

საქართველოს განათლების, მეცნიერების, კულტურისა და
სპორტის სამინისტრო
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მენეჯმენტის ინსტიტუტი
ბარემოს დაცვის ეკოცენტრი



IX საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია
„წყალთა მენეჯმენტის, ბარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და
მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“

შრომების კრებული

25-27 ივლისი, 2019

ეკოცენტრის ც. მირცხულავას სახელობის

წყალთა მენეჯმენტის ინსტიტუტის

90 წლის იუბილუს

MINISTRY OF EDUCATION, SCIENCE, CULTURE AND SPORT OF GEORGIA
TSOTNE MIRTSKHULAVA WATER MANAGEMENT INSTITUTE
OF GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY
ECOCENTER FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION

IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE
„MODERN PROBLEMS OF WATER MANAGEMENT, ENVIRONMENTAL PROTECTION,
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION“
COLLECTED PAPERS
22 – 27 JULY, 2019

DEDICATED TO THE 90 ANNIVERSARY OF THE
TS. MIRTSKHULAVA WATER MANAGEMENT INSTITUTE OF GTU



თბილისი, საქართველო / Tbilisi, Georgia

2019

საქართველოს განათლების, მეცნიერების, კულტურისა და
სპორტის სამინისტრო

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მენეჯმენტის ინსტიტუტი
გარემოს დაცვის ეკოცენტრი



**IX საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია
„წყალთა მენეჯმენტის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და
მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“**

ურომების კრებული

25-27 ივლისი, 2019

**ექვეშეგება სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის
წყალთა მენეჯმენტის ინსტიტუტის
90 წლის იუბილეს**

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

**IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE
„MODERN PROBLEMS OF WATER MANAGEMENT, ENVIRONMENTAL PROTECTION,
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION“**

COLLECTED PAPERS

22 – 27 JULY, 2019

**DEDICATED TO THE 90 ANNIVERSARY
OF THE TS. MIRTSKHULAVA WATER MANAGEMENT INSTITUTE OF GTU**

თბილისი, საქართველო / Tbilisi, Georgia
2019

საორგანიზაციო კომიტეტი:

ფრანგიშვილი ა., (საორგანიზაციო კომიტეტის თავმჯდომარე), გასიტაშვილი ზ. (თანათავმჯდომარე), გავარდაშვილი გ. (თანათავმჯდომარე), ტოკმაჯიანი ო. (თანათავმჯდომარე), იმანოვი ფ. (თანათავმჯდომარე), ირემაშვილი ი. (პასუხისმგებელი მდივანი), გურგენიძე დ., ბრუსი კ., ბალჯიანი პ., ბონდარიკი ი., გარიბოვი ი., გოჯამანოვი მ., კარაპეტიანი გ., კოპალიანი ზ., კოპიტოვსკი ვ., მაჟისკი ი., მაჟორი მ., მისეცკაიტე ო., მუსტაფაევი მ., ნათიშვილი ო., ნურიევი ე., პოპოვა ი., პოვილაიტი ა., სალუქვაძე გ., სიმონიანი ა., სობოტა ე., სოკოლოვა ა., წერეთელი ნ., ჰერტმანი ლ., ტოკმაჯიანი ვ., ულევიცი მ., ჯეზნახი ჯ., ზეინალოვი ტ.

Organizing Committee:

Prangishvili A. (Chairman of the Organizing Committee), Gasitashvili Z. (Co-chairman of the Organizing Committee), Gavardashvili G. (Co-chairman of the Organizing Committee), Tokmajyan H. (Co-chairman of the Organizing Committee), Imanov F. (Co-chairman of the Organizing Committee), Iremashvili I. (Executive Secretary), Gurgenidze D., Brys K., Baljyan P., Bondarik I., Garibov I., Godjamanov M., Karapetyan Hr., Kopalani Z., Kopitovsky V., Majaiski Iu., Major M., Misetskaite O., Mustafayev M., Nanitashvili M., Natishvili O., Nuriev E., Popova I., Povilatis A., Salukvadze G., Simonyan A., Sobota J., Sokolova A., Tsereteli N., Hertman L., Tokmajyan V., Ulewicz M., Jeznach J., Zeinalov T.

სამეცნიერო კომიტეტი:

