივი გავარდაშიელი მივლინებით იმყოფებოდა ქ. ჩესტოჰოვაში (პოლონეთი), სადაც ჩესტოჰოვას ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის დეკანის მოადგილემ სამეცნიერო დარგში პროფესორმა მარგარიტა ულევინმა პროფესორი გივი გავარდაშიელი ოფიციალურად მიიწვია ამავე ფაკულტეტის სამეცნიერო ჟურნალის „Construction of optimized energy potential” რედაქციის წევრად.



## INVITATION

You are cordially invited

**Givi GAVARDASHVILI**

to the Council of Scientific Journals

**„Construction of optimized energy potential”**

On behalf of the editorial board Journals "Construction of Optimized energy potential,"  
thank you for the previous cooperation and I hope that the contribution of people like  
You Mr. will help maintain the high quality of this publisher.

Yours faithfully,  
Editor-in-Chief Journals BoZPE  
dr hab. Małgorzata Ulewicz, prof. PCz

42-200 Czestochowa, ul. Akademicka 3 tel. (+48)34 3250942, e-mail: redakcjaBoZPE@bud.pcz.czest.pl



ფოტო 21-22. შეხვედრა პროფ. მარგარიტა ულევიჩთან ჟურნალის რედაქციის წევრად არჩევისას

Photo 21-22. During meeting to professor Margarita Ulevin electing as a member of editorial board

Фото 21-22. Встреча с проф. Маргаритой Улевиной во время выбрании членом редколлегии

მივლინების დროს პროფესორ გივი ვარდაშივილს ჰქონდა ოფიციალური შეხვედრები სლოვენის ტექნიკური უნივერსიტეტის დეკანთან, კიევისა და ლეოვის ტექნიკური უნივერსიტეტების დელეგაციებთან, ბელარუსიის აგრარული აკადემიის პრორექტორ

ვიქტორ კაპიტოვსკისთან, ქ. რიაზანის (რუსეთი) მეშჩანის სამეცნიერო-ტექნიკური ცენტრის დირექტორთან, პროფესორ იური მაჟაისკისთან, პოლონეთის სხვადასხვა უნივერსიტეტის პროფესორებსა და დოქტორანტებთან.

**სამეცნიერო პრაქტიკული საქმიანობა საზღვარგარეთ**

• 2016 წლის 21 აპრილს ვენაში, ავსტრიის დელაქალაქში, გაიმართა ევროკავშირის გენერალური ასამბლეის სხდომა, რომელიც შეეხო მეცნიერებას დედამიწის შესახებ. აღნიშნულ სხდომაზე წარდგენილ იქნა ინსტიტუტის დირექტორის, პროფ. გ. გავარდაშივილის თანაავტორობით მომზადებული მოხსენება, რომელიც 2014 წლის კატასტროფისას მიყვარ დევდორაკის დინამიკურ პროცესებს ეხებოდა. აღნიშნული ერთობრივი მოხსენება მომზადდა სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტსა და მ. ლომონოსოვის სახელობის მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტს შორის გაფორმებული მემორანდუმის თანახმად. ნაშრომის მომზადებაში მონაწილეობდნენ: ს. ჩერნომო-

რეცი, ე. სავერნიუკი, დ. პეტროკოვი, ო. ტურუბალინა (მ. ლომონოსოვის სახელობის მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტი), მ. დუკინი (ნალჩიკის გეოფიზიკის ინსტიტუტი), გ. გოცირიძე (შპს “გეოგრაფიკი”), გ. გავარდაშივილი (სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი), ვ. დრობიშევი (ვლადიკავკაზის სამეცნიერო ცენტრი), გ. ზაპოროჟენკო, ნ. კამენოვი, ვ. კამენოვი (ჩრდილოეთ კავკასიის წყალპროექტის ინსტიტუტი, პიატიგორსკი), ა. კააბი (ოსლოს უნივერსიტეტი, ნორვეგია), ჯ. კარგელი (არიზონას უნივერსიტეტი, აშშ), ქ. ჰუგელი (ციურიხის უნივერსიტეტი, შვეიცარია).

**საერთაშორისო კონფერენციებსა და სიმპოზიუმებში მონაწილეობა**

**საქართველო:**

• 2016 წლის 1 თებერვალს საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროს ორგანიზატორობით ჩატარდა კონფერენცია, რომელსაც ესწრებოდნენ უმაღლესი საგანმანათლებლო დაწესებულებათა რექტორები, სამეცნიერო-კვლევითი ერთეულების ხელმძღვანელები, აკადემიური, სამეცნიერო და ადმინისტრაციული პერსონალის წარმომადგენლები, მათ შორის იყვნენ ინსტიტუტის დირექტორი, პროფ. გივი გავარდაშივილი და მელიორაციული სისტემების დაპროექტებისა და ექსპერტიზის განყოფილების ხელმძღვანელი, ასოც. პროფ. შ.

კუბრეიშვილი. კონფერენციაზე განხილულ იქნა საქართველოს პარლამენტის მიერ 2015 წლის დეკემბერში მიღებული საკანონმდებლო ცვლილებათა პაკეტი, რომლითაც გადაიჭრება უმაღლესი განათლებისა და მეცნიერების სფეროში დღეისათვის არსებული მრავალი პრობლემა და საფუძველი ჩაეყრება ფუნდამენტურ ცვლილებებს. საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების მინისტრმა თამარ სანიკიძემ კონფერენციის მონაწილეებს გააცნო კანონით გათვალისწინებული ცვლილებების იმპლემენტაციის სამოქმედო გეგმა.





**ფოტო 23-25. კონფერენციის მსვლელობისას**  
**Photo 23-25. During the conference**  
**Фото 23-25. Во время конференции**

• 2016 წლის 1 აპრილს სასტუმრო "Holiday inn"-ში საქართველოს ადგილობრივ თვითმმართველობათა ეროვნული ასოციაციისა და აშშ-ს განვითარების სააგენტოს (USAID) ორგანიზებით ჩატარდა კონფერენცია თემაზე - "კლიმატის ცვლილება ადგილობრივ დონეზე - პოლიტიკა და ქმედება". კონფერენცია გახსნა საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის მინისტრის მოადგილემ, ბ-მა თეიმურაზ მურდულიამ. სიტყვით გამოვიდნენ: საქარ-

თველოს რეგიონალური განვითარებისა და ინფრასტრუქტურის მინისტრის პირველი მოადგილე, ბ-ნი თენგიზ შერგელაშვილი, სოფლის მეურნეობის მინისტრის მოადგილე, ბ-ნი გოჩა ცოფურაშვილი, ენერჯეტიკის მინისტრის მოადგილე, ბ-ნი დავით შარიქაძე, USAID-ის დირექტორი საქართველოში, ბ-ნი ნიკა ოყრეშიძე, საქართველოს ადგილობრივ თვითმმართველობათა ეროვნული ასოციაციის პრეზიდენტი (NALAG), ბ-ნი დავით ჯიქია.

კონფერენციაზე ინსტიტუტის დირექტო-

რი, პროფ. გივი გავარდაშვილი გამოვიდა მოხსენებით “სოფლის მეურნეობის პრობლემები კლიმატის ცვლილების ფონზე”.

კონფერენციაზე აგრეთვე მონაწილეობდნენ საქართველოს ადგილობრივი მუნიციპალიტეტის წარმომადგენლები, სტუმრები ავსტრიიდან, უგანდიდან, პოლონეთიდან, საფრანგეთიდან, სომხეთიდან.

მსოფლიო კლიმატის ცვლილებაზე მოხსენებით გამოვიდნენ: იტალიის გამოცდილება – ჯონ მარკო ჩერჩი, პოლონეთის გამოცდილება – პროფ. იერნი სტრიტინი, ავსტრიის გამოცდილება – მატეას იურეკი, აფრიკის გამოცდილება (ზამბია) – მუსონ და მუმბა, ნორვეგიის გამოცდილება – ზიორნ ალფტენი.



**ფოტო 26. კონფერენციაზე მოხსენებისას**  
**Photo 26. During the speech on the conference**  
**Фото 26. Во время доклада на конференции**



**ფოტო 27. კონფერენციის გახსნისას**  
**Photo 27. At the opening ceremony of the conference**  
**Фото 27. Во время открытия конференции**

• 2016 წლის 18 ივლისს სასტუმრო “Radisson Blu Iveria”-ში გაიმართა საერთაშორისო კონფერენცია – “პროფესიული განათლების როლი ეკონომიკის განვითარებისათვის”. ორგანიზატორები იყვნენ საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო, ათასწლეულის გამოწვევის ფონდი (Millenium) და საქართველოს მთავრობა. კონფერენცია გახსნა ათასწლეულის გამოწვევის ფონდის აღმასრულებელმა დირექტორმა მაგდა მალრაძემ. კონფერენციაზე სიტყვით გამოვიდნენ საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების მინისტრი, ვიცე-პრემიერი დიმიტრი ქუმსიშვილი, აშშ-ს ელჩი საქართველოში იან კელი, საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების მინისტრი ალექსანდრე ჯეჯელავა, ინგლისიდან, ირლანდიიდან, გერმანიიდან და ავსტრალიიდან მოწვეული სტუმრები, რომლებიც შეეხნენ პროფესიული განათლების ევროპულ სისტემებსა და მის როლს ეკონომიკის განვითარებაში.

კონფერენციაში მონაწილეობას იღებდა სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი. შესვენების დროს გივი გავარდაშვილი შეხვდა განათლებისა და მეცნიერების მინისტრის მოადგილეებს: თამაზ მარსაგიშილსა და ლია გიგაურს. შეხვედრისას საუბარი შეეხო სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მიერ დამუშავებულ პროფესიული განათლების სასწავლო პროგრამებს სასოფლო-სამეურნეო მედიორაციაში (ჰიდრომელიორაცია და აგრომელიორაცია), რომლებიც წარმატებით ხორციელდება სტუ-ს სამშენებლო ფაკულ-

ტეტსა და სტუ-ს დაქვემდებარებაში მყოფი სამტრედიის რ-ნის სოფ. დიდი ჯიხაიშის ნ. ნიკოლაძის სახელობის პროფესიული კოლეჯის ბაზაზე.

• 2016 წლის 22-25 სექტემბერს სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტმა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მცირე საკონფერენციო დარბაზში ჩაატარა მე-6 საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია თემაზე: „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“. კონფერენციაში მონაწილეობდა მსოფლიოს 7 ქვეყნის (აზერბაიჯანი, ბელარუსია, ლიტვა, პოლონეთი, რუსეთი, საქართველო, სომხეთი) მეცნიერები, ექსპერტები და ახალგაზრდა სპეციალისტები. გამოიცა 230-გვერდიანი კონფერენციის შრომათა კრებული (150 ეგზ.).

კონფერენცია გახსნა სტუ-ს მეცნიერების დეპარტამენტის უფროსი, ტექნ. მეცნ. დოქტორმა, პროფ. დავით თავხელიძემ, რომელმაც აღნიშნა ინსტიტუტის მნიშვნელოვანი როლი სამხრეთ კავკასიის ქვეყნების ეკოლოგიური უსაფრთხოების საკითხებსა და რეგიონის სამეცნიერო სივრცეში და უსურვა შემდგომი აქტიური სამეცნიერო-პრაქტიკული მიმართულებით. შემდეგ სიტყვა გადასცა ინსტიტუტის დირექტორს, ტექნ. მეცნ. დოქტორს, პროფ. გივი გავარდაშვილს, რომელმაც მიმოიხილა წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო-ტექნიკური და საექსპერტო მოღვაწეობა, ყურადღება გაამახვილა ინსტიტუტის სამეცნიერო მიმართულებებსა და საგანმანათლებლო საქმიანობაში აქტიურ მონაწილეობაზე.



**ფოტო 28. კონფერენციის გახსნისას**  
**Photo 28. At the opening ceremony of the conference**  
**фото 28. Во время открытия конференции**



**ფოტო 29. კონფერენციის მსვლელობისას**  
**Photo 29. During the conference**  
**фото 29. Во время конференции**

მისასაღმებელი სიტყვით აგრეთვე გამოვიდნენ: სომხეთის სახელმწიფო პოლიტიკური უნივერსიტეტის რექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. ოჰანეს ტოკმაჯიანი (ქ. ერევანი, სომხეთი), ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის ფაკულტეტის დე-

კანი, გეოგრ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. ფარდა იმანოვი (აზერბაიჯანი), მეშჩერის სამეცნიერო ტექნიკური ცენტრის დირექტორი, სოფლ. მეურნ. მეცნ. დოქტ., პროფ. იური მაუაისკი (ქ. რიაზანი, რუსეთი) და სხვები.



**ფოტო 30. კონფერენციის პრეზიდიუმში.  
მარცხნიდან – პროფესორები: ოვანეს ტოკმაჯიანი (ქ. ერევანი, სომხეთი),  
გივი გავარდაშვილი და ფარდა იმანოვი (ქ. ბაქო, აზერბაიჯანი)**

**Photo 30. In the presidium of conference.**

**From left – professors: Rector of Armenian state technical university, doctor of technical sciences, professor Hovhannes Tokmajyan (Erevan, Armenia), Givi Gavardashvili, dean of geography faculty of Baku state university doctor of technical sciences, professor Farda Imanovi (Azerbaijan, Baku)**

**ფოტო 30. В президиуме конференции.**

**Слева – профессора: Оганес Токмаджян (г.Ереван, Армения), Гиви Гавардашвили и Фарда Иманов (г.Баку, Азербайджан)**

2016 წლის 25 სექტემბერს კონფერენციის დახურვამდე ჩატარდა საერთაშორისო საორგანიზაციო კომიტეტის სხდომა და მი-

ღებულ იქნა გადაწყვეტილება, რომ მორიგი VII საერთაშორისო კონფერენცია ჩატარდეს 2017 წლის აგვისტოში, ქ. თბილისში.



**ფოტო 31. კონფერენციის მონაწილეები**

**Photo 31. The participants of conference**

**Фото 31. участники конференции**

**საზღვარგარეთ**

• 2016 წლის 1-10 მარტს რიაზანის პ. კოსტიხევის სახელობის სახელმწიფო აგროტექნოლოგიურ უნივერსიტეტში ჩატარდა საერთაშორისო კონფერენცია, რომლის მიმართულება იყო ეთერზეთოვანი მცენარეების პროდუქციის გაზრდის მიზნით მედიორაციული პრობლემების თანამედროვე დონეზე გადაწყვეტის საკითხები. 2016 წლის 3 მარტს, კონფერენციაზე სიტყვით გამოვიდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის ინსტიტუ-

ტის დირექტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი – “ეთერზეთოვანი კულტურის “ტუნგოს” მოსავლიანობის გაზრდა დასავლეთ საქართველოში, კერძოდ, კოლხეთის დაბლობზე, სამიარუსიანი კომბინირებული ახალი სადრენაჟო სისტემის გამოყენების პირობებში”.

შეხვედრების დროს კოლეგებმა თანხმობა განაცხადეს ქ. თბილისში 2016 წლის 20-30 სექტემბერს მე-6 საერთაშორისო კონფერენციაში მონაწილეობის შესახებ.



**ფოტო 32. კონფერენციაზე პრეზენტაციას**  
**Photo 32. During the presentation on the conference**  
**Фото 32. Во время презентации на конференции**

• 2016 წლის 24-26 მაისს ლიტვაში, ქ. პანევეჟისში ჩატარდა საერთაშორისო კონფერენცია “სასოფლო-სამეურნეო დრენაჟების აპლიკაციები, გარემოს დაცვის მოთხოვნები სასოფლო-სამეურნეო დრენაჟის სისტემის კონსტრუქციის პროექტის განხორციელებისას და ლიტვის სოფლის მეურნეობის განვითარების პროგრამა 2014-2020” და საველე სემინარი “ლიტვის სოფლის მეურნეობის განვითარების პროგრამა 2007-2013 წლების კარგი მაგალითები”, სადაც ლიტვის რესპუბლიკის სოფლის მეურნეობის სამინისტროს მიერ მიწვეული იყო ინსტიტუტის დირექტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი. კონფერენცია გახსნა ლიტვის რესპუბლიკის სოფლის მეურნეობის მინისტრის მოადგილემ, ბატონ ალბინას ეჟერსკისმა, რის შემდეგაც მისასალმებელი სიტყვით გამოვიდა ქ. პანევეჟისის მერი.

2016 წლის 26 მაისს კონფერენციაზე პროფ. გივი გავარდაშვილი გამოვიდა მოხსენებით “სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის საველე კვლევა”.

2016 წლის 26 მაისს კონფერენციაზე პროფ. გივი გავარდაშვილი გამოვიდა მოხსენებით “სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის საველე კვლევა”.



**ფოტო 33. მოხსენებისას**  
**Photo 33. During the presentation`**  
**Фото 33. Во время доклада**

კონფერენციის მსვლელობისას შედგა მნიშვნელოვანი სამუშაო შეხვედრები ლიტვის რესპუბლიკის სოფლის მეურნეობის მინისტრის მოადგილეს, ბატონ ალბინას ეჟერსკისთან, ლიტვის, ლატვიის, ესტონეთის, ფინეთის, ბელარუსიისა და რუსეთის მეცნიერ-სპეციალისტებთან. აგრეთვე 28 მაისს ქ. ვილნიუსში შედგა შეხვედრა ლიტვის მედიორაციის ასოციაციის თავმჯდომარესთან

ბატონ კიზიმირ სისკისსა და ამავე ასოციაციის მთავარ სპეციალისტთან ბატონ იონას რაკასთან. საუბრისას გამოიკვეთათანამშრომლობის პერსპექტიული მიმართულებები, რომელიც შეეხებოდა საქართველოში ანალოგიური მუნიციპალური ასოციაციების ჩამოყალიბების შემთხვევაში შესაბამისი საკონსულტაციო მომსახურების გაწევას.



**ფოტო 34-35. შეხვედრა მინისტრის მოადგილესთან ბატონ ალბინას ეჟერსკისთან**  
**Photo 34-35. The meeting of deputy ministry of agricultural of Lithuania republic, Mr. Albinas Ejerski**  
**Фото 34-35. Встреча с заместителем министра, с г-ом Альбинасом Эжерскисом**

• 2016 წლის 23-26 მაისს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ბუნებრივი კატასტროფების განყოფილების მეცნიერ-თანამშრომელი, საინჟინრო მეცნ. აკად. დოქტ. მარინე შავლაყაძე, რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის დაფინანსებით, იმყოფებოდა ესპანეთის ქალაქ ბარსელონაში საერთაშორისო

კონფერენციაზე მონაწილეობის მისაღებად. კონფერენციაზე მოხსენებით გამოვიდა თემაზე: “საწარმოო ნარჩენებიდან მიღებული მანგანუმშემცველი მასალის -  $Mn(NO_3)_2$  გამოყენების შესაძლებლობის კვლევა ჭარბტენიანი ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლების მიზნით”. კონფერენციის ორგანიზატორი იყო ხელოვნებისა და მეცნიერების საერთაშორისო ჟურნალი.



ფოტო 36. კონფერენციაზე მოხსენებისას

Photo 36. During the presentation

Фото 36. Во время доклада на конференции

• 2016 წლის 5-12 ივნისს ქ. კაუნასში, ალექსანდრას სკულდინსკის სახელობის უნივერსიტეტში ჩატარდა საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია – “წყალი და ნიადაგი”. კონფერენციაზე ალექსანდრას სკულდინსკის სახელობის უნივერსიტეტის მიწვევით იმყოფებოდა სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი. კონფერენცია გახსნა უნივერსიტეტის რექტორის მოადგილემ სამეცნიერო დარგში, პროფესორ რომოულდას რემეცკისმა. მისასაღებელი სიტყვით გამოვიდა უნივერსიტეტის წყლის რესურსებისა და საინჟინრო ინსტიტუტის დირექტორი,

პროფესორი ალგიდას რადზევიუჩისი და სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის – “წყალი და ნიადაგი” საორგანიზაციო კომიტეტის თავმჯდომარე ატილია მისეცკაიტი.