აიუბი ბ. (აშშ), ალიევი ვ. (აზერბაიჯანი), აბოლტინსი ა. (ლატვია), ბალჯიანი პ., (სომხეთი), ბაციკაძე ტ. (საქართველო), ბორტევიკი ა. (დიდი ბრიტანეთი), ბოლუნასკი ე. (ბულგარეთი), გავარდაშვილი გ. (საქართველო), გასიტაშვილი ზ. (საქართველო), გაპრამანლი ი. (აზერბაიჯანი), დიაკონიძე რ. (საქართველო), დუბენოვი ს. (ბელარუსია), დუდაი ნ. (ისრაელი), ედოიანი ნ. (სომხეთი), ვახონინი ნ. (ბელარუსია), ვლასაკი პ. (ჩეხეთი), ვოლჩევი ა. (ბელარუსია), ვუ ი. (ჩინეთი), ზეინალოვი ტ. (აზერბაიჯანი), ზივატკაუსკინე ი. (ლიტვა), თავხელიძე დ. (საქართველო), თოფურია ე. (საქართველო), იმანოვი ფ. (აზერბაიჯანი), იორდანიშვილი ი. (საქართველო), ირემაშვილი ი. (საქართველო), ივანოვი ი. (ბელარუსია), კინგი ი. (გერმანია), კლიმიშვილი ი. (საქართველო), კოვალენკო პ. (უკრაინა), კოპალიანი ზ. (რუსეთი), კუბეჩკოვა დ. (ჩეხეთი), კუზნეცოვი მ. (რუსეთი), კუპრეიშვილი შ. (საქართველო), ლოისკანდლი ვ. (ავსტრია), ლობჟანიძე ზ. (საქართველო), მამატკანოვი დ. (ყირგიზეთი), მარუაშვილი ზ. (საქართველო), მამედოვი ა. (აზერბაიჯანი), მარკუბუკი ა. (პოლონეთი), მაჟისკი ი. (რუსეთი), მეიჯერი ჯ. (აშშ), მეიჯერი მ. (პოლონეთი), ნათიშვილი ო. (საქართველო), ჟანგი პ. (ჩინეთი), ჟენევისი რ. (იტალია), რაიჩიკი ჯ. (პოლონეთი), რომაშჩენკო მ. (უკრაინა), სარუხანიანი ა. (სომხეთი), სეიჰანი კ. (თურქეთი), სობოტა ე. (პოლონეთი), სუვა ჰ. (იაპონია), ტოკმაჯიანი ო. (სომხეთი), ტოკმაჯიანი ვ. (სომხეთი), უჯმა ა. (პოლონეთი), ფანჩულიძე ჯ. (საქართველო), ფრანგიშვილი ა. (საქართველო), დარიბოვი ი. (აზერბაიჯანი), შილა ი. (ბელარუსია), შურღაია ვ. (საქართველო), ჩახაია გ. (საქართველო), ჩერნომორევი ს. (რუსეთი), ჯოზვიკოვსკი ლ. (ნიდერლანდები), ჰაიდე ლ. (ნიდერლანდები).

Scientific committee:

Ayyub B. (USA), Aliyev V. (Azerbaijan), Aboltins A. (Latvia), Baljyan P. (Armenia), Batsikadze T. (Georgia), Borthwick A. (United Kingdom), Bournaski E. (Bulgaria), Chakhaia G. (Georgia), Chernomoretz S. (Russia), Diakonidze R. (Georgia), Dubenok S. (Belarus); Dudai N. (Israel), Edoian V. (Armenia), Gahramanli Y. (Azerbaijan), Garibov Y. (Azerbaijan), Gasitashvili Z. (Georgia), Gavardashvili G. (Georgia), Genevois R. (Italy), Hayde L. (The Netherlands), Imanov F. (Azerbaijan), Iordanishvili I. (Georgia), Iremashvili I. (Georgia), Ivanov D. (Belarus), Jozwiakowski K. (Poland), King L. (Germany), Klimiashvili L. (Georgia), Kopalani Z. (Russia), Kovalenko P. (Ukraine), Kubeckova D. (Czech republic), Kupreishvili Sh. (Georgia), Kuznetsov M. (Russia), Lobzhanidze Z. (Georgia), Loiskandl W. (Austria), Romashchenko M. (Ukraine), Mamatkanov D. (Kyrgyzstan), Maruashvili Z. (Georgia), Mammadov A. (Azerbaijan), Marzuk A. (Poland), Mazhaiskiy Yu. (Russia), Major J. (USA), Major M. (Poland), Natishvili O. (Georgia), Panchulidze J. (Georgia), Povilaitis A. (Lithuania), Prangishvili A. (Georgia), Rajczyk J. (Poland), Sarukhanyan A. (Armenia), Seyhan K. (Turkey), Shila I. (Belarus), Sobota E. (Poland), Shurgaiya V. (Georgia), Suwa H. (Japan), Tavkhelidze D. (Georgia), Tokmajian H. (Armenia), Tokmajian V. (Armenia), Topuria E. (Georgia), Ujma A. (Poland), Vakhonin N. (Belarus), Vlasak P. (Czech republic), A. Volchak (Belarus), Jeznach J. (Poland) Wu I. (China), Zeynalov T. (Azerbaijan), Zhang P. (China), Zivatkauskienė I. (Lithuania)

მისამართი: 0179, თბილისი, ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60^ბ; ელ ფოსტა: gwmi1929@gmail.com; ვებ-გვერდი: <http://wmi.ge>
Address: 0179, Tbilisi, 60^b Ave. I. Chavchavadze; E-mail: gwmi1929@gmail.com; web-site: <http://wmi.ge>
Адрес: 0179, Тбилиси, пр. И. Чавчавадзе 60^б. Эл. почта: gwmi1929@gmail.com; веб-стр.: <http://wmi.ge>

ISSN 1512-2344

© საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი,
გარემოს დაცვის ეკოცენტრი, 2019

IX International Conference on

**“MODERN PROBLEMS OF WATER MANAGEMENT,
ENVIRONMENTAL PROTECTION, ARCHITECTURE
AND CONSTRUCTION”**

25 – 27 JULY, 2019, Tbilisi, Georgia

Conferences	Date	Place (Location)
I	18-22 August, 2011	Qobuleti, GEORGIA
II	24-31 July, 2012	Qobuleti, GEORGIA
III	29 July – 4 August, 2013	Tbilisi – Borjomi, GEORGIA
IV	27 – 30 September, 2014	Tbilisi, GEORGIA
V	16 – 19 July, 2015	Tbilisi, GEORGIA
VI	22–25 September, 2016	Tbilisi – Telavi, GEORGIA
VII	25–27 August, 2017	Tbilisi, Georgia
VIII	1-5 November, 2018	Tbilisi, Georgia

Scientific directions of the Conference

- Water management;
- Hydraulic engineering and irrigation;
- Hydrology and meteorology;
- Environmental protection;
- Safety and risk of hydraulic structures;
- Construction and architecture;
- Earth sciences.

**Photo gallery from VIII International Conference on
“MODERN PROBLEMS OF WATER MANAGEMENT, ENVIRONMENTAL
PROTECTION, ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION”
1–5 November, 2018**



ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი - 90

წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, მელიორაციული სისტემებისა და ჰიდრო-ტექნიკური ნაგებობების საიმედოობისა და რისკის შეფასების, ბუნებრივი კატასტროფებისა და სტიქიური მოვლენების მიერ მიყენებული ზარალის მეცნიერული შეფასების გადაწყვეტის საქმეში პოსტსაბჭოთა სივრცეში და ახლაც პრიორიტეტი დამსახურებულად ეკუთვის საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტს, რომელსაც 2019 წელს უსრულდება დაარსებიდან 90 წელი.

ინსტიტუტი, რომელიც შეიქმნა 1929 წელს, როგორც ამიერკავკასიის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, სადაც მუშაობდა 500-ზე მეტი მეცნიერ-თანამშრომელი, მთელი 70 წლის განმავლობაში გვევლინებოდა ღვარცოფების, ნიადაგის წყლისმიერი და ქარისმიერი ეროზიის, ჰიდრომელიორაციული და ჰიდროტექნიკური ნაგებობების საიმედოობისა და რისკის კვლევის კოორდინატორად, რაზედაც მიუთითებს მრავალი სამეცნიერო კვლევების საერთაშორისო აღიარებები.

ინსტიტუტმა აღზარდა მრავალი საერთაშორისო დონის მეცნიერი, როგორებიცაა აკადემიკოსები - ცოტნე მირცხულავა, ოთარ ნათიშვილი; პროფესორები: მიხეილ გაგომიძე, იოსებ ბუაჩიძე, ფრიდონ შატბერაშვილი, თამაზ ჟორდანიას, ვახტანგ თევზაძე, ჯამლეთ მკერვალიშვილი, გიორგი ვოინიჩ-სიანოჟენსკი და მრავალი სხვა.

ინსტიტუტში დამუშავდა საქართველოსთვის ისეთი სტრატეგიული პროექტები, როგორებიცაა: ღვარცოფდამჭერი და ღვარცოფგამშვები ნაგებობების დაპროექტებისათვის მეთოდური მითითებები (ხელმძღვანელი - პროფესორი მიხეილ გაგომიძე, 1978); ქვეყნის ნიადაგის წყლისმიერი ეროზიის სახელმწიფო პროგრამა (ხელმძღვანელი - აკადემიკოსი ცოტნე მირცხულავა, 1999); ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობების დაპროექტებისათვის ჰიდრავლიკური განაგარიშების მეთოდური რეკომენდაციები (ხელმძღვანელი - აკადემიკოსი ოთარ ნათიშვილი, 2016), ტყის ხანძრებისგან დაცვის მეთოდური რეკომენდაციები (ხელმძღვანელი - პროფესორი გივი გავარდაშვილი, 2017) და ა.შ.

2011 წლიდან საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ინტეგრირების შემდეგ ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომლების მიერ დამუშავდა სასწავლო პროგრამები სასოფლო-სამეურნეო მელიორაციის მიმართულებით ბაკალავრიატის, მაგისტრატურისა და დოქტორანტურის სტუდენტებისათვის, ასევე პროფესიული გადამზადების პროგრამა, რომელმაც განხორციელდა ჰპოვა ტექნიკური უნივერსიტეტის დიდი ჯიხაიშის სასოფლო-სამეურნეო კოლეჯში.

2019 წელს მსოფლიო ბანკის დაფინანსებით ინსტიტუტში დამუშავდა მელიორაციის მიმართულებით კვალიფიკაციის ამაღლების პროგრამა და უნივერსიტეტში გადამზადება გაიარა შპს „საქართველოს მელიორაციის“ კომპანიის 50-ზე მეტმა სპეციალისტმა.

განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს ინსტიტუტის მეცნიერი თანამშრომლების აქტიური მუშაობა ახალგაზრდა მეცნიერთა აღზრდის საქმეში. მათ მიერ 2011-2019 წწ მომზადდა და

დაცულ იქნა 8 სადოქტორო სადისერტაციო და 6 სამაგისტრო ნაშრომი, ამჟამად ინსტიტუტში მოღვაწეობს 5 დოქტორანტი.