6 ივნისს კონფერენციაზე სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი გამოვიდა მოხსენებით – “საქართველოში კლიმატის ცვლილებების გათვალისწინებით მედიორაციული რისკის პროგნოზი”. კონფერენციაზე მონაწილეობას იღებდნენ მეცნიერ-სპეციალისტები აზერბაიჯანიდან, ბელორუსიიდან, საქართველოდან, რუსეთიდან, უკრაინიდან, ხორვასტიიდან და ლიტვიიდან.





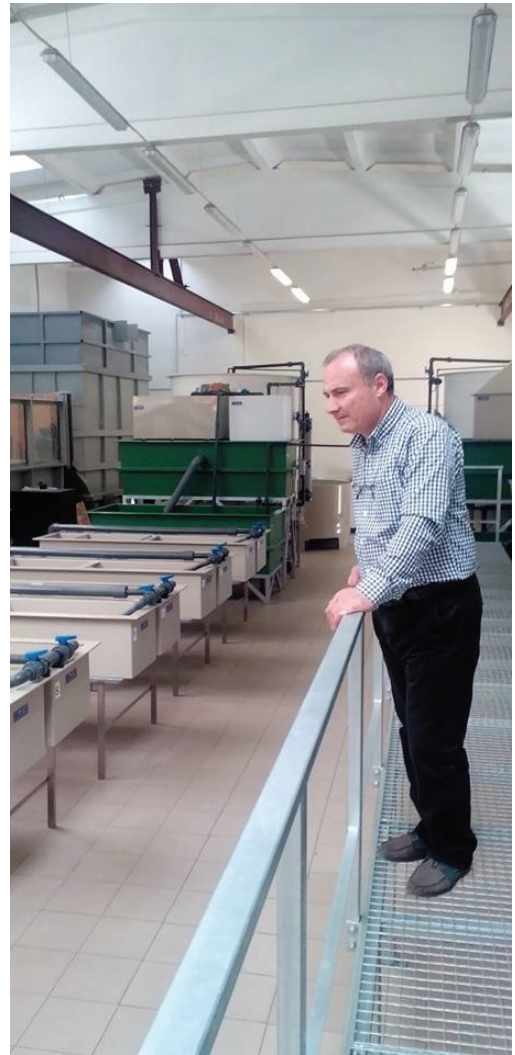
**ფოტო 37. კონფერენციის სექციის ხელმძღვანელობისას**  
**Photo 37. During the head of section of the conference**  
**Фото 37. Председательствующий секцией**



**ფოტო 38. კონფერენციის მონაწილეებთან ერთად**  
**Photo 38. With conference participants**  
**Фото 38. Участники конференции**

კონფერენციის შემდეგ ჩატარდა პროფესიული ექსკურსია ალექსანდრას სკულდინსკის სახელობის უნივერსიტეტის წყლის

რესურსებისა და საინჟინრო ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკურ ლაბორატორიაში.



ფოტო 39-41. პროფესიული ექსკურსია ლაბორატორიაში

Photo 39-41. During the visit in laboratory

Фото 39-41. Во время профессиональной экскурсии в лабораторию

• 2016 წლის 27-29 ივნისს პოლონეთში, ქალაქ ვროცლავში, ვროცლავის გარემოს დაცვისა და სიცოცხლის შემსწავლელი მეცნიერების უნივერსიტეტში გაიმართა საერთაშორისო სამეცნიერო სემინარი, რომელიც მიეძღვნა ამავე უნივერსიტეტის მშენებლობისა და ინჟინერინგის ინსტიტუტის დირექტორის, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორის, პროფესორ ერჟი სობოტას დაბადების 70 წლისა და სამეცნიერო-პედაგოგიური

მოღვაწეობის 46 წლის იუბილეს. ღონისძიებაში მონაწილეობა მიიღეს მსოფლიოს 10 წამყვანი ქვეყნის მეცნიერ-სპეციალისტებმა, მათ შორის, საქართველოდან - ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორმა, ცენტრალური ჩინეთის ნორმალის უნივერსიტეტის საპატიო პროფესორმა, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორმა, პროფესორ გივი გავარდაშვილმა.



**ფოტო 42. იუბილართან მილოცვისას**  
**Photo 42. During the congratulation**  
**Фото 42. С юбиларом**

აქვე პროფ. გივი გაგარდაშვილი შეხვდა ამავე უნივერსიტეტის რექტორს რომან კოლაჩს.



**ფოტო 43. პროფ. რომან კოლაჩთან შეხვედრისას**  
**Photo 43. During the meeting to professor Roman Kolach**  
**Фото 43. Во время встречи с проф. Романом Колач**

• 2016 წელის 21-22 ივლისს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცენტრში მიმდინარეობდა სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ბუნებრივი კატასტროფების განყოფილების მეცნიერ-თანამშრომელი, საინჟინრო მეცნ. აკად. დოქტ. მარინე შავლაყაძე, რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის დაფინანსებით, იმყოფებოდა

შვეიცარიის ქალაქ ციურისში ICASE 2016: მე-18 საერთაშორისო კონფერენციაზე სასოფლო-სამეურნეო და ბიოლოგიურ ინჟინერიაში მონაწილეობის მისაღებად. კონფერენციაზე მოხსენებით გამოვიდა თემაზე: „პესტიციდების ბიოდეგრადაცია ნიადაგში“. კონფერენციის ორგანიზატორი იყო მეცნიერების, ინჟინერიისა და ტექნოლოგიების მსოფლიო აკადემია.



**ფოტო 44. კონფერენციის მონაწილეები**  
**Photo 44. Participants of the conference**  
**Фото 44. Участники конференции**

• 2016 წელის 15-18 ნოემბერს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის გარემოს დაცვისა და საინჟინრო ეკოლოგიის განყოფილების მეცნიერ-თანამშრომელი, ტექნიკის აკადემიური დოქტორი თამრიკო სუპატაშვილი რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის დაფინანსებით იმყოფებოდა იტალიაში, ქალაქ

რომში საერთაშორისო კონფერენციაზე “ინჟინერია და ტექნოლოგია» მონაწილეობის მისაღებად. კონფერენციაზე მოხსენებით გამოვიდა თემაზე: „მდინარე დურუჯის აუზის თანამედროვე მდგომარეობა“. კონფერენციის ორგანიზატორი იყო ხელოვნებისა და მეცნიერების საერთაშორისო ჟურნალი. კონფერენციაში მონაწილეობდა 15 ქვეყნის მეცნიერი და პროფესორი.



**ფოტო 45. კონფერენციაზე მოხსენებისას**  
**Photo. 45. During the presentation**  
**Фото 45. Во время доклада на конференции**

• 2016 წლის 7-11 დეკემბერს სტუ-ს ცენტრში მიმდინარეობდა სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი გივი გაგარდაშვილი მივლინებით იმყოფებოდა ქ. ჩესტოჰოვაში (პოლონეთი) მე-13 სამეცნიერო-ტექნიკურ კონფერენციაზე «ენერჯის პოტენციალის ოპტიმიზაციის ნაგებობები» მო-

ნაწილეობის მისაღებად. 7 დეკემბერს პროფესორი გ. გაგარდაშვილი გამოვიდა კონფერენციაზე მოხსენებით «მრავალსართულიანი ბინების ფუნდამენტის საიმედოობის მიზნით გრუნტის წყლის რეგულირებისათვის სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის კვლევა».



**ფოტო 46. კონფერენციაზე მოხსენებისას**  
**Photo. 46. During the presentation**  
**Фото 46. Во время доклада на конференции**

9 დეკემბერს პროფ. გივი გაგარდაშვილი ხელმძღვანელობდა სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის სექციას.



**ფოტო 47-48. სექციის ხელმძღვანელობისას**  
**Photo 47-48. During head of section at the scientific technical conference**  
**Фото 47-48. Председательствующий секцией**

კონფერენციის მსვლელობისას ჩესტოპოვას ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის 2016 წლის 10-11 დეკემბერს გაიმართა პროფესიული ექსკურსია სხვადასხვა სამშენებლო უბანზე და ალუმინის ნაკეთობათა ქარხანაში.

კონფერენციის ოფიციალური დახურვის ცერემონიაზე პროფესორ გივი გავარდაშვი-

ლის მიერ ჩესტოპოვას უნივერსიტეტის პრორექტორი და სამშენებლო ფაკულტეტის დეკანი მოწვეულ იქნენ საქართველოში VII საერთაშორისო კონფერენციაზე მონაწილეობის მისაღებად, რომელიც 2017 წლის აგვისტოში გაიმართება.

**სასწავლო-სამეცნიერო საქმიანობა**

**საქართველო**

- ინსტიტუტი აქტიურადაა ჩართული სტუ-ს სასწავლო პროცესში. აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგისა და სამშენებლო ფაკულტეტზე ლექციებს კითხულობენ: ინსტიტუტის დირექტორი, პროფ. გ. გავარდაშვილი, დირექტორის მოადგილე, ასისტ. პროფ. ი. ირემაშვილი, მედიორაციული სისტემების დაპროექტებისა და ექსპერტიზის განყოფილების ხელმძღვანელი, ასოც. პროფ. შ. კუპრეიშვილი, ამავე განყოფილების უფრ. მეცნ-თანამშრომელი, ასოც. პროფ. მ. ვართანოვი, მედიორაციის განყოფილების უფრ. მეცნ-თანამშრომელი, ასოც. პროფ. ზ. ლობჯანიძე, ბუნებრივი კატასტროფების განყოფილების ხელმძღვანელი, ასოც. პროფ. რ. დიაკონიძე, გარემოს დაცვისა და საინჟინრო ეკოლოგიის განყოფილების ხელმძღვანელი, ასოც. პროფ. გ. ჩახაია, ამავე განყოფილების უფრ. მეცნ-თანამშრომელი, ასოც. პროფ. ლ. წულუკიძე.

**დოქტორანტებთან სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობა**

- 2016 წელს სექტემბერში ინსტიტუტის თანამშრომლები: მთავარი სპეციალისტი ირმა ქუფარაშვილი და მეცნ-თანამშრომელი ირინა ხუბულავა ირიცხებიან სტუ-ს დოქტორანტურის II კურსზე აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტზე.

**მაგისტრებთან სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობა**

• 2016 წელს ინსტიტუტის სპეციალისტი ნათია სუხიშვილი ჩაირიცხა აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის მაგისტრატურაში ორგანული სოფლის მეურნეობის სპეციალობით.

• 2016 წელს ინსტიტუტის ინჟინერი ოთარ ოქრიაშვილი ჩაირიცხა აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის მაგისტრატურაში აგრონომიის სპეციალობით.

**ლექციები საზღვარგარეთის უნივერსიტეტებში**

• 2016 წლის 12-20 ნოემბერს სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი მივლინებით იმყოფებოდა ბელარუსიაში სამეცნიერო-საგანმანათლებლო ურთიერთობების დამყარების მიზნით.

2016 წლის 14 ნოემბერს ქ. ბრესტში შედგა შეხვედრა ბრესტის სახელმწიფო ტექნიკური უნივერსიტეტის საინჟინრო სისტემებისა და ეკოლოგიის ფაკულტეტის დეკანთან, გეოგრაფიის მეცნ. დოქტორ, პროფ. ალექსანდრე ვოლჩეკთან.



**ფოტო 49. ტექნ. მეცნ. დოქტორ, პროფ. ალექსანდრე ვოლჩეკთან შეხვედრისას**  
**Photo 49. During the meeting to the dean of engineering systems and ecology faculty, doctor of geogrphay sciences, proffessor Aleksandre Volchek**  
**Фото 49. Во время рабочей встречи с доктором географических наук, профессором Александром Волчеком**

შეხვედრისას საუბარი შეეხო ინსტიტუტების მომავალ თანამშრომლობას მეცნიერთანამშრომლებისა და დოქტორანტების გაცვლითი პროგრამების, აგრეთვე საერთაშორისო ერთობლივი გრანტების მომზადებაში. დეკანის, პროფ. ალექსანდრე ვოლჩეკის თხოვნით 2016 წლის 15 ნოემბერს სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორმა, პრო-

ფესორმა გივი გავარდაშვილმა ამავე ფაკულტეტზე ჩაატარა საჯარო ლექციები თემაზე: «ეროზიულ-დვარცოფული პროცესების თანამედროვე პრობლემები და მათი რეგულირების გზები». ლექციებს ესწრებოდნენ ფაკულტეტის პროფესორ-მასწავლებლები, დამამთავრებელი კურსის სტუდენტები და ასპირანტები.



**ფოტო 50-51. საჯარო ლექციებზე**  
**Photo 50-51. At the public lecture**  
**Фото 50-51. На публичной лекции**

ამავე დღეს გაიმართა შეხვედრა ფაკულტეტის პროფესორ-მასწავლებლებთან და დეკანთან, რომლის დროსაც შედგა შეთანხმება, რომ პროფესორი გივი გავარდაშვილი ასპირანტების მომზადებაში მიიღებს აქტიურ მონაწილეობას. საინჟინრო სისტემებისა და ეკოლოგიის ფაკულტეტის დეკანის, ტექნ. მეცნ. დოქტორ, პროფ. ალექსანდრე ვოლჩეკის წინადადებით სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი 2016 წლიდან მიწვეულ იქნა ამავე ფაკულტეტზე სალექციო კურსის - “გარემოს დაცვა და საინჟინრო ეკოლოგიის პრობლემები” - წასაკითხად.

აქვე მასპინძლებს სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორმა, ტექნ. მეცნ. დოქტორმა, პროფესორ გივი გავარდაშვილმა გააცნო სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მიღწევები, მიმართულებები - ნიადაგის როგორც წყლისმიერი, ასევე ქარისმიერი ეროზიის პრობლემები და მათთან ბრძოლის როგორც საინჟინრო-ეკოლოგიური, ასევე

ბიო-საინჟინრო მეთოდები. მოხსენების ბოლოს დეკანმა, პროფ. დ. ივანოვმა პროფესორ გივი გავარდაშვილს შესთავაზა ფაკულტეტის სხვადასხვა დარგის სპეციალისტებთან ამ თემაზე სალექციო კურსის წაკითხვა.

- 2016 წლის 19-24 დეკემბერს სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი მივლინებით იმყოფებოდა ბელარუსიაში, ბრესტის სახელმწიფო ტექნიკურ უნივერსიტეტში საინჟინრო სისტემებისა და ეკოლოგიის ფაკულტეტის სტუდენტებისათვის სალექციო კურსის წასაკითხად.

19 დეკემბერს შედგა შეხვედრა უნივერსიტეტის საინჟინრო სისტემებისა და ეკოლოგიის ფაკულტეტის დეკანთან, გეოგრაფიის მეცნ. დოქტორ, პროფ. ალექსანდრე ვოლჩეკთან, რომელმაც გააცნო უნივერსიტეტის რექტორის, პროფ. პეტრე პოიტას ხელმოწერილი ბრძანება მოწვევის შესახებ და სალექციო სამუშაო გეგმა, რომელიც დამტკიცებულ იქნა უნივერსიტეტის I პრო-



რექტორის, პროფ. ვლადიმერ დრაგანის მიერ. სალექციო გეგმა მოიცავდა 16 აკადემიურ საათს. სასწავლო პროგრამა შეთანხმებულ იქნა საინჟინრო სისტემებისა და ეკოლოგიის ფაკულტეტის ბუნებათსარგებლობის კათედრის გამგესთან, ტექნ. მეცნ. კანდიდატ, დოცენტ ოლეგ მეშიკთან.

ლექციები ჩატარდა ბრესტის სახელმწიფო ტექნიკურ უნივერსიტეტში 19-დან 22 დეკემბრის ჩათვლით თემაზე “გარემოს დაცვა და საინჟინრო ეკოლოგიის პრობლემები”, ხოლო 22 დეკემბერს გაიმართა შეხვედრა ა.ს. პუშკინის სახელობის ბრესტის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რექტორთან, პედაგოგის მეცნიერებათა დოქტორ, პროფ. ანა სენდერთან, რომელმაც პროფესორი გივი გავარდაშვილი წარადგინა გეოგრაფიის ფაკულტეტის დეკანთან, ბიოლ. მეცნ. კანდ., დოც. ირინა აბრამოვასთან და სთხოვა სა-

ჯარო ლექციების წაკითხვა თემაზე «გარემოს დაცვის თანამედროვე პრობლემები კლიმატის ცვლილების ფონზე». საუბრის შემდეგ, გეოგრაფიის ფაკულტეტზე გაიმართა ოფიციალური შეხვედრა, რომელსაც ესწრებოდნენ ფაკულტეტის დეკანი, ბიოლ. მეცნ. კანდ., დოც. ირინა აბრამოვა, დეკანის მოადგილე სასწავლო დარგში, გეოგრ. მეცნ. კანდიდატი, დოც. ოკსანა გრიადუნოვა და დეკანის მოადგილე სამეცნიერო დარგში, გეოგრ. მეცნ. კანდიდატი, დოც. ტატიანა შელესტი, აგრეთვე გეოგრ-მინერ. მეცნ. დოქტ., პროფ. მაქსიმ ბოგდასაროვი. 2016 წლის 22-23 დეკემბერს პროფესორმა გივი გავარდაშვილმა საჯარო ლექციები წაუკითხა გეოლოგიის, გეოგრაფიისა და ტურიზმის სპეციალობების II-III-IV-V კურსის სტუდენტებს.



ფოტო 52. ა.ს. პუშკინის სახელობის ბრესტის სახელმწიფო უნივერსიტეტში ლექციების წაკითხვისას

Photo 52. During the lecturing in the Pushkin state university of Brest

Фото 52. Во время публичной лекции в брестском государственном университете им. А. С. Пушкина



ფოტო 53. ბრესტის სახელმწიფო ტექნიკურ უნივერსიტეტში ლექციების წაკითხვისას

Photo 53. During lecturing in state technical university of Brest

Фото 53. Во время публичной лекции

в брестском государственном техническом университете

**პროფესიული სამეცნიერო-პრაქტიკული მუშაობა**

• 2015 წლიდან ინსტიტუტი აქტიურადაა ჩართული სტუ-ს დიდი ჯიხაიშის ნიკო ნიკოლაძის სახელობის აგროინჟინერიისა და სასურსათო ტექნოლოგიების პროფესიულ კოლეჯში 2015 წელს აკრედიტირებული პროგრამის - სასოფლო-სამეურნეო მედიორაცია (აგრომედიორაცია, ჰიდრომედიორაცია) მოსწავლეებთან პროფესიულ სწავლებაში (პროგრამის ხელმძღვანელები: ინსტიტუტის დირექტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი და მედიორაციის განყოფილების უფრ. მეცნ-თა-

ნამშრომელი, ტექნ. აკად. დოქტორი ზურაბ ლობჯანიძე). ლექციების წასაკითხად ეტაპობრივად იგზავნებიან ინსტიტუტის თანამშრომლები: ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი, ტექნ. აკად. დოქტორი, ზურაბ ლობჯანიძე, უფრ. სპეციალისტი ერეკლე კეჩხოშივილი, უფრ. სპეციალისტი, სოფლ. მეურნ. აკად. დოქტორი ჯემალ კახაძე და აგროინჟ. აკად. დოქტორი მაია კიკაბიძე. 2016 წელს სასწავლო კურსი გაიარა 34-მა.