ინსტიტუტის 12 მეცნიერი პარალელურად ლექციებს კითხულობს ტექნიკურ უნივერსიტეტში, ასევე საზღვარგარეთის წამყვან უნივერსიტეტებში: პოლონეთში, ჩინეთში, ბელარუსიაში, გერმანიაში და სხვ.; მეცნიერი თანამშრომლები აქტიურად მუშაობენ როგორც საქართველოს, ისე საერთაშორისო საგრანტო პროექტების (EU, FP-7, NATO) დამუშავებაში. უნდა აღინიშნოს, რომ ინსტიტუტმა 2010-2019 წლებში გაიმარჯვა და შეასრულა 2 ევრო გრანტი, 1 NATO-ს და შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტები: 9 სამეცნიერო, 7 ინდივიდუალური სამოგზაურო (საზღვარგარეთ კონფერენციებში მონაწილეობა), 3 დოქტორანტურის, 1 მაგისტრატურის, 10 ახალგაზრდა მეცნიერთათვის, 2 საზღვარგარეთ სტაჟირების, აგრეთვე სტუ-ს 3 შიდა გრანტი. 13-მა თანამშრომელმა გაიარა სტაჟირება საზღვარგარეთ (ავსტრია, ნიდერლანდები, ჩეხეთი, პოლონეთი, ჩინეთი, ისრაელი, აშშ და ა.შ.).

ინსტიტუტში 1934 წლიდან სისტემატურად გამოიცემა სამეცნიერო შრომათა კრებული, ასევე 2011 წლიდან ინსტიტუტმა დააფუძნა საერთაშორისო კონფერენცია „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“, 2019 წელს ტარდება მორიგი, რიგით მე-9 კონფერენცია, რომელიც ეძღვნება ინსტიტუტის დაარსებიდან 90 წლის იუბილეს. ინსტიტუტში UNESCO-ს ეგიდით 5-ჯერ (1967, 1995, 2009, 2018 და 2019) ჩატარდა საერთაშორისო კონფერენცია და სიმპოზიუმი, რომელთა რეზოლუციებმაც გაეროს მაღალი შეფასება დაიმსახურა.

2017 წელს მე-7 საერთაშორისო კონფერენციის მსვლელობის პერიოდში პირველად ჩატარდა სტუდენტური ოლიმპიადა სამხრეთ კავკასიის რესპუბლიკების მელიორაციისა და ჰიდროტექნიკის სპეციალობის სტუდენტებისათვის, გამოვლინდნენ გამარჯვებულებიც, რომლებიც დაჯილდოვდნენ სერტიფიკატებითა და სამახსოვრო საჩუქრებით. ოლიმპიადის გამარჯვებული სტუდენტები შეაფასა საერთაშორისო ჟიურიმ, რომლის შემადგენლობაში იყვნენ მსოფლიოს 9 ქვეყნის მეცნიერ-სპეციალისტები (საქართველო, აზერბაიჯანი, სომხეთი, ლიტვა, იტალია, რუსეთი, პოლონეთი, ბელარუსია, ბულგარეთი), მათ შორის იყო დრენაჟის საერთაშორისო კომისიის ვიცე-პრეზიდენტი, პროფესორი ირინა ბონდარიკა.

დიდია ინსტიტუტის საერთაშორისო მეცნიერული ავტორიტეტი, რაზედაც მეტყველებს ინსტიტუტის მიერ გაფორმებული საერთაშორისო თანამშრომლობის 23 მემორანდუმი მსოფლიოს წამყვანი ქვეყნების უნივერსიტეტებსა და სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებთან.

გულითადად ვულოცავ 90 წლის იუბილეს ქვეყნის ერთ-ერთი წამყვანი - ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის - თანამშრომლებს, დოქტორანტებს და ვუსურვებ მრავალ წარმატებას ჩვენი ქვეყნის წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვისა და მელიორაციის მეცნიერების განვითარების საქმეში.

არჩილ ფრანგიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორი, აკადემიკოსი,
19 ივნისი, 2019 წელი. თბილისი

TSOTNE MIRTSKHULAVA WATER MANAGEMENT INSTITUTE - 90

The priority in the fields of water economy, environmental protection and scientific assessment of reliability and risks of land melioration systems and hydraulic facilities and damage inflicted by natural calamities both, in the post-Soviet region and in modern times, deservedly belongs to Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University celebrating its 90th anniversary in 2019.

The Institute, which was established in 1929 as the Water Management Institute of Trans-Caucasia, which employed more than 500 scientific workers, for 70 years, had been a reliable coordinator studying the risks of mudflows, water and wind erosion of soil and land reclamation and hydraulic facilities what is clearly evidenced by the international recognition of numerous scientific studies of the Institute.

The Institute brought up many world-class scientists, such as academicians Tsozne Mirtskhulava and Otari Natishvili, professors Mikheil Gagoshidze, Ioseb Buachidze, Pridon Shatberashvili, Tamaz Zhordania, Vakhtang Tevzadze, Jamlet Mkervalishvili, Giorgi Voynich-Sienazhencki and many others.

The Institute developed such important projects for Georgia, as Methodic guidelines to design mudflow-retaining and mudflow-release facilities (scientific leader: Professor Mikheil Gagoshidze, 1978), Country-specific state program of water erosion of soil (scientific leader: Academician Tsozne Mirtskhulava, 1999), Methodic recommendations for hydraulic calculations of anti-mudflow facilities (scientific leader: Academician Otari Natishvili, 2016), Methodic recommendations to provide protection against forest fires (scientific leader: Professor Givi Gavardashvili), etc.

Since 2011, when the Institute of Water Economy was integrated with Georgian Technical University, the scientific workers of the Institute have developed curricula in the field of agricultural melioration for bachelors, graduates and PhD students, as well as vocational training program, which was introduced to the Agricultural College of Didi Jikhaishi of the Technical University.

In 2019, with the financial support of the World Bank, the Institute developed advanced training program in land reclamation, and more than 50 specialists from “Georgian Amelioration” Ltd. took it.

Particularly worthwhile is the active work of the Institute personnel to bring up young scientists. In 2011-2019, 8 doctoral and 6 graduate theses were written and defended at the Institute. At present, 5 doctoral students work at the Institute.

12 scientists of the Institute deliver lectures at Georgian Technical University and other world leading universities in Poland, China, Byelorussia, Germany and other countries. The scientific workers of the Institute actively work in developing both, Georgian and international grant projects (EU, FP-7, NATO). It should be noted that in 2010-2019, the Institute won and realized two European grant projects, one NATO grant project and several Shota Rustaveli National Science Foundation projects: 9

scientific, 7 individual travel (participation in foreign conferences), 3 doctoral, 1 magistracy, 10 young scientists, 2 foreign probation and 3 internal GTU grant projects. 13 employees of the Institute worked on probation abroad (in Austria, Netherlands, Czech Republic, Poland, China, Israel, USA, etc.).

Since 1943, the Institute has been regularly publishing a collection of scientific works and in 2011, the Institute established International Conference “Modern problems of water economy, environmental protection, architecture and building”, and in 2019, the 9th Conference will be held to celebrate the 90th anniversary of the Institute. Under the aegis of UNESCO, an international conference and symposium were held 5 times at the Institute (in 1967, 1995, 2009, 2018 and 2019), with their resolutions highly appreciated by the UNO.

In 2017, within the scope of the 7th International Conference, the Student’s Olympiad for the students from the South Caucasian republics with hydraulic engineering specialty was held for the first time. The prize-winners were identified and awarded with relevant certificates and trophies. The winners of the Olympiad were assessed by an international jury consisting of professional scientists from 9 countries (Georgia, Azerbaijan, Armenia, Lithuania, Italy, Russia, Poland, Byelorussia, Bulgaria). Among them was Irina Bondarik, the Vice President of the International Commission on Irrigation and Drainage (ICID).

The Institute enjoys favorable scientific authority on the international arena as evidenced by 23 memoranda of cooperation of the Institute with the universities and scientific-research institutes of world leading countries.

I cordially congratulate the employees and doctoral students of one of the country’s leading institutes, Ts. Mirskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University on 90th anniversary and wish them much success in the fields of water management, environmental protection and land-reclamation of our country.

Academician Archil Prangishvili,

Rector of Georgian Technical University

June 19, 2019, Tbilisi

მილოცვა

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას
სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის 90 წლის იუბილესადმი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი სამხრეთ კავკასიაში ერთ-ერთი უძველესი სამეცნიერო დაწესებულებაა, რომელიც ფაქტობრივად ჩამოყალიბდა 1925 წელს, ხოლო მთავრობის დადგენილებით დაფუძნდა 1929 წელს. იგი სამართალმემკვიდრეა ყოფილი ამიერკავკასიის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის, საქართველოს ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის წყალთა მეურნეობის და საინჟინრო ეკოლოგიის ინსტიტუტებისა.

ინსტიტუტი სამხრეთ კავკასიაში წლების განმავლობაში წარმოადგენდა ამ პროფილის ერთადერთ დაწესებულებას, რომლის დანიშნულება იყო გარემოს დაცვა, ბუნებრივი კატასტროფების (წყალდიდობები, წყალმოვარდნები, ეროზიულ-ღვარცოფული მოვლენები), ზღვისა და მდინარეების სანაპირო ზონების, მელიორაციის, წყალსაცავების, მრავალი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კვლევები დაპროექტების, მშენებლობისა და ექსპლუატაციის პერიოდში, მათი საიმედოობა და სხვა მსგავს პრობლემებთან დაკავშირებული საკითხები. მოგვიანებით, ინსტიტუტის ბაზაზე აზერბაიჯანსა და სომხეთში შეიქმნა ანალოგიური დანიშნულების სამეცნიერო კვლევითი ორგანიზაციები, რომლებიც ამჟამად ფუნქციონირებენ და რეგულარულად თანამშრომლობენ წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტთან.