**დისერტაციის დაცვა**

• 2016 წლის 8 ივლისს სტუ-ს სამშენებლო ფაკულტეტზე ჩატარდა პროფ. გივი გავარდაშვილის დოქტორანტის, მაკა გუგუნიას დისერტაციის დაცვა თემაზე "კოლხეთის დაბლობზე კომბინირებული დრენაჟის

კვლევა ჭარბტენიანი ნიადაგ-გრუნტის მედიორაციული თვისებების გაუმჯობესებისათვის" და მიენიჭა აგროინჟინერიის აკადემიური დოქტორის წოდება სასოფლო-სამეურნეო მედიორაციაში.



**ფოტო 54-55. დისერტაციის დაცვისას**  
**Photo 54-55. Defending the doctoral thesis**  
**Фото 54-55. Во время защиты диссертации**

### **ბამოფენაში მონაწილეობა**

• 2016 წლის 17-25 სექტემბერს საქართველოს მეცნიერებისა და განათლების სამინისტროს ორგანიზებით ქ. თბილისში, საგამოფენო ცენტრ – «ექსპო ჯორჯიაში», ჩატარდა მეცნიერებისა და ინოვაციების ფესტივალი - გამოფენა. ფესტივალის მიზანი იყო სამეცნიერო კვლევებისა და ინოვაციების ხელშეწყობა, ქვეყნის სამეცნიერო პო-

ტენციალის წარმოჩენა და საერთაშორისო გამოცდილების გაზიარება. ფესტივალის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღო სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორმა, ტექნ. მეცნ. დოქტ., პროფესორმა გივი გავარდაშვილმა და ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომლებმა.



ფოტო 56. ფესტივალის მსვლელობისას

Photo 56. At the festival

Фото 56. Во время фестиваля

## ინსტიტუტის 2016 წლის გამარჯვებული ბრანტები

- ინსტიტუტის ბუნებრივი კატასტროფების განყოფილების მეცნიერ-თანამშრომელმა, საინჟინრო მეცნ. აკად. დოქტ. **მარინე შავლაყაძემ** მიიღო სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ახალგაზრდა მეცნიერთა კვლევების გრანტი;

- **ინსტიტუტის ბაზაზე** სტუ-ს ჰიდროტექნიკური ფაკულტეტის მაგისტრანტმა **ნოდარ კანდელაკმა** მიიღო სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ გამოცხადებული მაგისტრანტთა სასწავლო-კვლევითი პროექტების გრანტი;

- ინსტიტუტის ბუნებრივი კატასტროფების განყოფილების მეცნიერ-თანამშრომელმა, საინჟინრო მეცნ. აკად. დოქტ. **მარინე**

**შავლაყაძემ** მიიღო სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მოკლევადიანი ინდივიდუალური სამოგზაურო სახელმწიფო სამეცნიერო გრანტი;

- ინსტიტუტის გარემოს დაცვისა და საინჟინრო ეკოლოგიის განყოფილების მეცნიერ-თანამშრომელმა, ტექნიკის აკად. დოქტ. **თამარიკო სუპატაშვილმა** მიიღო სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მოკლევადიანი ინდივიდუალური სამოგზაურო სახელმწიფო სამეცნიერო გრანტი.

## ინსტიტუტის ურთიერთთანამშრომლობის მემორანდუმები

- 2016 წლის 1-10 მარტს ინსტიტუტის დირექტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი მივლინებით იმყოფებოდა რიაზანის პ. კოსტიჩევის სახელობის სახელმწიფო აგროტექნოლოგიურ უნივერსიტეტში, სადაც შედგა რამდენიმე მნიშვნელოვანი სამუშაო შეხვედრა. 2016 წლის 4 მარტს რიაზანის პ.

კოსტიჩევის სახელობის სახელმწიფო აგროტექნოლოგიური უნივერსიტეტის რექტორთან, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორ, პროფესორ ნიკაი ბიშოვთან შეხვედრისას ხელი მოეწერა თანამშრომლობის მემორანდუმს სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტსა და რიაზანის

პ. კოსტინევის სახელობის სახელმწიფო აგროტექნოლოგიურ უნივერსიტეტს შორის.

2016 წლის 5 მარტს ქ. მოსკოვში შედგა შეხვედრა რუსეთის ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის დირექტორთან, რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოს, ბ-ონ ბორის კიზიაევთან. საუბარი შეეხო აკადემიკოს ცოტნე მირცხულავას მეცნიერულ მიღწევებს მელიორაციისა და ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მიმართულებით და მისი კვლევების ერთობლივ გაგრძელებას. მიღებულ იქნა შეთანხმება თანამშრომლობის მემორანდუმის მომზადების შესახებ.

2016 წლის 9-10 მარტს ქ. მოსკოვში გაიმართა შეხვედრები მ. ლომონოსოვის სახელობის მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის ფაკულტეტის დეკანთან, რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტ, პროფესორ სერგეი დობროლიუბოვთან, ამავე ფაკულტეტის დეკანის მოადგილესთან, პროფესორ ანდრეი ბრედიხისთან და ფაკულტეტის პროფესორ-მასწავ-

ლებლებთან. საუბარი შეეხო მომავალ თანამშრომლობას, რომელიც გაფორმდა ოფიციალური მემორანდუმით.

• 2016 წლის 5-12 ივნისს ქ. კაუნასში ალექსანდრას სკულდინსკის სახელობის უნივერსიტეტის მიწვევით იმყოფებოდა სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, პროფესორი გივი გაგარდაშვილი. 2016 წლის 8 ივნისს ქ. კაუნასში ხელი მოეწერა ურთიერთანამშრომლობის ხელშეკრულებას ალექსანდრას სკულდინსკის სახელობის უნივერსიტეტის წყლის რესურსებისა და საინჟინრო ინსტიტუტსა და სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტს შორის. ხელშეკრულება ითვალისწინებს ახალგაზრდა სპეციალისტების გაცვლასა და საერთაშორისო გრანტების ერთობლივ მომზადებას.



ფოტო 57-58. ურთიერთანამშრომლობის ხელშეკრულებაზე ხელმოწერისას  
Photo 57-58. During the sign at the collaboration memorandum  
Фото 57-58. Во время подписания соглашения о сотрудничестве

• 2016 წლის 16-22 აგვისტოს სტუ-ს ცენტრე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, ტექ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი მივლინებით იმყოფებოდა ბელარუსიაში. ვიზიტის დროს იგი შეხვდა ბელარუსიის მეცნიერებათა აკადემიის მედიორაციის ინსტიტუტის დირექტორს, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატ, დოცენტ ნიკოლოზ ვახონინს და ბელარუსიის წყლის რე-

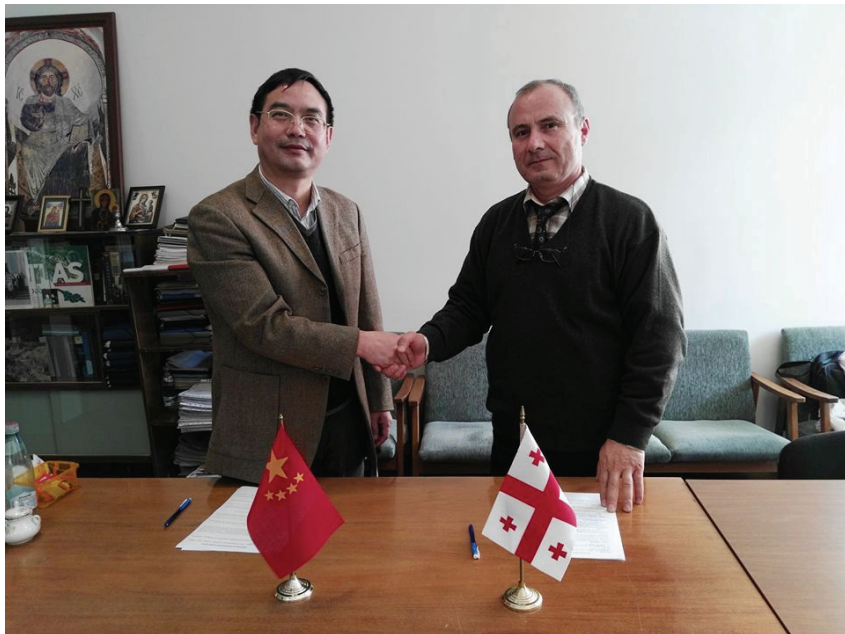
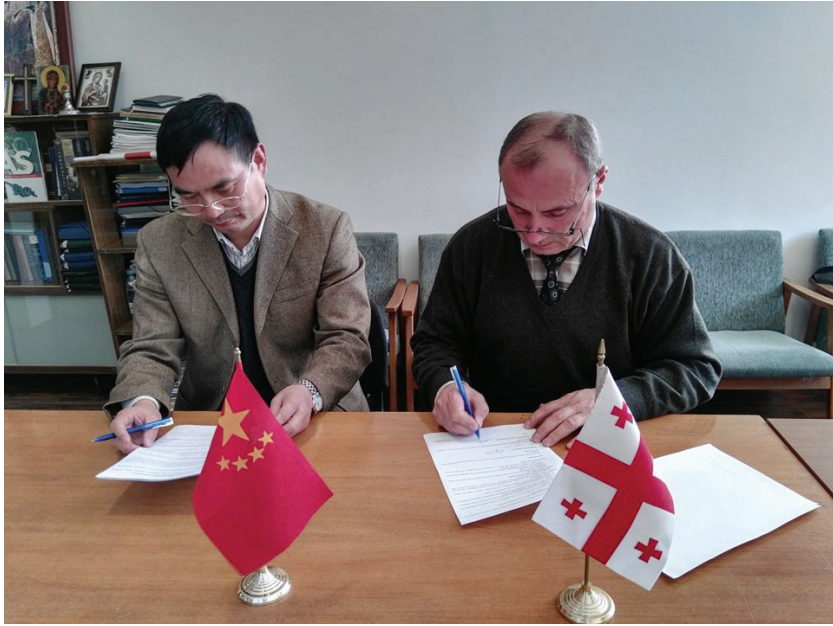
სურსების კომპლექსური გამოყენების სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის დირექტორს, ბატონ ალექსანდრე სტანკევიჩს, რომლის დროსაც ხელი მოეწერა სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტსა და ბელარუსიის წყლის რესურსების კომპლექსური გამოყენების სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტს შორის თანამშრომლობის მემორანდუმს.



**ფოტო 59-60. ურთიერთთანამშრომლობის მემორანდუმზე ხელმოწერისას**  
**Photo 59-60. During the sign at the collaboration memorandum**  
**Фото 59-60. Во время подписания меморандума о сотрудничестве**

• 2016 წლის 7-8 ნოემბერს სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტს ეწვივნენ ცენტრალური ჩინეთის ნორმალის უნივერსიტეტის წამყვანი პროფესორები: იუჯინ გუ, ჯინგ ლუო და იონგ ცოუ. შეხვედრისას ხელი მოეწერა

ურთიერთთანამშრომლობის ხელშეკრულებას სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტსა და ცენტრალური ჩინეთის ნორმალის უნივერსიტეტს შორის.



ფოტო 61-62. ურთიერთთანამშრომლობის ხელშეკრულებაზე ხელმოწერისას  
Photo 61-62. During the sign at the collaboration memorandum  
Фото 61-62. Во время подписания соглашения о сотрудничестве



**ფოტო 63. ურთიერთთანამშრომლობის ხელშეკრულების საკითხების განხილვისას**

**Photo 63. During the consider issues of the collaboration memorandum**  
**Фото 63. Во время обсуждения вопросов соглашения о сотрудничестве**

• 2016 წლის 12-20 ნოემბერს სტუ-ს ცენტრე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, პროფესორი გივი გაგარდაშვილი მივლინებით იყოფებოდა ბელარუსიაში სამეცნიერო-საგანმანათლებლო ურთიერთობების დამყარების მიზნით. შეხვედრისას საუბარი შეეხო ინსტიტუტების მომავალ თანამშრომლობას მეცნიერ-თანამშრომლებისა და დოქტორანტების გაცვლითი პროგრამების, აგრეთვე საერთაშორისო ერთობლივი გრანტების მომზადებაში.

16 ნოემბერს შედგა შეხვედრა ბრესტის სახელმწიფო უნივერსიტეტის I ვიცე-რექტორთან, პროფ. ვიაჩესლავ დრაგანთან. საუბარი შეეხო სასწავლო პროცესში თანამედროვე მეცნიერული მიღწევების დანერგვასა და მომავალ თანამშრომლობას. სიტყვიერი შეთანხმების შემდეგ, დღის მეორე ნახევარში, მომზადდა და ხელი მოეწერა სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტსა და ბრესტის სახელმწიფო უნივერსიტეტს შორის თანამშრომლობის მემორანდუმს.



**ფოტო 64-65. თანამშრომლობის მემორანდუმზე ხელმოწერისას**  
**Photo 64-65. During the consider issues of the collaboration memorandum**  
**Фото 64-65. Во время подписания меморандума о сотрудничестве**



## საექსპერტო საქმიანობა

• 2016 წლის 1 იანვრიდან საქართველოს ადგილობრივ თვითმმართველობათა ეროვნული ასოციაციის წარდგინებით აშშ-ს განვითარების სააგენტოს (USAID) მიერ ინსტიტუტის დირექტორი, პროფ. გივი გავარ-

დაშვილი დაინიშნა პროექტის "კლიმატის ცვლილება ადგილობრივ დონეზე - პოლიტიკა და ქმედება" სოფლის მეურნეობის ექსპერტად.



ფოტო 66. ექსპერტის სერტიფიკატი  
Photo 66. Certificate of the expert  
Фото 66. Сертификат эксперта

• 2016 წელს ინსტიტუტის დირექტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი დაინიშნულ იქნა ნამახვანი-ჰესის კასკადის გარემოზე ზემოქმედების შეფასების სახელმწიფო საექსპერტო კომისიის თავმჯდომარედ.

• 2016 წელს ინსტიტუტის დირექტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი დაინიშნულ იქნა ბაქო-თბილისი-ჯეიჰანის ნავთობსადენისა და ბაქო-თბილისი-ერზრუმის გაზსადენის ენერგოდერეფნების ეროზიის ექსპერტად.

## სახელმწიფო მნიშვნელობის სამუშაო შეხვედრები

### საქართველოში

• 2016 წლის 13 აპრილს საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნულ აკადემიაში, მთავარ აკადემიკოს-მდივანთან ბ-ნ ირაკლი ჟორდანიასთან გაიმართა სამუშაო შეხვედრა, რომელიც ეხებოდა შავ ზღვაზე ანაკლიის პორტის, ქ. ლაზიკისა და დამოუკიდებელი ეკონომიკური ზონის პრობლემებთან დაკავშირებულ საკითხებს. დარგის სხვა

ცნობილ მეცნიერ-სპეციალისტებთან ერთად სხდომას ესწრებოდა ინსტიტუტის დირექტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი. პროფ. გივი გავარდაშვილი სხდომაზე გამოვიდა წინადადებით შავი ზღვის სანაპირო ზოლისა და მდინარეთა ესტუარიებში ეკოლოგიური მდგომარეობის სრულყოფილად შესწავლის მიზნით პრობლემების დაზუსტებული პროგნოზირება მსხვილმასშტაბიანი ლაბო-

რატორიული მოდელირების გათვალისწინებით, რასაც მხარი დაუჭირეს მეცნიერ-სპეციალისტებმა. სამუშაო შეხვედრის დასასრულს შეთანხმდნენ, რომ საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნულმა აკადემიამ საერთაშორისო ტენდერში გამარჯვებული კონ-

სტრუქციუმის დირექტორის, ბ-ნ მამუკა ხაზარაძის სახელზე მოამზადოს ოფიციალური წერილი წინადადებით – კონსტრუქციუმში მონაწილე ქვეყნების მეცნიერებთან ერთად აქტიური მონაწილეობა ქართველმა მეცნიერებმაც მიიღონ.

### საზღვარგარეთ

• 2016 წლის 2 ივნისს ქ. ბაქოში აზერბაიჯანის, საქართველოს, თურქეთის, ისრაელის, უკრაინის, ბელარუსის, ყაზახეთის, სომხეთისა და სხვა ქვეყნების მონაწილეობით შეიქმნა საერთაშორისო კოალიცია Stop-Metsamor. ბაქოში მიმდინარე კონფერენციის მსვლელობისას აზერბაიჯანის ნაციონალური ეკოლოგიური ცენტრის უფროსმა, ბ-ნ ტელმან ზეინალოვმა განაცხადა, რომ მეწამორის ატომური ელექტროსადგური მდებარეობს სეისმურად აქტიურ ზონაში. მისი ექსპლუატაციის ვადა გავიდა 2006 წელს, რომელსაც სომხეთი უკვე 10 წელია ახანგრძლივებს. ეს საფრთხეს უქმნის არა-

მარტო სამხრეთ კავკასიას, არამედ მთლიანად მსოფლიოს. კოალიციის მონაწილეებმა ხელი მოაწერეს საერთაშორისო ორგანიზაციებთან და სახელმწიფოს მეთაურებთან მიმართვას, რეგიონში მეწამორის აეს-ის საფრთხის შესახებ.

აზერბაიჯანის პრეზიდენტის ი. ალიევის თაოსნობით საქართველოში უნდა შეიქმნას ატომური ელექტროსადგურების მშენებლობის საწინააღმდეგო მოძრაობა, რომლის კოორდინატორად არჩეულ იქნა პროფესორი გივი გავარდაშვილი. უნდა შეიქმნას 15-20 კაციანი სამუშაო ჯგუფი, რომელშიც შევლენ საქართველოს მეცნიერები.

### ინტერვიუები

• 2016 წლის 22 სექტემბერს პროფესორმა გივი გავარდაშვილმა საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში მიმდინარე მე-6 საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის - „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“ შესახებ ინტერვიუ მისცა საზოგადოებრივი 1-ელი არ-

ხის საინფორმაციო გადაცემას „მოამბე“ (18:45).

• 2016 წლის 30 აგვისტოს გაზეთ „Georgia TODAY“ –ში გამოქვეყნდა სტატია “New Manual for Melioration to Boost Agricultural Education and Agri-Business”.

# New Manual for Melioration to Boost Agricultural Education & Agri-Business



Prof. Givi Gavardashvili (right) at a reception in the residence of the previous US Ambassador, Edward B. Norfolk, under the aegis of the Cochran Program, 2014.



Prof. Givi Gavardashvili with Lev Kuchevsky, Senior Program Manager of the Cochran Fellowship Program

**U**nder the aegis of the Cochran Fellowship Program at the Water Management Institute, Program Coordinators at the US Embassy to Georgia, Deanna DeBokvina, organized a number of scientific workshops while Prof. Givi Gavardashvili and scientists and specialists of the Institute, with the aim of professional development, traveled to California and North Carolina, USA, and there gathered information regarding melioration, rational use of water resources, as well as protection against soil erosion. At the US universities and Water Management Associations the Georgian delegation became familiar with the achievements of agricultural melioration both in terms

of scientific and practical approach. The main objective of the Cochran Fellowship Program is to develop farm management and promote the raising of the agricultural education level of young specialists that in turn will result in agri-business development. As a result of participation in the Cochran Fellowship Program, as well as based on the scientific and practical experience gained, the manual for agricultural melioration – "Irrigation, Drainage, Erosion", authored by Prof. Gavardashvili, was published. Georgia has not seen such a publication in the past 50 years.