ინსტიტუტს დაარსებიდან 1947 წლამდე ხელმძღვანელობდნენ: კ. მიხაილოვი, ე. გაბიევი, ნ. სოკოლოვსკი, დ. გალილოვი, შ. ბიტლაზარი, გ. ლარინი და პ. სოლოდი. აღსანიშნავია, რომ 1947-1968 წლებში ინსტიტუტს სათავეში ედგა ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი მიხეილ გაგოშიძე, რომელმაც დიდი ღვაწლი დასდო მის განვითარებას; 1968-2005 წლებში კი ინსტიტუტს ხელმძღვანელობდა საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი და რუსეთის სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი ცოტნე მირცხულავა, რომლის სახელსაც ატარებს დღეს ინსტიტუტი.

ინსტიტუტში ამჟამად ფუნქციონირებს სამეცნიერო საბჭო დაკომპლექტებული მთავარი მეცნიერებით, ინოვაციური განვითარების ჯგუფი, თანამედროვე კომპიუტერული ტექნიკით აღჭურვილი 5 განყოფილება: 1. ბუნებრივი კატასტროფების (ხელმძ. გეოგრაფიის აკადემიური დოქტორი, მთავარი მეცნიერი რობერტ დიაკონიძე, სამეცნიერო საბჭოს თავმჯდომარე); 2. ზღვებისა და წყალსატევების (ხელმძ. ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, მთავარი მეცნიერი ირინა იორდანიშვილი, სამეცნიერო საბჭოს წევრი); 3. მელიორაციის (ხელმძ. ტექნიკის აკადემიური დოქტორი, მთავარი მეცნიერი ზურაბ ლობჯანიძე, სამეცნიერო საბჭოს წევრი) 4. გარემოს დაცვისა და საინჟინრო ეკოლოგიის (ხელმძ. ქიმიის აკადემიური დოქტორი, მთავარი მეცნიერი ეკატერინე თოფურია, სამეცნიერო საბჭოს წევრი), 5. მელიორაციული სისტემების დაპროექტებისა და ექსპერტიზის (ხელმძ. ტექნიკის აკადემიური დოქტორი, მთავარი მეცნიერი შორენა კუპრეიშვილი, სამეცნიერო საბჭოს წევრი) და ერთი ჰიდროტექნიკური ლაბორატორია. სამეცნიერო საბჭოს წევრები ასევე არიან: საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი ოთარ

ნათიშვილი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი, ტექნიკის აკადემიური დოქტორი ჯუმბერ ფანჭულიძე და ტექნიკის აკადემიური დოქტორი გოგა ჩახაია.

ინსტიტუტის თანამშრომელთა საშტატო რაოდენობა შეადგენს 70-ს, აქედან 37 მეცნიერი თანამშრომელია, მათ შორის: 1 - საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოს-მდივანი და ამავე აკადემიის სოფლის მეურნეობის განყოფილების აკადემიკოს-მდივანი (ო. ნათიშვილი), 3 - საინჟინრო აკადემიის, 1 - საერთაშორისო საინჟინრო აკადემიის, 4 - ეკოლოგიის აკადემიის აკადემიკოსი, 6 - მეცნიერებათა დოქტორი, 15 - მეცნიერი თანამშრომელი დოქტორის აკადემიური ხარისხით, 4 - დოქტორანტი, 3 - მაგისტრი.

ინსტიტუტის კოლექტივი მრავალი სამეცნიერო პროექტის, კვლევებისა და მსოფლიოს ერთ-ერთი საუკეთესო ჰიდროტექნიკური ლაბორატორიის ფუნქციონირების გამო დაჯილდოვებულია შვეიცარიის დიპლომით «Century International Quality Era Award».

ინსტიტუტი აქტიურადაა ჩართული საგრანტო საქმიანობაში: 2009-2019 წლებში ინსტიტუტში NATO-ს ეგიდით დამუშავდა 1 საგრანტო პროექტი; ევროკავშირის დაფინანსებით (FP7) - 1 პროექტი; შოთა რუსთაველის საქართველოს სამეცნიერო ეროვნული ფონდის დაფინანსებით: 14 სამეცნიერო-საგრანტო პროექტი, ახალგაზრდა მეცნიერთა კვლევების გრანტი - 10, ინდივიდუალური სამოგზაურო გრანტი - 7, მაგისტრანტთა სასწავლო-კვლევითი პროექტების გრანტი - 1, დოქტორანტურის საგანმანათლებლო პროგრამების საგრანტო კონკურსი - 3 და საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მიერ დაფინანსებული - 3 საგრანტო პროექტი.