The new manual "Irrigation, Drainage, Erosion" was compiled according to the currently operating accredited program of Agricultural Melioration and in terms

of agro-engineering Bachelors of the faculties of Hydro-Engineering and Agricultural Sciences and Bio-System Engineering of the Engineering Faculty of the Georgian Technical University, as well as Masters, Ph.D candidates and young researchers working in the field of agro-ecology, engineering ecology and hydro-melioration. The manual can also be used by the faculties of Agriculture and Natural Sciences, including specialists of Environmental Protection as well as other interested engineering specialists.

The science editor of the manual was Academician Otar Natishvili, the academician-secretary of the Agricultural Sciences Division of the Georgian National Academy of Science and the editor is

Edward Kulkhalashvili, Doctor of Engineering Science, Professor of the Engineering Faculty of the Georgian Technical University.

Discussed in the manual, comprising 430 pages and consisting of 21 chapters, are all present-day developments compiled in the science of various world leading countries (USA, Israel, China, German, Poland, Russia, etc.) over the past 50 years that are required for professional growth in the strategic field of the country or in one of the high-priority subfields of agriculture – melioration.

The manual, as clear by its title, consists of three main parts: irrigation, drainage and erosion, whose innovative approaches to all three trends of melioration, as well as its problems, are provided in detail: soil-plant-water and the ways to solve issues by use of modern methods and technologies.

The manual provides various engineering-biological innovative solutions for improvement of soil properties in modern trends of irrigation – raising down, drip irrigation, fertigation, etc.) and protection against erosion, new constructions of the combined three-floor drainage system (approved by Georgian patent) and solutions that have already been designed and put into effect by Prof. Gavardashvili.

The issues discussed in chapters 20 and 21 are of particular interest – with Prof. Gavardashvili, with the financial assistance of USAID and NALAG, providing a climate outlook according to each municipality of Georgia for three different periods: 2015-2020, 2021-2050 and 2051-2090, as well as calculating melioration and forest resources risks

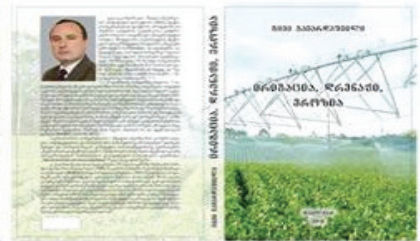
considering water demand of plants, soil and water resource conditions and climate change background. The author considers the significance of the problem at the highest scientific level for each municipality and discusses existing scientific research, climate sensitivity indicators and recommendations for reducing socio-economic risks in order to solve the problems caused by climate change. Fully represented in colored illustrations, the risks of irrigation, drainage, erosion and forest resources are calculated by the author to a high precision with research results laid down on colored maps – making the manual visually appealing to young scientists.

The manual "Irrigation, Drainage, Erosion" was prepared under the direct instructions of Academician Archil Prangishvili, Rector of the Georgian Technical University based on recommendations preparing an annual forecast report of the new accreditation period of the training program Agricultural Melioration for September 24-26, 2013, by the National Center of Experts for Improving Education Level, as set out by the Ministry of Education and Science of Georgia.

In the manual the author extends his special gratitude to the rector of the Georgian Technical University, with his support, the agricultural melioration program in the directions of professional, Bachelor's, Master's and Doctoral courses was accredited at the Ministry of Education and Science and put into effect in 2012 at the Engineering Faculty of the Georgian Technical University.

From 2012 to date, the Engineering Faculty of the Georgian Technical University, in the subfield of Agricultural Melioration, and under the supervision of Prof. Gavardashvili, has seen two young Ph.D candidates, Tamiko Japaridze and Malka Gugulidze, and Master's candidate Valerian Mcheldadze, earn successfully relevant academic degrees. This was achieved with the financial assistance of the doctoral grant program of the Shota Rustaveli National Scientific Fund, another dear illustration of the development potential of innovative projects provided in the manual "Irrigation, Drainage, Erosion."

Givi Gavardashvili, Professor, Doctor of Technical Science, Head of the Doctoral Program in Agricultural Melioration at the Engineering Faculty of the Georgian Technical University, and



ფოტო 67. სტატია გაზეთ „Georgia TODAY“ –ში  
Photo 67. Article in the newspaper „Georgia TODAY“  
Фото 67. Статья в газете “Georgia TODAY”

• 2016 წლის 16 ივლისს გაზეთ “საქართველოს რესპუბლიკაში” გამოქვეყნდა სტატია “ქართველი მეცნიერის კიდევ ერთი საერთაშორისო აღიარება”, რომელიც ეხებოდა ინსტიტუტის დირექტორის, პროფ. გივი

გავარდაშვილის პოლონეთში, ეროცლავის უნივერსიტეტში, ბოლო 10 წელიწადში ქართულ და პოლონურ მეცნიერებაში შეტანილი წვლილისათვის ვერცხლის მედლითა და დიპლომით დაჯილდოებას.



# ქართველი მეცნიერის კიდევ ერთი საერთაშორისო აღიარება

2016 წლის 27-29 ივნისს პოლონეთში, ქალაქ ვროცლავში, ვროცლავის გარემოს დაცვისა და სიცოცხლის შემსწავლელი მეცნიერების უნივერსიტეტში გაიმართა საერთაშორისო სამეცნიერო სემინარი, რომელიც მიეძღვნა ამავე უნივერსიტეტის მშენებლობისა და ინჟინერინგის ინსტიტუტის დირექტორის, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორის, პროფესორ **მარში სოპოტას** დაბადების 70 წლისა და 46 წლის მეცნიერულ-პედაგოგიური მოღვაწეობის იუბილეს. დონისძიებაში მონაწილეობასღებულობდნენ მსოფლიოს 10 წამყვანი ქვეყნის მეცნიერ-სპეციალისტები, მათ შორის საქართველოდან ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, ჩინეთის ნორმალის უნივერსიტეტის საპატიო პროფესორი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი **გივი ბაგარაძე**.

სემინარის მსვლელობისას ვროცლავის უნივერსიტეტში პროფესორი გივი ბაგარაძე ბოლო ათ წელიწადში (2006-2016 წ.წ.) ქართულ და პოლონურ მეცნიერებაში შეტანილი წვლილისათვის დაჯილდოვებულ იქნა ვროცლავის გარემოს დაცვისა და სიცოცხლის შემსწავლელი

მეცნიერების უნივერსიტეტის უმაღლესი ჯილდოთი – ვერცხლის მედლითა და დიპლომით.

უნდა აღინიშნოს, რომ პროფ. გ. ბაგარაძის, როგორც მეცნიერის აღიარება შედეგია მის მიერ გაწეული იმ ათწლიანი სამეცნიერო-პედაგოგიური და მენეჯმენტის მიმართულებით ჩატარებული აქტიური მუშაობისა, რაც გამოიხატა ქართულ-პოლონური საერთაშორისო საგრანტო პროექტების, ერთობლივი სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების ჩატარებისა და ახალგაზრდა სამეცნიერო კადრების აღზრდისათვის გაცვლითი სასწავლო-სამეცნიერო პროგრამების მომზადებასა და რეალიზაციაში.

ყოველივე ამ ნარმატივის საფუძველია 2006 წელს ქ. ვროცლავში, ვროცლავის გარემოს დაცვისა და სიცოცხლის შემსწავლელი მეცნიერების უნივერსიტეტის რექტორის, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორ რომან კოლაჩისა და წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორის, პროფესორი გივი ბაგარაძის მიერ თანამშრომლობის მემორანდუმზე ხელმოწერა და მისი რატიფიკაცია შესაბამისად, ვროცლავის უნივერსიტეტის აკადემიურ და წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოებზე.



სად, ვროცლავის უნივერსიტეტის აკადემიურ და წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოებზე.

„საქართველოს რესპუბლიკის“ რედაქცია უერთდება საზოგადოებრივ ქსელში პროფესორ გივი ბაგარაძის კიდევ ერთ საერთაშორისო აღიარებასთან დაკავშირებულ მილოცვებს მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნიდან და უსურვებს მას კიდევ მრავალ საერთაშორისო სამეცნიერო-პედაგოგიურ მიღწევას ჩვენი ქვეყნის ევროპის ოჯახში დამკვიდრების საქმეში.

## საქართველოს რესპუბლიკა 7

ფოტო 68. სტატია გაზეთ „საქართველოს რესპუბლიკაში“  
 Photo 68. Article in the newspaper „Sakartvelos respublika“  
 Фото 68. Статья в газете «Сакартвелос республика»

### მიღებული ჯილდოები და სერთიფიკატები

• საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების მინისტრმა თამარ სანიკიძემ ინსტიტუტის ბუნებრივი კატასტროფების განყოფილებისა და სამშენებლო ფაკულტეტის

აგრომელიორაციის მიმართულების მოდულის ხელმძღვანელს, გეოგრაფიის აკადემიურ დოქტორს, ასოც. პროფესორ რობერტ დიაკონიძეს ღირსების ორდენი გადასცა.



ფოტო 69. დაჯილდოებისას  
 Photo 69. During the awarding  
 Фото 69. Во время награждения

• 2016 წლის 27-29 ივნისს ინსტიტუტის დირექტორი, ცენტრალური ჩინეთის ნორმალის უნივერსიტეტის საპატიო პროფესორი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი მივლინებით იმყოფებოდა პოლონეთში, ქალაქ ვროცლავში, ვროცლავის გარემოს დაცვისა და სიცოცხლის შემსწავლელი მეცნიერების უნივერსიტეტში, სადაც გაიმართა საერთაშორისო სამეცნიერო სემინარი, რომელიც მიეძღვნა ამავე უნივერსიტეტის მშენებლობისა და ინჟინერინგის ინსტიტუტის დირექტორის, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორის, პროფესორ ერუი სობოტას დაბადების 70 წლისა და სამეცნი-

ერო-პედაგოგიური მოღვაწეობის 46 წლის იუბილეს. ღონისძიებაში მონაწილეობა მიიღეს მსოფლიოს 10 წამყვანი ქვეყნის მეცნიერ-სპეციალისტებმა.

ვროცლავის უნივერსიტეტში სემინარის მსვლელობისას საქართველოსა და პოლონეთის მეცნიერებაში ბოლო ათ წელიწადში (2006-2016 წ.წ.) შეტანილი წვლილისათვის პროფესორი გივი გავარდაშვილი დაჯილდოვდა ვროცლავის გარემოს დაცვისა და სიცოცხლის შემსწავლელი მეცნიერების უნივერსიტეტის უმაღლესი ჯილდოთი - ვერცხლის მედლითა და დიპლომით.



**ფოტო 70. დაჯილდოებისას**  
**Photo 70. During the awarding**  
**Фото 70. Во время награждения**

• 2016 წლის 7-11 დეკემბერს სტუ-ს ცენტრე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი მივლინებით იმყოფებოდა ქ. ჩესტოჰოვაში (პოლონეთი) მე-13 სამეცნიერო-ტექნიკურ კონფერენციაზე, რომლის მსვლე-

ლობისას სამოქალაქო მშენებლობის ფაკულტეტის დეკანმა, პროფესორ მასიეჟ მეიჯორმა პროფ. გივი გავარდაშვილი დააჯილდოვა სამშენებლო ფაკულტეტის დაარსების 40 წლის იუბილისადმი მიძღვნილი მედლითა და დიპლომით.



**ფოტო 71-72. დაჯილდოებისას**  
**Photo 71-72. During the awarding**  
**Фото 71-72. Во время награждения**

---

---

**C H R O N I C L E**  
**THE INFORMATION ABOUT ACTIVITY OF TSOTNE MIRSTKHULAVA WATER**  
**MANAGEMENT INSTITUTE OF GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY**  
**2016**

In the Institute, which is established in 1929, now are working 68 collaborators, from there 55 % are scientific worker, among them 1-academian, head of the agricultural department of Georgian

National Scientific Academy, 4- engineering academy, 7 – doctor of sciences, 26 – academic doctor, 2- Ph.D. student and 2 – master student.

**THE SCIENTIFIC RESEARCH ACTIVITY OF THE INSTITUTE**

- In 2016, in the periodical publication has been published until 60 article, 4 monographs and 3 guideline;

- In the is treating theme with 6 scientific subfield by program financial support, which is actual due to often natural disaster running in the

country and for scientific treatment of environmental protection measures;

- In 2016 institute published 2 scientific collected papers: VI International Conference Proceeding collected papers and follow # 71 scientifically collected papers.

**THE SCIENTIFIC RELATIONSHIP OF THE INSTITUTE**

**Georgia**

- On 5 May 2016 in the agricultural department of Georgian National Sciences Academy taken place scientific seminar: „The modern methods of reclamation in Georgia on the background of climate changes”. In the seminar participated scientific specialist from Georgia, Estonia, Russia, USA, also head of the agricultural department of Georgian National Scientific Academy, academia Otar Natishvili, head of nuclear energy and radiation safety problem committee, academia Giorgi Jafaridze and professor teachers of Georgian Technical University. The scientific seminar opened director of ts. Mirtskhulava Water Management Institute, professor Givi Gavardashvili. Academic Otar Natishvili had the speech about agricultural problems in Georgia. There were presentations by the head of reclamation and soil resources department of the agricultural ministry of Estonia, master Mati Tonismae, Alex Karakovi (Houston, USA). Professor Givi Gavardashvili presented to the seminar guidelines with 410 pages -, Irrigation, Drainage, Erosion,” which has been published in the Universal” and presentation -, The forecast of reclamation risks on the background of climate

changes” (*Photo 1*).

At the seminar made presentations: Doctor of economical sciences Martin Vartanovi, Yuri Mazhaisky (Riazani, Russia), doctor of technical sciences Irina Iordashvili, academic doctor of engineering sciences Marika Shavlakadze, academic doctor of geoenvironment Tamriko Supatashvili, academic doctor of technic Levan Itriashvili and academic doctor of technic Vladimir Shurgaia (*Photo 2*).

At the end of seminar held discussion and has been received resolution, which is about actual collaboration of Georgia and 3 country of Baltic in the field of agricultural reclamation and preparation of grant project in the framework of „Horizon 2020”

- On 6 July 2016 In „Holiday Inn” of Tbilisi held workshop by initiation of Ministry of education and science on the theme „The evaluation criteria of scientific research institute”. The meeting was attended deputy director of Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, academic doctor of technic Inga Iremashvili and scientific secretary, academic

doctor of technic Marine Mgebrishvili. The meeting was opened by the deputy of ministry Tamaz Marsagishvili. A speech had deputy of ministry Giorgi Shervashidze, who introduced international experience about evaluation of scientific research institute and perspective of their implementation in Georgia.

- On 18 July 2016 in the hotel „Old Tbilisi” held information seminar on the theme „The joint operation program of Black Sea basin”, by organization of expert team of TESIM, head of program and national organizations, which were attended head of reclamation systems design and expertise department, associated professor Shorena Kupreishvili and scientific worker of department of environmental protection and engineering ecology, academic doctor of agroengineering Tamriko Supatashvili.

At the seminar has been considered conditions of project proposal of black sea program; role and responsibility of leading partners; information and advices for preparation grant project.

- On 8-12 July 2016 in the Tsoetne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University visited from Russia: Docent Sergei Chernomoretzi, aspirant Elene Saverniuki (M. Lomonosovi Moscow State University) and Docent Eduard Zaporozhenko (Deputy director of North Caucasia Water design Piatigorski, Russia). It has been conducted scientific research expedition on the glacier Devdoraki (*Photo 3-6*).

- On 20 July 2016 in the Ministry of education and science held meeting between deputy ministry Tamaz Marsagishvili and director of Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, doctor of technical sciences, professor Givi Gvardashvili. At the meeting has been considered as important issues, such institute program funding, existing condition of the scientific

**Abroad:**

- On 1-10 March 2016 director of Tsoetne Mirtskhulava Water Management Institute of

thematic, working program of the scientific thematic, update of material technical bases of the institute, renovation works of the hydrotechnical laboratory 2016, legal status of institute, involving of scientific worker in the training program and so on.

Especially interesting was idea of director of Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, about international certification of expert works result which conduct in the scientific laboratory.

The meeting held also with deputy ministry Lia Gigauri. Conversation was about support of the environmental protection training program, general education system and important role of the science in the stable development of the economy (*Photo 7, 8*).

- On 1 September 2016 in the hotel „Betsi” held official meeting between director of Tsoetne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, doctor of technical sciences, professor Givi Gavardashvili and manager of Cochran program of the USA agrarian department in the East Europe and Eurasia country, international specialist of training Lev Kuchevsky (*Photo 9*).

- On 2 December 2016 in the conference hall of Tsoetne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University held session of the scientific council, where has been considered annual scientific reports of the budget program funding. It has been considered 6 subfield reports. The speech had director of Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, doctor of technical sciences, professor Givi Gavardashvili, head of subfields: academic doctor of geography, associated professor Rober Diakonidze, doctor of technical sciences, senior scientific worker Irina Iordanishvili, academic doctor of technic Goga Chakhaia, academic doctor of technic, senior scientific worker Shorena Kupreishvili and others. After speech was discussion (*Photo 10*).

Georgian Technical University, doctor of technical sciences, professor Givi Gavardashvili was at the



conference in the Kostichev state agrotechnology university of Reazan. During conference held some important working meeting: on 4 March 2016 to rector of Kostichev state agrotechnology university of Reazan doctor of technical science, professor Nicalai Bishov (*Photo 11, 12*).

On 5 March 2016 in Moscow with scientific head of K. Timiriazevi agricultural University of Russia, during the meeting conversation was about renewable of old contacts and collaborations to the agricultural reclamation direction. On 5 March 2016 in Moscow held meeting to director of scientific research institute of hydrotechnical and reclamation of Russia, academian of Russian academy of sciences, Boris Kizaev. The conversation was about the scientific achieves of academian Tsozne Mirtskhulava to direction of reclamation and hydrotechnical constructions and joint continue of his researches. On 9-10 March 2016 in Moscow held meetings to dean of geography faculty of the Lomonosovi State University of Moscow, member of Russian academy of sciences, professor Sergei Dobroliubov, deputy dean of same faculty, professor Andrei Bredikh and professors of faculty. The conversation was about future collaboration in agroengineering.

On 10 March 2016 recieved agreement about free publication in the „Hydrotechnical constructions”, Ecological systems and tools”, “Agrochemical references” „Agroecology” by scientists of Tsozne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University.

During the meeting colleagues agreed to participation in VI international conference in Tbilisi 22-25 September 2016 (*Photo 13-16*).

- Since 28 July to 2 August 2016 scientific workers of Tsozne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, head of environmental protection and engineering ecology department, academic doctor of technic, associated professor Goga Chakhaia, Head of natural disaster department, academic doctor of geography, associated professor Robert Diakonidze and Senior

scientific worker of environmental protection and engineering ecology department academic doctor of technic, associated professor Levan Tsulukidze by financial support of Shota Rustaveli National Scientific Foundation and Georgian Technical University were in their buissness trip in Sant Peterburg, in the central office of the biggest companies from the geo mats producers “Tenzar-international”- where has been presented about geo mat „ Nesgeo” which was researched out in the frame work of grant project. At the presentation attended director of “Tenzar-international”- Konstanine Vachnazde, Marketing specialists: Maria Dodiesi and Vadim Dolgini, specialsit of ecological building technologies and materials – Patsel Greskovi, head of engineering department, leading engineer Maxim Sakaev, engineer Vladimer Kalugin, Saling manager Konstantin Lekin and Head of project Alexei Visarionovi. After presentation held discussion between company collaboratories of “Tenzar-international” and grant project performers. As a result outlining ways to support for implementation geo mat „Nesgeo” in the industry (*Photo 17*).

- On 12-20 November 2016 director of Tsozne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, professor Givi Gavardashvili was in his buissness trip in Bellarus for scientific education relations.

On 14 November 2016 in Bresti held meeting to dean of engineering systems and ecology faculty of state technical university of Bresti, doctor of geography, professor Aleksandre Volchek (*Photo 18*).

At the meeting conversation was about future collaboration for preparation exchange program of collaborators and PhD students, also joint international grants.

On 16 November held meeting to I vice-rector of state university of Bresti, professor Viacheslav Dragan. The conversation was about implementation modern scientific achieves in the education process and future collaborations.

The same day held meeting to dean and professors of faculty, where agreed that professor Givi Gavardashvili will take active participation in

the preparation of aspirant. According to suggest of dean engineering system and ecology faculty, professor Aleksandre Volchek, director of Tsozne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, professor Givi Gavardashvili was invited since 2016 at the same faculty for reading course blog - „The problems of environmental protection and engineering ecology »

On 17-18 November 2016 in Minsk held official meeting to dean of geography faculty of Bellarus state University, doctor of geography sciences, professor Dimitri Ivanov, who introduced to Givi Gavardashvili professors of the faculty and with them was a trip in the scientific technology laboratory museum of engineering geology and geophysic. Professor Givi Gavardashvili acquainted with physical-mechanical characteristics of soil grounds distributions in Bellarus and achieves of the department (*Photo 19, 20*).

Director of Tsozne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, professor Givi Gavardashvili introduced achieves of Tsozne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, fields – water and wind erosion of soil and engineering-ecology and bio-engineering methods against them.

At the end of the speech dean, prof. D. Ivanov offered to Givi Gavardashvili course blog on this topic with various field specialists. After the conversation professor Givi Gavardashvili invited professors D. Ivanovi and A. Volchek in Georgia to take part in VII International Conference.

- On 7-11 December 2016 director of Tsozne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, professor Givi Gavardashvili was in Chestohova (Poland) with buissnes trip, where deputy dean of building faculty of the technical university of Chestohova (Poland) in scientific field professor Margarita Ulevin official invited professor Givi Gavardashvili as member of editorial board of the scientific journal of same faculty „Construction of optimized energy potential” (*Photo 21, 22*).

During the trip professor Givi Gavardashvili had Official meetings to dean of technical university of Slovenia, delegations of Kiev and Lvovi technical Universities, vice rector of agrarian academy of Bellarus Victor Kapitovski, director of scientific-technical centre of Meshchan (Russia) professor Iuri Mazhaisky, professors and PhD students from various universities of Poland.

### THE SCIENTIFIC PRACTICAL ACTIVITY

- On 21 April 2016 in Viena, city of Austria, held session of general assembly of European Union, which was about Earth sciences. At the noted session was presented speech prepared by co-authors of director of Tsozne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, professor Givi Gavardashvili, which was about dynamic processes on the glacier Devdoraki during disaster in 2014. That joint speech has been prepared according to signed understanding between Tsozne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University and Lomonosovi state university of Moscow. In the

preparing of the work took part: S. Chernomorets, E. Saverniuk, D. Petrokov, O. Turubalina (Lomonosovi state university of Moscow), M. Dukini (Geophysic institute of Nalchik), G. Gotsiridze (LTD „Geographiki », G. Gavardashvili (Tsozne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University), V. Drobishev (scientific centre of Vladikaucas), G. Zaporojenko, N. Kamenov, V. Kamenov (water design institute of north caucasia), A. Kaabi (University of Oslo, Norway), J. Kargeli (university of Arizone, USA), Hugeli (University of Zurich, Swiss).

---

---

**PARTICIPATION IN THE INTERNATIONAL CONFERENCES  
AND SIMPOZIUMS**

**Georgia:**

On 1 February 2016 held conference by organized of Ministry of Education and Science of Georgia, which was attended by rectors of universities, head of scientific research unitites, representers of scientific, administration staff, among them were director of institute, professor Givi Gavardashvili and head of reclamation systems design and expertise department, assosiate professor Shorena Kupreishvili. At the conference has been considered package of legislative changes, which is received by Georgian Parliament in December 2015, which will be solved many existing problems in the field of high education and science and will lead fundamental changes. Ministry of education and science of Georgia Tamar Sanikidze introduced action plan for implementation of changes according to law (*Photo 23-25*).

- On 1 April 2016 in the hotel „Holiday Inn” held conference at the theme - „The climate change at the local level- policy and action”by organized of national association of the Georgian local self government and agency of development of USA (USAID). The conference opened by deputy ministry of Georgian environmental protection and resources saving, Teimuraz Murghulia. The speeches by first deputy of ministry regional development and infrastructure, Tengiz Shergelashvili, deputy ministry of agricultural Gocha Cofurashvili, deputy ministry of energetic Davit Shariqadze, head of USAID in Georgia Nika Okreshidze, president of national association of the Georgian local self government (NALAG), Davit Jiqia.

At the conference director of Institute, professor Givi Gavardashvili had speech with theme „The problems of agriculture on the background of climate changes”. In the conference participation also representers from the local municipalitites, visitors from Austria, Huganda, Poland, France and Armenia.

About climate changes in the World had speech: Italian experience – John Marco Cherch, Austrian

experience – Matias Iurek, African experience (Zambia) – Muson and Mumba, Norway experience – Ziorn Alften (*Photo 26, 27*).

- On 18 July 2016 in the hotel „Radisson Blu Iveria” held international conference – „ The role of professional education for the economy development”. The organizers were Ministry of education and sciences of Georgia, Foundation of Millenium Challenges (Millenium) and government of Georgia. The conference was opened by the executive director of Foundation of Millenium Challenges Magda Maghradze. At the conference had speech ministry of economy and stable development, vice premier Dimitri Qumsishvili, ambassador of USA in Georgia Yan Kel, ministry of education and sciences of Georgia –Aleksandre Jejelava, visitors from England, Irland, Germany and Australia, who spoke about professional education European systems and their role in economy development.

In the conference took part director of Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, professor Givi Gavardashvili. At the break Givi Gavardashvili met deputies of education and sciences ministry: Tamaz Marsagishvili and Lia Giagauri. At the meeting spoke about teaching programs of profesional education of agricultural reclamation (hydro reclamation and agro reclamation) treated by Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, which implements successfully on the base of building faculty of Georgian Technical University and GTU subordinate Niko Nikoladze professional colleague of Samtredia Didi Jikhaishi.

- On 22-25 September Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University conducted VI International scientific technical conference on the theme : „The Modern Problems of Water Management, Environmental Protection, Architecture and construction » in the small

conference hall of Georgian Technical University. At the conference participated scientists, experts and young specialists from 7 country of World (Azerbaijan, Bellarus, Lithuania, Poland, Russia, Georgia, Armenia). It has been published Conference Proceedings with 230 pages (150 dublicates).

The conference has been opened by head of department science, doctor of technical sciences, professor Davit Tavkheldze, who noted the significant role of the institute for ecological safety of South Caucasia countries and region scientific field and wished further actual activity in the scientific- practical direction. Then speech had director of institute, doctor of technical sciences, professor Givi Gavardashvili, who reviewed scientific-technical and expertise activity of the institute, he highlighted scientific direction of the

institute and actual participation in the education activity (*Photo 28, 29*).

Welcome speeches were also made: Rector of Armenian state technical university, doctor of technical sciences, professor Hovhannes Tokmajyan (Erevan, Armenia), dean of geography faculty of Baku state university doctor of technical sciences, professor Farda Imanovi (Azerbaijan, Baku), director of scientific technical centre of Meshcheri, doctor of agrarian sciences, professor Yuri Mazhaisky (Riazan, Russia) and other (*Photo 30*).

On 25 September 2016 before close of conference conducted session of organizing committee of the international conference and has been received solution, that next VII international conference will be conducted in August, in Tbilisi (*Photo 31*).

### Abroad

• On 1-10 March 2016 in P. Kostichev state agrotechnical University of Riazan conducted international conference, whith theme was the issues of reclamation problems solution on the moder level to increase productivity of ether-oil plant. On 3 March 2016 on the conference had speech director of Tsozne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University – professor Givi Gavardashvili - „The increase of productivity of ether-oil plant „Tungo” in west Georgia, particularly Colchis lowland, in the condition of using three tier combine new drainage system”

At the meeting colleagues said agree to participation in VI international conference on 20-30 September, Tbilisi (*Photo 32*).

• On 24-26 May 2016 in Lithuania, Panavejisi conducted international conference „Application of agricultural drainages, requirements of environmental protection during implementation of project agricultural drainage systems constructions and program of agricultural development of Lithuania 2014-2020” and field seminar „ Example of program of agricultural development of Lithuania 2007-2013 yaers”, was invited director of Tsozne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University – professor Givi Gavardashvili by Ministry of agricultural of

Lithuania. The conference opened by deputy ministry of agricultural of Lithuania republic, Mr. Albinas Ejerski, then welcome speech had city Mayor of Panevejisi.

On 26 May 2016 at the conference presented professor Givi Gavardashvili with presentation „ The field investigation of three tier combine drainage” (*Photo 33*).

During the conference took place the meeting with deputy ministry of agricultural of Lithuania republic, Mr. Albinas Ejerski, scientific-specialists from Lithuania, Lathia, Estonia, Finland, Bellarus and Russia. Also on 28 May in Vilnius held took place meeting with head of reclamation assosiation of Lithuania Mr. Kizimir Saskis and senior specialist of same assosiation Mr. Ionas Raka. During the conversation highlighted perspective directions of collaboration, which was about in case of establish of analogy municipally assosiation in Georgia giving the consultations (*Photo 34, 35*).

• On 23-26 May 2016 scientife worker of natural disaster department of Tsozne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, academic doctor of engineering Marine Shavlakadze was in Barcelona, Spain at the International Conference by financial support of

Shota Rustaveli National Scientific Foundation. Speech was at the theme: „Research of using opportunity of  $Mn(NO_3)_2$ , received from industrial waste to increase productivity of wetland soil” The organizer of the conference was World Academy of Sciences and Technology (*Photo 36*).

- On 5-12 June 2016 in Kaunas Aleksandra Skludinski University held international scientific-technical conference „Water and soil”. At the conference was invited director of Tsozne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, professor Givi Gavardashvili by Aleksandra Skludinski University. The conference opened deputy rector of university, professor Romouldas Remetski. Welcome speech made by director of engineering and water resources institute of university, professor Aldiga Radzeviuchis and head of organizing committee of the conference Atilia Misetskaite.

On 6 June at the conference had speech director of Tsozne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, professor Givi Gavardashvili with presentation- „The risk of reclamation in Georgia by taking into account of climate changes». At the conference took part scientists specialists from Azerbaijan, Bellaruss, Georgia, Russia, Ukraine, Khorvatia and Lithuania (*Photo 37, 38*).

After the conference held profesional excursion in the hydro technical laboratory of water resources and engineering institute of Aleksandra Skuldinki University (*Photo 39-41*).

- On 27-29 June 2016 in Poland, city Wroclaw, Environmental protection and life sciences university of Wroclaw held seminar, which devoted 70 anniversary of director of building and engineering institute of same university, doctor of technical sciences, professor Erjy Sobota and 46 anniversary of scientific- teaching activity. In the measurement took part scientists-specialists from 10 country of World, among them from Georgia - director of Tsozne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, honorary

professor of central China Normal University, professor Givi Gavardashvili (*Photo 42, 43*).

Same time Givi Gavardashvili met rector of same University Roman Kolach.

- On 21-22 July 2016 scientific worker of natural disaster department of Tsozne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, academic doctor of engineering Marine Shavlakadze was in Zurich, Swiss, at the International Conference by financial support of Shota Rustaveli National Scientific Foundation. For taking part in the ICASE 2016: XVIII international conference agricultural and biological engineering. Speech was at the theme: „The degradation of pesticides in the soil” The organizer of the conference was World Academy of Sciences and Technology (*Photo 44*).

- On November 15-18, 2016 scientific worker of department of environmental protection and engineering ecology of Tsozne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, academic doctor of agroengineering Tamriko Supatashvili was Rome, Italy Funded by Shota Rustaveli National Science Foundation. I presented an oral report of the conference: „The modern Condition of the River Duruji Basin“. The event was organized by the The International Journal of Arts and Sciences. The conference was attended scientists and professors from 15 different countries (*Photo 45*).

- On 7-11 December 2016 director of Tsozne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, professor Givi Gavardashvili was in buissnes trip in Chestohova (Poland) at the 13th scientific-technical conference „The construction of energy potential optimization». On 7 December professor G. Gavardashvili had speech „Research of three tier combine drainage to regulation ground water for safety foundation of multistorey house» (*Photo 46*).

On 9 December professor Givi Gavardashvili was head of section at the scientific technical conference (*Photo 47, 48*).

On 10-11 December 2016 held excursion of faculty of building of technical university of Chestohova at the various building section and aluminium product factory. At the official close ceremony of the conference Givi Gavardashvili

invited vice rector of Chestohova University and dean of building faculty to take part at the VII international conference, which will take place on August 2017.

## EDUCATION-SCIENTIFIC ACTIVITY

### Georgia

• The institute is actual involved to teaching process. At the faculty of agrarian sciences and biosystems engineering and building lecturing: director of institute, professor Givi Gavardashvili, deputy director, assistant professor I. Iremashvili, head of reclamation systems design and expertise, assosiated professor Sh. Kupreishvili, senior scientific worker of same department, assosiated professor M.

Vartanov, senior scientific worker of reclamation department, assosiated professor Z. Lobjanidze, head of natural disaster department, assosiated professor R. Diakonidze, head of environmental protection and engineering ecology department, assosiated professor G. Chakhaia, senior scientific worker of same department, assosiated professor Levan Tsulukidze.

### Scientific research activity with PhD students

• The senior specialist of th instutue – Irma Qufarashvili and scientific scientific worker Irina Khubulava are at their II year at the postgraduate

course at the faculty of agrarian sciences and biosystems engineering and building.

### Scientific research activity with master students

• In 2016 specialist of institute Natia Sukhishvili enlisted at the master course of at the faculty of agrarian sciences and biosystems engineering and building with speciality of organic agriculture.

• In 2016 Enjineer of institute Otar Okriashvili enlisted at the master course of at the faculty of agrarian sciences and biosystems engineering and building with speciality of agronomist.

### Lectures in University abroad

• On 12-20 November 2016 director of Tsozne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, professor Givi Gavardashvili was in his buissnes trip in Belarus to make teaching educational rilationship.

On 14 November 2016 In Brest helf meeting to the dean of engineering systems and ecology faculty, doctor of geogrpahy sciences, proffessor Aleksandre Volchek (*Photo 49*).

During the meeting was conversations about future collaboration of the institutes, in the changes program of scientific workers and PhD students, also in preparation of joint grant projects. By request of dean of engineering systems and ecology faculty, doctor of geogrpahy sciences, proffessor Aleksandre Volchek, director of institute, professor Givi

Gavardashvili conduct public lecture at the theme : „ The modern problems of erossion debris flow processes and thier regulations ways». At the lecture were attanded professor-teachers of the faculty, students and PhD students (*Photo 50, 51*).

At the same day conduct meeting to the proffessor-teachers and dean of th faculty, where made agreement, that proffessor Givi Gavardashvili will take part in the preparation of PhD students actually. According of suggest of dean of engineering systems and ecology faculty, doctor of geogrpahy sciences, proffessor Aleksandre Volchek, professor Givi Gavardashvili will lecturing at the same faculty for public lectures – Environmental protection and problems of engineering ecology.

## CHRONICLE

---

Givi Gavardashvili introduced to the hosts about achieves of water management institute, fields, the problems of water and air erosion and bioengineering methods to suggest engineering-ecology and bio-engineering methods against water and wind erosion. At the end of the presentation dean suggest to profesor Givi Gavardashvili lecturing at this theme.

- On 19-24 December 2016 proffesor Givi Gavardashvili was in the Bellaruss by his buissness trip for lecturing to the students of engineering systems and ecology faculty of Brest state university.

On 19 December held meeting to the dean of engineering systems and ecology faculty, doctor of geogrpahy sciences, proffesor Aleksandre Volchek, which introduce to the rector of the university professor Petre Poita signed order about the invited and working plan for lectures, which has been approved by vice rector, proffesor Vladimer Dragan. Lecture course contain 16 academian hour. The teaching program have to be agreed with head

### The professional scientific practical work

- Since 2015 institute is actual involved in the Didi Jikhaishi Niko Nikoladze professional colleague of agroengineering and food technologies. In the colleague accredited program in 2015 (head of program are doctor of technical sciences, professor Givi Gavardashvili, academian doctor of technic Zurab Lobzhanidze)- agricultural reclamation (agroreclamation, hydroreclamation), for lecturing

of natural department of ecology faculty, technical sciences candidate, docent Oleg Meshik.

The lectures held on 19-22 December in the state technical university of Brest on the theme : „Environmental protection and engineering ecology», and on 22 December held meeting to rector of Pushkin state university of Brest, doctor of teaching sciences, proffesor Ana Sender, who represented professor Givi Gavardashvili to dean of geography faculty, doctor of biological sciences, docent Irina Abramova and ask to proffesor Givi Gavardashvili lecturing on the theme „The modern problem of environmental protection on the background of climate changes» After the conversation at the geography faculty held official meeting, which attended dean of faculty, doctor of biological sciences, docent Oksana Griadunova and deputy dean in scientific field, geography science candidate, docent Tatiana Shelest, also doctor of geography-mineral sciences, professor Maksim Bogdasarovi. On 22-23 December 2016 professor Givi Gavardashvili had public lecture with geography and tourism specialists students, II-III-IV-V courses students (*Photo 52, 53*).

will be sent collaborative of institute: doctor of technical sciences, professor Givi Gavardashvili, academian doctor of technic Zurab Lobzhanidze, senior specialist Erekle Kechkhoshvili, senior specialist, academian doctor of agriculture Jemal Kakhadze and academian doctor of agroengineering Maia Kikabidze. In 2016 training course graduated 34 student.

## THE DOCTORAL THESIS

- On 8 July 2016 at the building faculty of GTU held consider of doctoral thesis of Maka Guguchia PhD student of professor Givi Gavardashvili on the theme: „The research of combine drainage on the Colchis lowland to improvement of reclamation

features of wetland soil-ground” and Maka Guguchia awarded by academian degree of agroengineering in agricultural reclamation (*Photo 54, 55*).

## THE PARTICIPATION IN THE EXHIBITION

- On 17-25 September 2016 in the exhibition centre of Tbilisi - „Expo Georgia », conduct festival

exhibition of science and innovations by organize of MInistry of education and sciences of Georgia. The

aim of the festival was highlight of scientific potential of country and sharing of international experience. At the festival took part director of

institute, doctor of technical sciences, professor Givi Gavardashvili and collaboarators of institute (*Photo 56*).

### THE WINNER GRANTS OF INSTITUTE IN 2016

- The scientific worker of natural disaster department of institute academian doctor of engineering sciences Marine Shavlakadze received grant of young scientists research of Shota Rustaveli National Scientific Foundation.

- On the base of institute master student of hydro technical faculty of GTU Nodar Kandelaki received grant of master students teaching-researching project of Shota Rustaveli National Scientific Foundation.

- The scientific worker of natural disaster department of institute academian doctor of engineering sciences Marine Shavlakadze received short time individual travelling grant of Shota Rustaveli National Scientific Foundation.

- The scientific worker of department of environmental protection and engineering ecology of institute academian doctor of agro engineering Tamriko Supatashvili received short time individual traveling grant of Shota Rustaveli National Scientific Foundation.

### THE COLLABORATION MEMORANDUMS OF INSTITUTE

- On 1-10 March 2016 director of institute, professor Givi Gavardashvili was in his buissness trip in Riazan Kostichev state agrotechnical university, where held various important meeting. On 4 March 2016 signed collaboration memorandum between Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University and Kostichev state agro technology university of Riazan during the meeting to rector of Kostichev state agrotechnology university, doctor of technical sciences, professor Nikalai Bishov.

On 5 March 2016 in Moscow held meeting to director of scientific-research institute of hydrotechnical and reclamation of Russia, academian of Russian sciences academy, Mr, Boris Kizaev. They talked about scientist achieve of Tsotne Mirtskhulava in the reclamation and hydrotechnical construction directions and its researches joint continue. They has been received agreement about preparation of collaboration memorandums.

On 9-10 March 2016 in Moscow held meetings to dean of geography faculty of Lomonosov state university of Moscow, member of Russian academy of sciences, professor Sergey Dobroliubov, deputy dean of same faculty, professor

Andrei Bredikhin and professor-teachers of faculty. They talked about future collaboration, which signed with official memorandum.

- On 5-12 June 2016 director of Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, professor Givi Gavardashvili was in Kaunas with invitation of Aleksandras Skuldinsk University. On 8 June 2016 in Kaunas signed collaboration contract between institute of water resources and engineering of Aleksandras Skuldinsk University and Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University. The contract provides for exchange of young specialists and preparing of joint grant project (*Photo 57, 58*).

- On 16-22 August 2016 director of Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, professor Givi Gavardashvili was in his buissness trip in Bellarus. During the visit he met director of reclamation institute of Bellarus science academy, canididate of technical sciences, docent Nikoloz Vakhonin and director of water resources complex using scientific research institute Aleksandre Stankevich, where



---

## CHRONICLE

---

signed memorandum between Tsothe Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University and water resources complex using scientific research institute (*Photo 59, 60*).

- On 7-8 November in the Tsothe Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University were visitors from central china Normal University- professors: Yijin WU, Jing LUO and Yong ZHOU. During the meeting signed memorandum between Tsothe Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University and Normal University of Central China (*Photo 61, 62, 63*).

- On 12-20 November 2016 director of Tsothe Mirtskhulava Water Management Institute of

Georgian Technical University, professor Givi Gavardashvili was in his buisness trip in Bellarus in order to make scientific-education realationship. At the meeting was conversation about collaboration about exchange scientists-worker and PhD students, also preparation international joint grants.

On 16 November held meeting with I vice rector of Brest state university, professor Viacheslav Dragan. They talked about implementation of modern scientific achieves in the teaching system and future collaboration. After verbal agreement prepared and singn collaboration memorandum between Tsothe Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University and State University of Brest (*Photo 64, 65*).

## EXPERT ACTIVITY

- On 1 January 2016 director of Tsothe Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, professor Givi Gavardashvili appointed as expert of agriculture of the project „Climate change at the local level-politics and action » by nomination of USAID (*Photo 66*).

- In 2016 director of Tsothe Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical

University, professor Givi Gavardashvili appointed as a head of state expertise commission of Namakhvani dam influence at the environment.

- In 2016 director of Tsothe Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, professor Givi Gavardashvili appointed as a erosion expert of Baku-Tbilisi\_ Jeihan and Baku-Tbilisi-Erzrum pipeline.

## THE STATE WORKING MEETINGS

### Georgia

- On 13 April 2016 held working meeting with senior academian-secretary of Georgian Science National Academy Irakli Jordania, which was about issues of the prot of Anaklia, town Lazika and independence economical zone. The meeting were attended director of Tsothe Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, professor Givi Gavardashvili with other known specialists of the field. Professor Givi

Gavardashvili suggested about large scale laboratory for precise forecast of problems in order to study ecological condition of Black Sea Coastal Zone and Rivers Estuar, that supported scietists-specialists. At the end of meeting agreed, that Georgian Science National Academic will prepare letter to director of consortium winner in tender, Mamuka Khazaradze- with suggest Georgian scientists participation with other countries scientists.

### Abroad

• On 2 June 2016 in Baku created international coalition „Stop-Metsamo” by participation of Azerbaijan, Armenia, Kazakhstan, Georgia, Bellarus, Ukaraine , Israel and other countries. During the conference head of Azerbaijan national ecological centre, Telman Zeinalov said, that atomic electro station of Metsamor is in the seismic active zone. Its exploitation deadline passed in 2006, which Armenia have been continued already 10 year. This

poses a treat not only South Caucasia, whole World. The members of coalition signed at the apply to internation organizations and heads of state about damage of atomic electro station of Metsamor.

The president I. Aliev initiative in Georgia have to create movement against to atomic elektro station build, which coordinator will be professor Givi Gvardashvili. It have to create working group, in which Georgian scientists.

### INTERVIEWS

• On 22 September 2016 professor Givi Gavardashvili in Georgian Technical University interviews to I cannal information program „Moambe”(18:45) about VI international scientific-technical conference - „ The modern problems of water management, environmental protection, architecture and construction”

• On 30 August 2016 in newspaper „Georgia TODAY » published article “New Manual for

Melioration to Boost Agricultural Education and Agri-Business” (*Photo 67*).

• On 16 July 2016 in the newspaper „Sakartvelos respublika » published article „Another recognition of Georgian scientists », which was about awarded to director of institute, professor Givi Gavardashvili in Poland, university of Wroclaw, by the silver medal and diploma for the contribution in the Georgian and Poland scientists during recent 10 years (*Photo 68*).

### THE RECEIVED AWARDS AND SERTIFICATES

• The ministry of education and sciences of Georgia Tamar Sanikidze handed the honor order to head of natural disaster department of Tsoetne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, head of agro reclamation module of building faculty, academian dctor of geoghrapy sciences, assosiated professor Robert Diakonidze (*Photo 69*).

• On 27-29 June 2016 director of institute, honorary professor of Normal University of central China, doctor of technical sciences, professor Givi Gavardashvili was in his buissness trip in Poland, city Wroclaw, in University of environmental protection and life sciences, where held international scientific seminar, which dedicated to 70 anniversary of director of building and engineering institute of same university, doctor of technical sciences, professor Erji Sobota and his scientific

education activity 46 annivarsary. In the measurement took part scientists-specialist from 10 countries.

At the seminar in university for honor in the Georgian and Poland sciences in recent 10 years (2006-2016) professor Givi Gavardashvili awarded with the highest award of Wroclaw environmental protection and life sciences of university – silver medal and diploma (*Photo 70*).

• On 7-11 December 2016 director of Tsoetne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, doctor of technical sciences, professor Givi Gavardashvili was in Chestohova (Poland) at the XVIII scientific-technical conference, where G. Gavardashvili was awarded with order and diploma dedicated to building faculty 40 anniversary by dean of civil building faculty Maciej Major (*Photo 71, 72*).

---

---

## Х Р О Н И К А

### ИНФОРМАЦИЯ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНСТИТУТА ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ИМ. Ц. Е. МИРЦХУЛАВА ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА 2016 год

Институт водного хозяйства был основан в 1929 году. В настоящее время в нем работает 68 сотрудника, среди которых научные сотрудники составляют 55%. Научный персонал Института включает: 1 академик - зав. отделом сельского

хозяйства Национальной АН Грузии, 4 академика инженерной академии, 4 академика экологической академии, 7 докторов наук, 26 – академических докторов наук, 2 докторанта и 2 магистрант.

#### НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИНСТИТУТА

◆ В периодических изданиях 2016 года научными сотрудниками Института было опубликовано более 60 статей, 4 монографии и 3 учебника;

◆ В институте разрабатываются 6 научных тем программного финансирования, которые являются актуальными с точки зрения участии

ввшихся природных катастроф в стране и научной обработки мероприятий по охране окружающей среды;

◆ В 2016 году Институт издал 2 сборника научных трудов, в том числе труды VI международной конференции и очередной сборник научных трудов (№71).

#### НАУЧНЫЕ СВЯЗИ ИНСТИТУТА

##### Грузия:

• 5 мая 2016 года в отделе сельского хозяйства Национальной Академии Наук Грузии был проведен научный семинар на тему «Современные проблемы мелиорации на фоне климатических изменений». В научном семинаре приняли участие ученые-специалисты Грузии, Эстонии, России и США, также руководитель научного отдела сельского хозяйства Национальной Академии Наук Грузии, академик О. Натишвили, председатель комиссии ядерной энергии и проблем радиационной безопасности, академик Георгий Джапаридзе, профессора, преподаватели Грузинского технического университета. Научный семинар открыл директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, профессор Гиви Гавардашвили. О проблемах сельского хозяйства Грузии говорил в своем докладе академик Отар Натишвили. С докладом выступил начальник департамента мелиорации и земельных ресурсов министерства сельского хозяйства Эстонии, магистр Мати Тонисма, Алексей Каракон (г. Хьюстон, США). Профессор Гиви Гавардашвили

представил свой учебник - «Ирригация, Дренаж, Эрозия», который опубликовало издательство «Универсал» (2016 г., количество страниц - 410). Он прочел доклад – «Прогноз рисков мелиорации на фоне изменений климата» (*Фото 1*).

На семинаре с докладом выступили: доктор экономических наук, Мартин Вартанов (г.Тбилиси, Грузия), Юрий Можайский (г.Рязань, Россия), доктор технических наук, профессор Ирина Иорданишвили, академический доктор инженерных наук Марика Шавлакадзе, академический доктор технических наук Тамрико Супаташвили, академический доктор технических наук Леван Итриашвили, академический доктор технических наук Владимир Шургая (г.Тбилиси, Грузия) (*Фото 2*).

В конце семинара состоялась дискуссия, была принята резолюция об активном сотрудничестве в области мелиорации Грузии и трех прибалтийских государств, а также о подготовке проекта международного гранта «Горизонт 2020».

• 6 июля 2016 года, в г. Тбилиси, в отеле «Holiday inn» по инициативе Министерства образования и науки Грузии состоялась рабочая встреча на тему: «Критерии оценки научно-исследовательских институтов». Из института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ в совещании приняли участие заместитель директора, академический доктор технических наук Инга Иремашвили и ученый секретарь, академический доктор технических наук Марине Мгебришвили. Заседание открыл заместитель министра образования и науки Грузии Тамаз Марсагишвили. С речью выступил заместитель министра образования и науки Грузии Георгий Шарвашидзе, который ознакомил аудиторию с критериями оценки научно-исследовательских институтов (международный опыт).

• 18 июля 2016 года, в гостинице «Old Tbilisi» состоялся семинар на тему «Совместная операционная программа бассейна Черного моря», организованный группой экспертов проекта «TESIM», управляющими и национальными организациями программы. Из института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ на семинаре присутствовали: заведующий отделом проектирования и экспертизы мелиоративных систем, ассоциированный профессор Шорена Купреишвили и научный сотрудник отдела охраны окружающей среды и инженерной экологии, акад. доктор технических наук Тамрико Супаташвили.

На семинаре были рассмотрены условия программы «Черного моря», роли и обязанности ведущих партнеров, принятие информации и рекомендации для участия в конкурсе грантов.

• 8-12 июля 2016 года, в институте водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ с визитом находились: доцент Сергей Черноморец, аспирантка Елена Савенюк (Московский государственный университет им. М. Ломоносова) и доцент Эдуард Запороженко (заместитель технического директора проектного института «Севкавгипроводхоз», Пятигорск, Россия). Состоялась совместная научная экспедиция на Девдоракском леднике (*Фото 3-6*).

• 20 июля 2016 года, в Министерстве образования и науки Грузии состоялась встреча заместителя министра вышеназванного министерства господина Тамаза Марсагишвили с директором института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, доктором технических наук, профессором Гиви Гавардашвили. На рабочей встрече рассматривались такие значительные вопросы как: программное финансирование института, нынешняя ситуация выполнения научной тематики, финансирование института за 2017 год, рабочие программы научной тематики, обновление материально-технической базы института, ремонтно-реабилитационные работы гидротехнической лаборатории за 2016 год, юридический статус института, включение в учебные программы ученых-сотрудников института и др.

Особый интерес вызвало предложение директора института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, доктора технических наук, профессора Гиви Гавардашвили о присвоении международного сертификата результатам экспертных работ, проводимых в гидротехнической лаборатории.

Встреча состоялась с заместителем министра образования и науки Грузии, госпожой Лией Гигаури. Беседа касалась поддержки учебных программ о защите окружающей среды, общеобразовательной системе и значительной роли науки в вопросах устойчивого развития экономики (*Фото 7, 8*).

• 1 сентября 2016 года в отеле «Бетс» состоялась официальная встреча директора института, доктора техн. наук, проф. Гиви Гавардашвили с главным специалистом, менеджером программы Кохрана восточно-европейских и евразийских стран, аграрного департамента США, Львом Кучевским (*Фото 9*).

• 2 декабря 2016 года в актовом зале института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ состоялось заседание научного совета, где были рассмотрены годовые научные отчеты об исполнении программ бюджетного финансирования. Были рассмотрены 6 подпроектов. На совете выступил директор института водного

---

---

хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили, руководители проектов – заведующий отделом природных катастроф института водного хозяйства ГТУ, академический доктор географических наук Роберт Диаконидзе, заведующий отделом морей и водохранилищ, доктор технических наук Ирина Иорданишвили,

заведующий отделом охраны окружающей среды и инженерной экологии института водного хозяйства ГТУ, академический доктор технических наук Гога Чахая, заведующий отделом проектирования и экспертизы мелиоративных систем, академический доктор технических наук, Шорена Купреишвили и др. После докладов состоялись прения (*Фото 10*).

### За рубежом:

- 1-10 марта 2016 года директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава Грузинского технического университета, профессор Гиви Гавардашвили с командировкой пребывал в рязанском государственном агротехнологическом университете имени П. Костичева состоялась международная конференция. Во время проведения конференции состоялось несколько значительных рабочих встреч: 4 марта 2016 года с ректором рязанского государственного агротехнологического университета имени П. Костичева, с доктором технических наук, профессором Николаем Бышовым (*Фото 11-12*).

5 марта 2016 года, в Москве, состоялась встреча с научным руководителем российского государственного аграрного университета имени К.Тимирязева, с академиком российской академии наук Николаем Дубенок. При встрече беседа касалась возобновления бывших контактов и сотрудничества по направлению сельскохозяйственной мелиорации. 5 марта 2016 года, в Москве состоялась встреча с директором всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова, с академиком российской академии наук, с господином с Борисом Кизяевым. Беседа коснулась научных достижений академика Цотне Мирцхулава в области гидротехнических и мелиоративных сооружений и совместного продолжения его исследований. Было принято соглашение о подготовке меморандума относительно сотрудничества. 9-10 марта 2016 года, в Москве, состоялась встреча с деканом географического факультета московского государственного университета им. М. Ломоносова, с членом-корреспондентом российской академии наук, про-

фессором Сергеем Добролюбовым, заместителем декана вышеназванного факультета, профессором Андреем Бредихисом и с профессорско-преподавательским составом; беседа коснулась будущего сотрудничества.

10 марта 2016 года, состоялись встречи в редакциях российских научных издательств: «Гидротехническое строительство», «Экологические системы и приборы», «Агрохимический справочник» и «Агроэкология». Было принято соглашение, бесплатно опубликовать научные статьи сотрудников института водного хозяйства им.Ц.Мирцхулава грузинского технического университета в вышеназванных российских журналах.

Во время встреч коллеги сделали заявление, что примут участие в VI Международной конференции, которая состоится в Тбилиси, 22-25 сентября 2016 года (*Фото 13, 14, 15, 16*).

- С 28 июля по 2 августа 2016 года научные сотрудники института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ: заведующий отделом охраны окружающей среды и инженерной экологии, академический доктор технических наук Гога Чахая, заведующий отделом природных катастроф, академический доктор географических наук Роберт Диаконидзе и старший научный сотрудник отдела охраны окружающей среды и инженерной экологии, академический доктор технических наук, ассоциированный профессор Леван Цулукидзе, благодаря финансированию Национального научного фонда им. Шота Руставели и Грузинского технического университета с командировкой пребывали в Санкт-Петербурге, в центральном офисе компании производителя геокровов мирового масштаба

---

«Tenzar international», где состоялась презентация геоковра «Несгео», исследованной в рамках гранта.

На презентации присутствовали: директор компании «Tenzar-international» Констатин Вачнадзе, специалисты по маркетингу: Мария Додус и Вадим Долгин, специалист по материалам и технологиям экологического строительства Павел Гресков, начальник инженерно-технической поддержки Максим Сакаев, инженер Владимир Калугин, менеджер по продажам Константин Лекин и руководитель проектов Алексей Виссарионов. После презентации состоялась дискуссия между сотрудниками компании «Tenzar-international» и исполнителями грант-проекта, в результате которой наметились пути для внедрения в производство геоковра «Несгео» (*Фото 17*).

- 12-20 ноября 2016 года, директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили с командировкой пребывал в Белоруссии для установления научно-образовательных связей.

14 ноября 2016 года, в г. Бресте состоялась встреча с деканом факультета инженерных систем и экологии брестского государственного технического университета, с доктором географических наук, профессором Александром Волчком (*Фото 18*).

На встрече обсуждались вопросы будущего сотрудничества между институтами в контексте обменных программ научных сотрудников и докторантов, а также - подготовки международных совместных грантов.

16 ноября состоялась встреча с первым проректором брестского государственного университета, проф. Вячеславом Драганом. Беседа коснулась введения в учебный процесс современных научных достижений и будущего сотрудничества.

В тот же день состоялась встреча с профессорско-преподавательским составом и деканом, во время которой было решено, что профессор Гиви Гавардашвили будет принимать активное участие в подготовке аспирантов. По инициативе декана факультета инженерных систем и

экологии брестского государственного технического университета, профессора Александра Волчека директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили с 2016 года был приглашен для прочтения лекционного курса «Охрана окружающей среды и проблемы инженерной экологии».

17-18 ноября в г. Минске состоялась официальная встреча с деканом географического факультета белорусского государственного университета, с доктором географических наук, проф. Дмитрием Ивановым, который представил проф. Гиви Гавардашвили профессорско-преподавательскому составу; состоялась совместная профессиональная экскурсия в лабораторию-музей научных технологий инженерной геологии и геофизики. Проф. Гиви Гавардашвили ознакомился с физико-механическими показателями почв и грунтов на территории белорусской республики и достижениями кафедры (*Фото 19-20*).

Здесь же директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили ознакомил белорусских ученых с достижениями и направлениями своего института: «Проблемы почвы при водной и ветровой эрозии и борьба с ними инженерно-экологическими и био-инженерными методами». В конце доклада декан, проф. Д. Иванов предложил проф. Г. Гавардашвили прочесть курс лекций на названную тему специалистам различных отраслей.

После беседы профессора: Д. Иванов и А. Волчек были приглашены профессором Гиви Гавардашвили в Грузию для участия в VII Международной конференции.

- 7-11 декабря 2016 года директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили находился в г. Честохова (Польша), где Заместитель декана строительного факультета Честоховского политехнического университета, проф. Маргарита Улевина официально предложила проф. Г. Гавардашвили стать членом

---

редколлегии научного журнала „Construction of optimized energy potential” вышеназванного факультета (*Фото 21-22*).

Во время командировки директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили встретился с деканом Технического университета Словении, с делегациями технических

университетов Киева и Львова, с проректором белорусской аграрной академии, с Виктором Капитоновским, с директором Мещерского научно-технического центра г.Рязань (Россия), доктором сельскохозяйственных наук, проф. Юрием Мажайским, с профессорами и докторами университетов Польши.

## НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЗА РУБЕЖОМ

• 21 апреля 2016 года в столице Австрии, в Вене, было проведено заседание генеральной ассамблеи Евросоюза, касательно «Науки о земле». На заседании директор института профессор Гиви Гавардашвили представил доклад, выполненный в соавторстве со специалистами; доклад содержал анализ динамических процессов селевого потока во время катастрофы ледника Девдораки 2014 года. Доклад был выполнен согласно меморандуму, оформленному между институтом водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ и московским государственным университетом им. М. Ломоносова. В подготовке

доклада участвовали: С. Черноморец, Е. Совернюк, Д. Петроков, О. Турубалина (московский государственный университет им. М. Ломоносова), М. Дюкин (институт геофизики, г.Нальчик), Г. Гоциридзе (ООО «Географик»), Г. Гавардашвили (институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ), В. Дробышев (владикавказский научный центр), Г. Запорожченко, Н. Каменев, В. Каменев («Севкавгипроводхоз»), А. Кааб (университет Осло, Норвегия), Дж. Каргилл (Аризонский университет, США), К. Хегель (Цюрихский университет, Швейцария).

## УЧАСТИЕ В МЕЖДУНАРОДНЫХ КОНФЕРЕНЦИЯХ И СИМПОЗИУМАХ

### Грузия:

• 1 февраля 2016 года была проведена конференция, организованная министерством образования и науки Грузии, в котором принимали участие ректора высших учебных заведений, руководители, академический, научный и административный персонал научно-исследовательских учреждений, в том числе директор института профессор Гиви Гавардашвили и заведующий отделом проектирования и экспертизы мелиоративных систем, ассоциированный профессор Шорена Купреишвили. На конференций был рассмотрен пакет изменений законодательства, принятый парламентом Грузии в декабре 2015 года, который решит множество проблем в сфере образования и науки. Министр образования и науки Грузии Тамар Саникидзе ознакомила участников конференций с внесенными изменениями в план действий в соответствии с законо-

дательством (*Фото 23-25*).

• 1 апреля 2016 году, в отеле «Holiday inn» была проведена конференция, организованная национальной ассоциацией местного самоуправления Грузии и агенством США по международному развитию (USAID) на тему: «Изменение климата на местном уровне – политика и действие». Конференцию открыл первый заместитель министра окружающей среды и природных ресурсов Теймураз Мургулия. Выступили: заместитель министра регионального развития и инфраструктуры Грузии Тенгиз Шергелашвили, заместитель министра сельского хозяйства Грузии Гоча Цопуришвили, начальник отдела энергетики при министерстве энергетики Грузии Давид Шарикадзе, директор USAID в Грузии, г-н Ника Окрешидзе, президент национальной ассо-

---

---

циации местного самоуправления Грузии (NALAG), господин Давид Джикия.

На конференции с докладом «Проблемы сельского хозяйства на фоне климатических изменений» выступил директор института профессор Гиви Гавардашвили.

В конференции приняли участие представители местных органов власти, гости из Австрии, Уганды, Польши, Франции и Армении.

Относительно изменений мирового климата с докладом выступили: «Опыт Италии и Франции» - Джон Марко Черч, «Опыт Польши и Словении» - Иерн Стритих, «Опыт Австрии» - Матиас Юрек, «Опыт Африки» (Замбия) – Муссон Да Мумба, «Опыт Норвегии» - Зиорн Альфтен (*Фото 26, 27*).

- 18 июля 2016 года, в гостинице «Radisson Blu Iveria» состоялась международная конференция – «Роль профессионального образования в развитии экономики». Организаторами были: правительство Грузии, министерство образования и науки Грузии и фонд «Вызов тысячелетия» (Millenium). Конференцию открыл исполнительный директор фонда «Вызов тысячелетия» Магда Маградзе. На конференции с речью выступили: министр экономики и устойчивого развития Грузии, вице-премьер Дмитрий Кумсишвили, посол США в Грузии Янь Кель, министр образования и науки Грузии Александр Джеджелава, гости из Англии, Ирландии, Германии и Австралии. Докладчики коснулись европейских систем профессионального образования и его роли в развитии экономики.

В конференции принял участие директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили. Во время перерыва проф. Г. Гавардашвили встретился с заместителями министров: Тамазом Марсагишвили и Лией Гигаури. В центре внимания беседы были учебные программы профессионального образования по сельскохозяйственной мелиорации (гидромелиорация и агромелиорация), разработанные в институте водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, которые успешно реализованы на строительном факультете ГТУ и на базе профессионального

колледжа им. Н. Николадзе ГТУ, села Диди Джихаиши самтредского муниципалитета.

- 22-25 сентября 2016 года в малом конференцзале ГТУ, состоялась VI Международная научно-техническая конференция института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава Грузинского технического университета на тему: «Современные проблемы управления водными ресурсами, охраны окружающей среды, архитектуры и строительства». В конференции приняли участие: ученые, эксперты и молодые специалисты из 7 стран (Азербайджан, Белоруссия, Литва, Польша, Россия, Грузия, Армения). Опубликован сборник материалов конференции, состоящий из 230 страниц (150 экз.).

Открыл конференцию заведующий департамента науки, доктор технических наук, проф. Давид Тавхелидзе, который подчеркнул важную роль института в обеспечении безопасности стран Южного Кавказа и научного пространства в регионе. Потом выступил директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава Грузинского технического университета, доктор технических наук, проф. Гиви Гавардашвили. Он ознакомил присутствующих с достижениями института в области научно-технической и экспертной деятельности, особенно отметил научные направления института и деятельность в сфере образования (*Фото 28, 29*).

С приветственными речами выступили: ректор Государственного политехнического университета Армении, доктор технических наук, проф. Оганес Токмаджян (г.Ереван, Армения); декан факультета географии, бакинского государственного университета, доктор географических наук, проф. Фарда Иманов (г.Баку, Азербайджан), директор Мещерского научно-технического центра, доктор сельскохозяйственных наук, проф. Юрий Мажайский (г.Рязань, Россия) и др. (*Фото 30*).

25 сентября 2016 года, до закрытия конференции состоялось заседание оргкомитета международной конференции и было принято



---

решение, что очередная VII международная конференция состоится в августе 2017 года, в г.

Тбилиси (*Фото 31*).

### За рубежом:

• 1-10 марта 2016 года, в рязанском государственном агротехнологическом университете имени П. Костичева состоялась международная конференция, цель которой было решение проблем мелиорации на современном уровне с целью роста растительной продукции эфирных масел. 3 марта 2016 года, на конференции с докладом выступил директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава Грузинского технического университета, профессор Гиви Гавардашвили: «Рост урожайности культуры «Тунго» в Западной Грузии, в частности, на колхидской низменности, в условиях использования новой трехъярусной комбинированной дренажной системы».

Во время встреч коллеги сделали официальное заявление, что примут участие в VI Международной конференции, которая состоится в Тбилиси, 20-30 сентября 2016 года (*Фото 32*).

• 24-26 мая 2016 года, в г. Паневежис (Литва), Министерством сельского хозяйства литовской республики на международную конференцию - «АпPLICATIONS сельскохозяйственных дренажей и требования защиты окружающей среды во время осуществления проекта реконструкции сельскохозяйственных дренажных систем и программы развития сельского хозяйства Литвы за 2014-2020 г.г., полевой семинар – удачные примеры программы развития сельского хозяйства Литвы за 2007-2013 г.г.», был приглашен директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, профессор Гиви Гавардашвили.

Конференцию открыл заместитель министра сельского хозяйства литовской республики, господин Альбинас Эжерскис. Затем, с приветственной речью выступил мэр города Паневежис.

26 мая на конференции с докладом выступил директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ проф. Г. Гавардашвили – «Полевые исследования трехъярусного комбинированного дренажа» (*Фото 33*).

Во время конференции состоялись рабочие встречи с заместителем министра сельского хозяйства литовской республики, с господином Альбинасом Эжерскисом, с учеными-специалистами Литвы, Латвии, Эстонии, Финляндии, Белоруссии и России. 28 мая 2016 года в Вильнюсе состоялась рабочая встреча с председателем ассоциации мелиорации Литвы, господином Казимиром Сискисом и главным специалистом названной ассоциации, господином Ионасом Ракасом. Во время встречи выявились перспективные направления сотрудничества, которые касались оказания соответствующих консультационных услуг в случае формирования аналогичных муниципальных ассоциаций в Грузии (*Фото 34, 35*).

• 23-26 мая 2016 года, научный сотрудник отдела природных катастроф института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, академический доктор инженерных наук Марине Шавлакадзе, с помощью финансирования Национальным научным фондом им. Шота Руставели, находилась на международной конференции в испанском городе Барселона с докладом. Тема доклада: «Изучения возможности использования марганецсодержащих –  $Mn(NO_3)_2$  промышленных отходов с целью увеличения плодородия водно-болотных почв». Организатором конференции был международный журнал искусства и науки (*Фото 36*).

• 5-12 июня 2016 года, в Каунасе, в университете им. Александра Скульгинскиса состоялась международная научно-техническая конференция – «Вода и почва». На конференции, по приглашению вышеназванного университета, находился директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, профессор Гиви Гавардашвили. Конференцию открыл заместитель ректора по научной части университета им. Александра Скульгинскиса, профессор Ромоулдас Ремецкис. С приветственной

---

---

ной речью выступили: директор института инженерии и водных ресурсов университета им. Александра Скульгинскиса, профессор Алгидрас Радзевич и председатель организационного комитета научно-технической конференции «Вода и почва» - А. Мисискайте.

- 6 июня на конференции выступил директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, профессор Гиви Гавардашвили с докладом «Прогноз риска мелиорации с учетом климатических изменений в Грузии». В работе конференции принимали участие ученые-специалисты из Азербайджана, Белорусии, Грузии, России, Украины, Хорватии и Литвы (*Фото 37, 38*).

- После конференций состоялась совместная профессиональная экскурсия в гидротехнической лаборатории института инженерии и водного хозяйства университета им. Александра Скульгинскиса (*Фото 39, 41*).

- 27-29 июня 2016 года в Польше, в г.Вроцлаве, во вроцлавском университете окружающей среды и естественных наук был проведен международный научный семинар, который был посвящен юбилею 70-летия со дня рождения и 46-летия научно-педагогической деятельности директора института строительства и инженеринга вышеупомянутого университета, доктора технических наук, профессора Ержи Сobotы. В Мероприятии приняли участие ученые-специалисты 10-ти ведущих стран, в том числе Грузии - директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, почетный профессор Нормальского университета Центрального Китая, доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили (*Фото 42*).

Состоялась рабочая встреча Профессора Гиви Гавардашвили с ректором вышеупомянутого университета с проф. Романом Колач (*Фото 43*).

- 21-22 июля 2016 года, научный сотрудник отдела природных катастроф института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ,

академический доктор инженерных наук Марине Шавлакадзе, с помощью финансирования Национальным научным фондом им. Шота Руставели, находилась в швейцарском городе Цюрихе ICASE 2016; на 18-ой международной конференции сельскохозяйственной и биологической инженерии. Тема доклада: «Биодеградация пестицидов в почве». Организатором конференции являлась всемирная академия науки, инженерии и технологий (*Фото 44*).

- 15-18 ноября 2016 года, научный сотрудник отдела охраны окружающей среды и инженерной экологии института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, академический доктор технических наук Тамрико Супаташвили, с помощью финансирования Национальным научным фондом им. Шота Руставели, находилась в Италии, в г. Риме на международной конференции – инженерия и технология. Тема доклада: «Нынешнее состояние бассейна р.Дуруджи». Организатором конференции был международный журнал искусства и науки. В конференции приняли участие ученые из 15-ти стран мира (*Фото 45*).

- 7-11 декабря 2016 года директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили находился в г.Честохова (Польша) на 13-ой научной технической конференции (тема: «Строения для оптимизации потенциала энергии»). 7 декабря директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили выступил с докладом «Исследования трехрусных комбинированных дренажей для регулирования грунтовых вод с целью надежности фундамента многоэтажных домов» (*Фото 46*).

9 декабря профессор Гиви Гавардашвили руководил секцией во время научно-технической конференции (*Фото 47,48*).

В ходе конференции декан факультета гражданского строительства, проф. Маджик Меиджор награбил проф. Гиви Гавардашвили медалью и дипломом, в честь 40-летнего юбилея основания строительного факультета.

10-11 декабря 2016 года была проведена профессиональная экскурсия по различным

---

---

строительным участкам и по заводу алюминиевых изделий.

На торжественной церемонии закрытия проректор Честоховского политехнического университета и декан стоительного факультета были

приглашены профессором Гиви Гавардашвили в Грузию для участия в VII Международной конференции, который состоится в августе 2017 года в г.Тбилиси.

## НАУЧНО-УЧЕБНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

• Институт активно участвует в учебном процессе ГТУ: на факультетах гражданского строительства, аграрных наук и инженерии биосистем лекции читают: директор института, проф. Г. Гавардашвили, зам. директора, ассист. проф. И. Иремашвили, руководитель отдела проектирования и экспертизы мелиоративных систем, ассоц. проф. Ш. Купрейшвили, старший научный сотрудник данного отдела, ассоц. проф. М. Вартанов, старший научный сотрудник отдела мелиорации, ассоц. проф. З. Лобжанидзе, руководитель отдела природных катастроф, ассоц. проф. Р. Диаконидзе, руководитель отдела охраны окружающей среды и инженерной экологии, ассоц. проф. Г. Чахая, а также старший научный сотрудник данного отдела, ассоц. проф. Л. Цулукидзе.

• **Научно-исследовательская работа с докторантами**

В 2016 году сотрудники института: главный специалист Ирма Купарашвили и научный сотрудник Ирина Хубулава являются студентами второго курса докторантуры факультета аграрных наук и технологий биосистем Грузинского технического университета.

• **Научно-исследовательская работа с магистрами**

В 2016 году сотрудник института специалист Натия Сухиташвили была зачислена в магистратуру на факультет аграрных наук и инженеринга биосистем по специальности органическая сельская хозяйство.

В 2016 году сотрудник института инженер Отар Окриашвили была зачислен в магистратуру на факультет аграрных наук и инженеринга биосистем по специальности агрономия.

## ЛЕКЦИИ В ЗАРУБЕЖНЫХ УНИВЕРСИТЕТАХ

• 12-20 ноября 2016 года, директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили с командировкой пребывал в Белоруссии для установления научно-образовательных связей.

14 ноября 2016 года, в г. Бресте состоялась встреча с деканом факультета инженерных систем и экологии брестского государственного технического университета, с доктором географических наук, профессором Александром Волчком (*Фото 49*).

На встрече обсуждались вопросы будущего сотрудничества между институтами в контексте обменных программ научных сотрудников и докторантов, а также - подготовки междуна-

родных совместных грантов. По просьбе профессора Александра Волчка на факультете инженерных систем и экологии 15 ноября 2016 года директор института водного хозяйства им. Ц.Мирцхулава ГТУ, доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили прочитал публичные лекции на тему: «Современные проблемы эрозийно-селевых процессов и пути их регулирования». На лекциях присутствовали: профессорско-преподавательский состав, студенты и аспиранты факультета.

На встрече обсуждались вопросы будущего сотрудничества между институтами в контексте обменных программ научных сотрудников и докторантов, а также - подготовки международных совместных грантов. По просьбе профессора

---

Александра Волчека на факультете инженерных систем и экологии 15 ноября 2016 года директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили прочитал публичные лекции на тему: «Современные проблемы эрозийно-селевых процессов и пути их регулирования». На лекциях присутствовали: профессорско-преподавательский состав, студенты и аспиранты факультета (*Фото 50, 51*).

В тот же день состоялась встреча с профессорско-преподавательским составом и деканом, во время которой было решено, что профессор Гиви Гавардашвили будет принимать активное участие в подготовке аспирантов. По инициативе декана факультета инженерных систем и экологии брестского государственного технического университета, профессора Александра Волчека директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили с 2016 года был приглашен для прочтения лекционного курса «Охрана окружающей среды и проблемы инженерной экологии».

Здесь же директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили ознакомил белорусских ученых с достижениями и направлениями своего института: «Проблемы почвы при водной и ветровой эрозии и борьба с ними инженерно-экологическими и био-инженерными методами». В конце доклада декан, проф. Д. Иванов предложил проф. Г. Гавардашвили прочесть курс лекций на названную тему специалистам различных отраслей.

- 19-24 декабря 2016 года директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили находился в командировке в Белоруссии, в брестском государственном техническом университете для проведения лекционного курса студентам факультета инженерных систем и экологии.

19 декабря состоялась встреча с деканом факультета инженерных систем и экологии, с доктором географических наук, профессором Александром Волчеком, который ознакомил проф. Г. Гавардашвили с приказом ректора, проф. Петра Поита и с планом проведения лекций, утвержденный первым проректором брестского государственного университета, проф. Вячеславом Драганом. Лекционный курс состоял из 16 академических часов. Учебная программа был согласован с заведующим кафедрой природопользования факультета экологии и инженерных систем, с кандидатом технических наук, доцентом Олегом Мешиком.

Лекции проводились в в брестском государственном техническом университете с 19 по 22 декабря на тему: «Защита окружающей среды и проблемы инженерной экологии», 22 декабря состоялась встреча с ректором брестского государственного университета им. А. Пушкина, с доктором педагогических наук, проф. Анной Сендер, которая представила проф. Г. Гавардашвили декану географического факультета, кандидату биологических наук, доценту Ирине Абрамовой и попросила провести лекции на тему: «Современные проблемы защиты окружающей среды на фоне изменения климата». После собеседования на географическом факультете состоялась официальная встреча, на которой присутствовали декан факультета, кандидат биологических наук, доцент Ирина Абрамова, заместитель декана по учебной части, кандидат географических наук, доцент Оксана Грядунова и заместитель декана по научной части, кандидат географических наук, доцент Татьяна Шелест, также доктор географических наук, проф. Максим Богдасаров. 22-23 декабря 2016 года, проф. Г. Гавардашвили провел публичные лекции на II, III, IV, V курсах для студентов специальности геологии, географии и специальности по туризму (*Фото 52, 53*).

---

---

## Профессиональная научно-практическая деятельность

- С 2015 года институт активно участвует в осуществлении аккредитованной учебной программы “Сельскохозяйственная мелиорация” (агромелиорация, гидромелиорация) в профессиональном колледже агроинженерии и пищевых технологий имени Нико Николадзе при Грузинском техническом университете в Диди Джихаиши. Руководителями программы являются: директор института, проф. Гиви Гавардашвили и старший научный сотрудник отдела мелиорации института, академический доктор техники,

ассоциированный доктор строительного факультета Зураб Лобжанидзе. Для проведения лекций институт поэтапно посылает следующих сотрудников института: доктор технических наук, проф. Гиви Гавардашвили, академический доктор техники Зураб Лобжанидзе, старший специалист Иракий Кечхошвили, академический доктор сельского хозяйства Джемал Кахадзе и академический доктор агроинженерии Майя Кикабидзе. В 2016 году 34 учащихся успешно завершили учебный курс.

## ЗАЩИТА ДИСЕРТАЦИИ

- 8 июля 2016 года, на строительном факультете ГТУ состоялась защита диссертации докторанта проф. Г. Гавардашвили Маки Гугучия на тему: «Исследования комбинированной дренажной системы на Колхидской низменности

для улучшения мелиоративных свойств водно-болотного грунта» и ей была присвоена степень академического доктора агроинженерии сельскохозяйственной мелиорации (*Фото 54, 55*).

## УЧАСТИЕ В ВЫСТАВКЕ

- 17-25 сентября 2016 года министерством образования и науки Грузии, в г.Тбилиси, в выставочном центре «Экспо Джорджия» был организован фестиваль-выставка науки и инноваций. Целью фестиваля была поддержка научных исследований и инноваций, представление

научного потенциала страны; обмен опытом в международном аспекте. В работе фестиваля приняли участие директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, доктор техн. наук, профессор Гиви Гавардашвили и сотрудники института (*Фото 56*).

## ГРАНТОВЫЕ ПРОЕКТЫ 2016 ГОДА

- Акад. доктор инженерных наук, научный сотрудник отдела природных катастроф Марине Шавлакадзе выиграла в конкурсе на соискание грантов проводимом Национальным научным фондом им. Шота Руставели.

научный сотрудник отдела природных катастроф Марине Шавлакадзе выиграла в конкурсе на соискание грантов на путешествия, проводимом Национальным научным фондом им. Шота Руставели.

- Магистрант гидротехнического факультета ГТУ Нодар Канделаки выиграл в конкурсе на соискание грантов научно-исследовательских проектов для магистрант, проводимом Национальным научным фондом им. Шота Руставели.

- Академический доктор технических наук, научный сотрудник отдела охраны окружающей среды и инженерной экологии Тамрико Супаташвили выиграла в конкурсе на соискание грантов на путешествия, проводимом Национальным научным фондом им. Шота Руставели.

- Акад. доктор инженерных наук, на-

---

---

## МЕМОРАНДУМ О СОТРУДНИЧЕСТВЕ

- 1-10 марта 2016 года директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили с командировкой пребывал в рязанском государственном агротехнологическом университете имени П. Костичева, где состоялось несколько значительных рабочих встреч. 4 марта 2016 года с ректором рязанского государственного агротехнологического университета имени П. Костичева, с доктором технических наук, профессором Николаем Бышовым. Во время встречи был подписан меморандум о сотрудничестве между институтом водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава Грузинского технического университета и рязанским государственным агротехнологическим университетом имени П. Костичева.

5 марта 2016 года, в Москве состоялась встреча с директором всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации имени А.Н.Костякова, с академиком российской академии наук, с господином с Борисом Кизяевым. Беседа коснулась научных достижений академика Цотне Мирцхулава в области гидротехнических и мелиоративных сооружений и совместного продолжения его исследований. Было принято соглашение о подготовке меморандума относительно сотрудничества.

9-10 марта 2016 года, в Москве, состоялась встреча с деканом географического факультета московского государственного университета им. М. Ломоносова, с членом-корреспондентом российской академии наук, профессором Сергеем Добролюбовым, заместителем декана выше-названного факультета, профессором Андреем Бредихисом и с профессорско-преподавательским составом; беседа коснулась будущего сотрудничества, которое было оформлено официально меморандумом.

- 5-12 июня 2016 года в Каунасе по приглашению университета им. Александраса Скульгинскиса находился директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, профессор Гиви Гавардашвили.

8 июня 2016 года, в Каунасе было подписано соглашение о сотрудничестве между институтом инженерии и водных ресурсов университета им. Александраса Скульгинскиса и институтом водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ. Соглашение предусматривает обмен молодыми специалистами и совместную подготовку международных грантов (*Фото 57, 58*).

- 16-22 августа 2016 года директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили с командировкой пребывал в Белоруссии. Во время визита он встретился с директором республиканского научного дочернего унитарного предприятия «Институт мелиорации», кандидатом технических наук, доцентом Николаем Вахониным и директором РУП «Центрального научно-исследовательского института комплексного использования водных ресурсов» Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, с господином Александром Станкевичем. Во время встречи был подписан меморандум о сотрудничестве между институтом водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ и РУП «Центральным научно-исследовательским институтом комплексного использования водных ресурсов» (*Фото 59, 60*).

- 7-8 ноября 2016 года, в институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ прибыли ведущие профессора классического университета центрального Китая: Юджин Ву, Джинг Луо и Уонг Цоу. При встрече было подписано соглашение о совместном сотрудничестве между институтом водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ и нормальским университетом центрального Китая (*Фото 61, 62, 63*).

- 12-20 ноября 2016 года, директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили с командировкой пребывал в Белоруссии для установления научно-образовательных связей. На встрече обсуждались вопросы будущего сотрудничества между институтами в

---

---

контексте обменных программ научных сотрудников и докторантов, а также - подготовки международных совместных грантов.

16 ноября состоялась встреча с первым проректором брестского государственного университета, проф. Вячеславом Драганом. Беседа коснулась введения в учебный процесс

современных научных достижений и будущего сотрудничества. После устного соглашения, был подготовлен и подписан меморандум о сотрудничестве между институтом водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ и брестским государственным университетом (*Фото 64, 65*).

## ЭКСПЕРТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

- С 1 января 2016 года по рекомендации Агентства США по международному развитию (USAID) директор института, профессор Гиви Гавардашвили назначен сельскохозяйственным экспертом проекта "Изменение климата на местном уровне - политика и действия" (*Фото 66*).

- В 2016 году директор Института, профессор Гиви Гавардашвили был назначен

председателем экспертной комиссии по оценке воздействия на окружающую среду каскада НамахваниГЭС.

- В 2016 году директор Института, профессор Гиви Гавардашвили был назначен экспертом по оценке эрозии почвы энергетических коридоров нефтепровода Баку-Тбилиси-Джейхан и газопровода Баку-Тбилиси-Эрзрум.

## РАБОЧИЕ ВСТРЕЧИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ

### Грузия:

- 13 апреля 2016 года, в Национальной Академии Наук Грузии, у академика-секретаря, господина Ираклия Жордания, состоялась встреча, которая касалась черноморского порта Анаклии, города Лазики и проблем независимой экономической зоны. На заседании, вместе с другими известными учеными-специалистами отрасли, присутствовал директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, профессор Гиви Гавардашвили, который выступил с предложением – о детальном изучении экологи-

ческого состояния Черноморского побережья и речных эстакад, уточнения прогноза проблемы с учетом крупномасштабного моделирования. Предложение поддержали ученые-специалисты, которые пришли к заключению, что нужно подготовить официальное письмо на имя господина Мамуки Хазарадзе, директора конструктора победителя международного тендера, с предложением, чтоб вместе с учеными стран-участницами конструктора, активное участие приняли грузинские ученые.

### За рубежом:

- 2 июня 2016 года, в Баку при участии Азербайджана, Грузии, Турции, Израиля, Украины, Ирана, Белоруссии, Казахстана, Армении и ряда других стран учреждена международная коалиция Stop-Metsamor. В ходе проводимой в Баку конференции глава Национального центра экологического прогнозирования (ЦЭП) Тельман Зейна-

лов указал, что Мецморская атомная электростанция располагается в сейсмоактивной зоне. Он подчеркнул, что международные организации заявили, что срок эксплуатации станции истек в 2006 году, но армянская сторона уже 10 лет продлевает этот срок, тем самым угрожая не только региону, но и всему мировому сообществу. Участники

коалиции подписали обращение к международным организациям, главам ряда государств в связи с угрозой Мецаморской АЭС региону.

По инициативе Президента азербайджанской республики Ильхама Алиева в Грузии должно

быть создано движение против строительства атомных электростанций, координатором которого был избран проф. Гиви Гавардашвили. Это будет рабочая группа из 15-20 человек, состоящая из грузинских ученых.

### ИНТЕРВЬЮ

• 22 сентября 2016 года, профессор Гиви Гавардашвили дал интрвью общественному телевидению I канала, информационной передаче «Моамбе» (18:45) относительно VI Международной научно-технической конференции на тему: «Современные проблемы управления водными ресурсами, охраны окружающей среды, архитектуры и строительства».

• 30 августа 2016 года в газете “Georgia TODAY” была опубликована статья “New Manual for Melioration to Boost Agricultural Education and Agri-Business” (*Фото 67*).

• 16 июля 2016 года в газете «Сакартвелос республика» была опубликована статья “Еще одно международное признание грузинского ученого”, которая касалась награждения профессора Гиви Гавардашвили во вроцлавском университете за внесенный вклад в науку Грузии и Польши в течение последних десяти лет (2006-2016 г.г.) был высшей наградой вроцлавского университета окружающей среды и естественных наук – серебряной медалью и дипломом (*Фото 68*).

### НАГРАДЫ И СЕРТИФИКАТЫ

• Министр образования и науки Грузии Тамар Саникидзе наградила орденом почета заведующего отделом природных катастроф института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ и руководителя модуля агроmeliорации строительного факультета ГТУ, академического доктора географических наук Роберта Диаконидзе (*Фото 69*).

• 27-29 июня 2016 года в Польше, в г.Вроцлаве, во вроцлавском университете окружающей среды и естественных наук с командировкой пребывал директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, почетный профессор Нормальского университета Центрального Китая, доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили. Во вроцлавском университете окружающей среды и естественных наук был проведен международный научный семинар, который был посвящен юбилею 70-летия со дня рождения и 46-летия научно-педагогической деятельности директора института строительства и инженеринга вышеупомянутого университета,

доктора технических наук, профессора Ержи Сobotы. В Мероприятии приняли участие ученые-специалисты 10-ти ведущих стран.

Во вроцлавском университете во время семинара за внесенный вклад в науку Грузии и Польши в течение последних десяти лет (2006-2016 г.г.) профессор Гиви Гавардашвили был награжден высшей наградой вроцлавского университета окружающей среды и естественных наук – серебряной медалью и дипломом (*Фото 70*).

• 7-11 декабря 2016 года директор института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава ГТУ, доктор технических наук, профессор Гиви Гавардашвили находился в г.Честохова (Польша) на 13-ой научной технической конференции (тема: «Строения для оптимизации потенциала энергии»). В ходе конференции декан факультета гражданского строительства, проф. Масиедж Меиджор награбил проф. Гиви Гавардашвили медалью и дипломом, в честь 40-летнего юбилея основания строительного факультета (*Фото 71, 72*).



ავტორთა საძიებელი

ალიევი ვ.ა. ....	9	კაფაროვი ე.კ. ....	9	პარფომუკი ს. ....	45
ბაიდაური ლ. ....	145	კეკელიშვილი ლ. ....	89, 128	რამაზანლი ზ.ზ. ....	9
ბილანიშვილი ლ. ....	62	კერხიშვილი ე. ....	37, 133	როყვა ქ. ....	145
გავარდაშვილი ა. ...	12	კვაშილავა ნ. ....	82, 133	სამხარაძე ვ. ....	114
გავარდაშვილი გ. ...	17, 27	კვიციანი ი. ....	82, 133	სიჭინავა პ. ....	85
გავარდაშვილი ნ. ....	23	კიკაბიძე მ. ....	145	სუპატაშვილი თ. ....	27, 126
გარაევა ბ.ა. ....	9	კიკნაძე ს. ....	128	ტკაჩენკო ტ. ....	117
განზაროვი ე.ს. ....	9	კუპრეიშვილი შ. ....	85	ტუნგუზი ვ. ....	105
გაფრინდაშვილი გ. .	137	ლობჯანიძე ზ. ....	82, 85	ფანჩულიძე ჯ. ....	123
გაფრინდაშვილი მ. .	137	ლომიშვილი მ. ....	145	ფოცხვერია დ. ....	62
გოგილავა ს. ....	82, 133	ლორთქიფანიძე ფ. ..	37, 85	შაველაყაძე მ. ....	123, 126
დადიანი ქ. ....	123, 126	ლუკაშევიჩი ვ. ....	105	შენგელია ე. ....	27
დიაკონიძე ბ. ....	27, 123	მაისაია ლ. ....	85, 126	შეშელ ნ. ....	55
დიაკონიძე რ. ....	27, 123	მაჭარაშვილი მ. ....	89	შურღაია ვ. ....	128
დონაძე ც. ....	137	მებონია ნ. ....	145	შპენდიკი ნ. ....	55
ეზუგბაია ზ. ....	32	მეშიკი თ. ....	94	ჩახაია გ. ....	27, 133
ვართანოვი მ. ....	37, 133	მილეიკოვსკი ვ. ....	117	წერეთელი ემ. ....	137
ვოლჩეკი ა. ....	45, 55	მისეცკაიტე თ. ....	105	წულუკიძე ლ. ....	27, 133
ზუბრიცკაია ტ. ....	94	ნანობაშვილი თ. ....	137	ჭარბაძე ზ. ....	123
იორდანიშვილი ი. ..	62	ნატროშვილი გ. ....	79, 151	ხარაიშვილი თ. ....	145
იორდანიშვილი კ. ...	62	ნესტეროვა ი. ....	110	ხოსროშვილი ე. ....	79, 151
ირემაშვილი ი. ....	32, 62	ნესტეროვი მ. ....	110	ხუბულავა ი. ....	133, 154
იტრიაშვილი ლ. ....	32, 79	ნიბლაძე ნ. ....	123		

---

---

**AUTHORS INDEX**

Aliyev V. ....	9	Kechkhoshvili E.....	37, 133	Nesterov M. ....	110
Baidauri L. ....	145	Kekelishvili L.....	89, 128	Nibladze N. ....	123
Bilanishvili L.....	62	Kharaishvili O.....	145	Panchulidze J. ....	123
Chakhaia G.....	27, 133	Khosroshvili E. ....	79, 151	Parfomuk S. ....	45
Charbadze Z. ....	123	Khubulava I. ....	133, 154	Potskhveria D. ....	62
Dadiani K.....	123, 126	Kikabidze M. ....	145	Ramazanli Z. ....	9
Diakonidze B.....	27, 123	Kiknadze Kh.....	128	Rokva Q. ....	145
Diakonidze R. ....	27, 123	Kupreishvili Sh.....	85	Samkharadze V. ....	114
Donadze Ts. ....	137	Kvashilava N. ....	82, 133	Shavlakadze M. ....	123, 126
Ezugbaia Z.....	32	Kvirkvelia I. ....	82, 133	Shengelia E. ....	27
Gafarov E. ....	9	Lobzhanidze Z. ....	82, 85	Sheshko N. ....	55
Ganbarov E. ....	9	Lomishvili M. ....	145	Shpendik N. ....	55
Gaprindashvili G.....	137	Lortkipanidze F. ....	37, 85	Shurgaia V. ....	128
Gaprindashvili M. ....	137	Lukashevich V. ....	105	Sichinava P. ....	85
Garayeva B. ....	9	Macharashvili M. ....	89	Supatashvili T. ....	27, 126
Gavardashvili A.....	12	Mebonia N. ....	145	Tkachenko T. ....	117
Gavardashvili G. ....	17, 27	Meshik O. ....	94	Tsereteli E. ....	137
Gavardashvili N. ....	23	Maisaia L. ....	85, 126	Tsulukidze L. ....	27, 133
Gogilava S. ....	82, 133	Mileykovskiy V. ....	117	Tunguz V. ....	105
Iordanishvili I. ....	62	Miseckaite O. ....	105	Vartanov M. ....	37, 133
Iordanishvili K.....	62	Nanobashvili T. ....	137	Volchak A. ....	45, 55
Iremashvili I.....	32, 62	Natroshvili G. ....	79, 151	Zubritskaia T. ....	94
Itriashvili L. ....	32, 79	Nesterova I. ....	110		

---



---

**УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ**

Алиев В.А. ....	9	Кафаров Э.К. ....	9	Панчулидзе Д.Н. ....	123
Баидаური Л. ....	145	Квашилава Н.Г. ....	82,133	Парфомук С. ....	45
Биланишвили Л.Р. ....	62	Квирквелия И.Б. ....	82,133	Поцхверия Д.Ш. ....	62
Вартанов М.В. ....	37,133	Кекелишвили Л.Г. ....	89,128	Рамазанлы З.З. ....	9
Волчек А.А. ....	45,55	Кечхошвили Э.М. ....	37,133	Роква К. ....	145
Гавардашвили А.Г. ...	12	Кикабидзе М. ....	145	Самхарадзе В.И. ....	114
Гавардашвили Г.В. ....	17,27	Кикнадзе Х. ....	128	Сичинава П. О. ....	85
Гавардашвили Н.Г. ...	23	Купреишвили Ш. З. ....	85	Супаташвили Т. ....	27,126
Ганбаров Э.С. ....	9	Лобжанидзе З. ....	82,85	Ткаченко Т.Н. ....	117
Гаприндашвили Г. ....	137	Ломишвили М. ....	145	Еунгуз В. ....	105
Гаприндашвили М. ...	137	Лорткипанидзе Ф.Б. ..	37,85	Хараишвили О.И. ....	145
Гараева Б.А. ....	9	Лукашевич В.М.	105	Хосрошвили Е.З. ....	79,151
Гогилава С. ....	82,133	Маисая Л. ....	85,126	Хубулава И. ....	133,154
Дадиани К. ....	123,126	Мачарашвили М.Б. ...	89	Церетели Э. Д. ....	137
Диаконидзе Б.Р. ....	27,123	Мебония Н. ....	145	Цулукидзе Л.Н. ...	27,133
Диаконидзе Р.В. ....	27,123	Мешик О.П. ....	94	Чарбадзе З.Д. ....	123
Донадзе Ц. ....	137	Мисецкаите О. ....	105	Чახая Г.Г. ....	27,133
Езугбая З. А. ....	32	Милейковский В.А. ...	117	Шавლაкадзе М.Л. ....	123,126
Зубрицкая Т.Е. ....	94	Нанобашвили Т. ....	137	Шенгелия Е.Г. ....	27
Иорданишвили И.К. ....	62	Натрошвили Г.Т. ....	79,151	Шешко Н.Н. ....	55
Иорданишвили К.Т. ...	62	Нестерова И.М. ....	110	Шпендик Н.Н. ....	55
Иремашвили И.Р. ....	32,62	Нестеров М.В. ....	110	Шургая В. ....	128
Итриашвили Л.А. ....	32,79	Нибладзе Н.Ш. ....	123		

**სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მუშრნეობის ინსტიტუტის  
სამეცნიერო შრომების კრებულში სტატიების ბამოქვეყნების 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](mailto: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 **AcadNusx** ან **Sylfaen** შრიფტი;

ინგლისური და რუსული ტექსტებისათვის – **Times New Roman**; ნახაზების ან ფოტოების კომპიუტერული ვარიანტი – **JPG** ან **TIF** ფორმატში გარჩევადობით **200-300 dpi**;

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 მეთოდიკა);
- დასკვნები და რეკომენდაციები;
- გამოყენებული ლიტერატურა (არა უმეტეს 10-ისა);
- ანოტაცია (10–15 სტრიქონი) 3 ქართულ, რუსულ და ინგლისურ 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 TS. MIRTSKHULAVA WATER MANAGEMENT INSTITUTE  
OF 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](mailto:gwmi1929@gmail.com).

4. Sheet format – A4, interval – 1.5 and font size

12, margins 25 mm for four sides; the paper must be submitted in DOC format (MS Word), recorded on CD-R; for Georgian Text – **AcadNusx** or **Sylfaen**; for English and Russian Texts – **Times New Roman**; computer version of drawings and photos – in **JPG** or **TIF** format, 200 dpi;

5. The paper should include the following sequence:

- Direction (in the upper right corner);
- Paper Title;
- Author (or authors) name, surname and patronymic with e-mail of contact person;
- Organization, where the study took place, including post address;
- Preamble;
- General Part (object of study and methods);
- Conclusions and Recommendations;
- Bibliography (no more than 10);
- Summary (10-15 lines);
- Key Words (no more than 6).

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. МИРЦХУЛАВА  
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

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](mailto: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 **AcadNusx** или **SYLFAEN**;

статьи, представленные на русском и английском языках – шрифтом **Times New Roman**; компьютерные варианты рисунков и фото – в формате **JPG** или **TIF**, с разрешением **200-300 dpi**;

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.



გამომცემლობა „უნივერსალი“

თბილისი, 0179, ი. ჯავახიშვილის გამზ. 19, ☎: 2 22 36 09, 5(99) 17 22 30  
E-mail: universal@internet.ge; universal505@ymail.com



მე-6 საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია. თბილისი, 2016 წლის 22-25 სექტემბერი  
VI International Scientific And Technical Conference, Tbilisi, 22-25 September, 2016  
VI Международная Научно-техническая Конференция, Тбилиси, 22-25 сентября, 2016