ინსტიტუტში დამუშავდა შემდეგი სახელმწიფო მნიშვნელობის პროექტები:

1. 2010 წლის 24 აპრილს ინტენსიური წვიმების შედეგად გურჯაანის რაიონის სოფ. ჭერმის წყალსაცავზე შექმნილი ავარიული მდგომარეობის გამო მიწის დამბის გარღვევის საშიშროების თავიდან აცილების მიზნით ინსტიტუტში გაანგარიშებულ იქნა წყალდიდობის მიერ ტერიტორიის დატბორვის პროგნოზი, ტალღის სიმაღლე და მოძრაობის სიჩქარე. მიღებული მონაცემების მიხედვით საქართველოს მთავრობამ გამოაცხადა გურჯაანის რაიონის სოფლების - მუკუზანისა და ველისციხის ევაკუაცია და 1500 ადამიანი გაარიდეს საფრთხეს;
2. 2011 წლის 3 დეკემბერს საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიურ საბჭოზე განხილულ იქნა საქართველოს ნიადაგების ეროზიისაგან დაცვის 2012-2020 წლის კონცეფცია, რომლის დამუშავებაშიც აქტიური მონაწილეობა მიიღეს ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომლებმა;
3. 2011 წლის 17 დეკემბერს საქართველოს პარლამენტში ანტიკრიზისული საბჭოს სხდომაზე ე. ყვარლის მოსახლეობის უსაფრთხოების მიზნით ინსტიტუტმა წარადგინა მოხსენება თემაზე „ე. ყვარელზე მდ. დურუჯის კატასტროფული ზემოქმედების თავიდან აცილების მიზნით გასატარებელი ღონისძიებებისათვის ფინანსური სახსრების მოძიების შესახებ“;
4. 2011 წლის მაისში საქართველოს პარლამენტს ინსტიტუტმა განსახილველად გადასცა ქვეყნის ტერიტორიის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით კონცეფცია „საქართველოს ტერიტორიის წყალდიდობებისაგან დაცვა“, სადაც განხილულ იქნა როგორც ბუნებრივი, ასევე ტექნოგენური (კაშხლების ნგრევა) კატასტროფების შემთხვევაში წარმოშობილი წყალდიდობებისა და ღვარცოფების პროგნოზირებისა და რეგულირების საკითხები;

5. 2014 წლის 17 მაისს სტეფანწმინდაში, მდ. ყაბახის წყალშემკრებ აუზში (მდინარე თერგის მარცხენა შენაკადი), დევდორაკის მყინვარის პროვოცირებით კალაპოტში ფორმირებული ღვარცოფული პროცესების შემდგომ არსებული რისკ-ფაქტორების შეფასება-პროგნოზირებისა და მოსალოდნელი ღვარცოფის საწინააღმდეგო თანამედროვე ღონისძიებების შემუშავების შესახებ ინსტიტუტის რეკომენდაციები გადაეცა საქართველოს მთავრობას;
6. 2014 წლის 4 მარტს ინსტიტუტში შედგა თიანეთის სამების საკათედრო ტაძრის მშენებლობასთან დაკავშირებული სამუშაო შეხვედრა, რომელსაც ესწრებოდნენ: ფშავ-ხევსურეთის ეპისკოპოსი, მეუფე მიქაელი, სტუ-სა და ინსტიტუტის თანამშრომლები, საქართველოს კულტურის სამინისტროსა და საპატრიარქოს სპეციალისტები. საუბარი შეეხო ქ. თიანეთში 22 მ სიგანის, 32 მ სიღრმისა და 33 მ სიმაღლის საკათედრო ტაძრის მშენებლობისათვის მისი ფუნდამენტის საინჟინრო-გეოლოგიური დასკვნის მომზადებასა და ეკლესიის მიმდებარე ტერიტორიაზე გამავალ მდ. იორის კალაპოტში ფორმირებული შესაძლო წყალდიდობის საწინააღმდეგო ეკლესიის უსაფრთხოების ღონისძიებების დამუშავებას;
7. 2015 წლის 13 ივნისს მდ. ვერეს ხეობაში ფორმირებული კატასტროფის პრევენციული ღონისძიებების შემუშავების მიზნით პრემიერ-მინისტრის ბრძანებით შეიქმნა სახელმწიფო კომისია, რომელსაც წარედგინა ინსტიტუტში დამუშავებული საპროექტო წინადადება მდ. ვერეს კალაპოტის რეგულირების მიზნით. აღნიშნული წინადადების პრეზენტაცია ასევე გაიმართა ღვარცოფების IV საერთაშორისო კონფერენციაზე იაპონიაში და სხვ.

2010 წლიდან 2018 წლის ჩათვლით ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომლების მიერ პერიოდულ გამოცემებში გამოქვეყნებულ იქნა: 535 სტატია, 17 მონოგრაფია, 18 სახელმძღვანელო, 9 წიგნი, 2 მეთოდური რეკომენდაცია, 10 ინოვაციურ წინადადებაზე მიღებულია საქართველოს პატენტი.

ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომლების ხელმძღვანელობით დაცულ იქნა დოქტორის აკადემიური ხარისხის მაძიებლობის 8 სადისერტაციო ნაშრომი, აქედან 4 - ინსტიტუტის ახალგაზრდა მეცნიერ-თანამშრომელია.

ბოლო 10 წელიწადში საზღვარგარეთ (აშშ, ნიდერლანდები, ჩინეთი, პოლონეთი) ტრენინგი გაიარა ინსტიტუტის 8 თანამშრომელმა, ხოლო საზღვარგარეთ საერთაშორისო კონფერენციებზე ინსტიტუტის თანამშრომლებმა პრეზენტაცია გააკეთეს მსოფლიოს 25 -ზე მეტ ქვეყანაში.

ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომლები ლექციებს კითხულობენ საზღვარგარეთის უნივერსიტეტებში: ბელარუსიაში, ჩინეთში, გერმანიაში, აშშ-ში, პოლონეთში და სხვ.

ინსტიტუტის დირექციას საერთაშორისო თანამშრომლობის მემორანდუმები გაფორმებულია აქვს მსოფლიოს სხვადასხვა უნივერსიტეტებთან და ისეთ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებთან, როგორებიცაა: 1. ჰესენის უნივერსიტეტი (გერმანია); 2. მოსკოვის ლომონოსოვის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი (რუსეთი); 3. ჩინეთის ცენტრალური ნორმალის უნივერსიტეტი (ვუჰანი, ჩინეთი); 4. ხარკოვის ნაციონალური უნივერსიტეტი (უკრაინა); 5. რიაზანის აგროტექნოლოგიური უნივერსიტეტი (რუსეთი); 6. აზერბაიჯანის ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი (ბაქო, აზერბაიჯანი); 7. მინსკის სახელმწიფო უნივერსიტეტი (ბელორუსია); 8. სოფიის სახელმწიფო უნივერსიტეტი (ბულგარეთი); 9. კაუნასის გამოყენებითი მეცნიერების უნივერსიტეტი (ლიტვა); 10. მერილენდის

სახელმწიფო უნივერსიტეტი (აშშ); 11. ვროცლავის სიცოცხლის მეცნიერებების შემსწავლელი უნივერსიტეტი (პოლონეთი); 12. აშშ აგრარული დეპარტამენტი (ვაშინგტონი); 13. აზერბაიჯანის სამეცნიერო-საპროექტო ინსტიტუტი „წყალკანალი“; 14. სომხეთის აკადემიკოს ეგიაზაროვის სახელობის წყლის პრობლემების ინსტიტუტი (ერევანი, სომხეთი); 15. გორკის აგროტექნოლოგიური აკადემია (ბელორუსია); 16. ვარშავის სიცოცხლის შემსწავლელი მეცნიერების უნივერსიტეტი (პოლონეთი); 17. იუნესკოს წყლის განათლების უნივერსიტეტი (დელფტი, ნიდერლანდები); 18. ბოკუს უნივერსიტეტი (ავსტრია); 19. მეშჩარსკის სამეცნიერო-საპროექტო ცენტრი (რიაზანი, რუსეთი); 20. კალიფორნიის სახელმწიფო უნივერსიტეტი (ფრესნო, აშშ); 21. ბრესტის ტექნიკური უნივერსიტეტი (ბელორუსია); 22. ვიტაუტას მაგნიუსის უნივერსიტეტის წყლის ინჟინერინგის ინსტიტუტი (კაუნასი, ლიტვა); 23. ჩესტოხოვას პოლიტექნიკური უნივერსიტეტი (პოლონეთი); 24. უკრაინის სოფლის მეურნეობის აკადემიის წყლის პრობლემებისა და მელიორაციის ინსტიტუტი (უკრაინა).

UNESCO-ს ეგიდით 2009 და 2018 წლებში ინსტიტუტში ჩატარდა ორი საერთაშორისო კონფერენცია, პირველი მიემდვნა ინსტიტუტის დაარსებიდან 80 წლის იუბილეს (მონაწილეობდა მსოფლიოს 21 ქვეყნის 100 მეცნიერი), მეორე - 2018 წელს კი, სტუ-ს რექტორის, აკადემიკოს არჩილ ფრანგიშვილის დახმარებითა და მხარდაჭერით ღვარცოფების მე-5 მსოფლიო კონფერენცია, რომელშიც მონაწილეობდა 22 ქვეყნის 200 პროფესორი.

ინსტიტუტის სტუ-თან ინტეგრირების შემდეგ უნივერსიტეტის რექტორის, აკადემიკოს არჩილ ფრანგიშვილის დავალებით მეცნიერ-თანამშრომლების მიერ დამუშავდა სასწავლო (ბაკალავრიატი, მაგისტრატურა, დოქტორანტურა) და პროფესიული სწავლების (მე-2 საფეხურის) პროგრამები სასოფლო-სამეურნეო მელიორაციაში, რომლის აკრედიტაციის შემდეგ სასწავლო პროგრამები განხორციელდა სტუ-ს სამშენებლო ფაკულტეტზე 2012-2016 წწ, ხოლო პროფესიულის კი სტუ-ს დიდი ჯიხაიშის სასოფლო-სამეურნეო კოლეჯში.

მსოფლიო ბანკის ფინანსური მხარდაჭერით 2019 წელს ინსტიტუტის მეცნიერების მიერ დამუშავდა სასოფლო-სამეურნეო მელიორაციის გადამზადების პროგრამა და სტუ-ს სამშენებლო ფაკულტეტზე გადამზადება გაიარა გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს „შპს საქართველოს მელიორაციის“ 52-მა თანამშრომელმა.

ინსტიტუტმა აზერბაიჯანელ (პროფესორი ფარდა იმანოვი) და სომეხ (პროფესორი ოგანეს ტოკმაჯიანი) კოლეგებთან ერთად 2011 წელს დააფუძნა სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია თემაზე: „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“, რიგით მე-9 კონფერენცია ტარდება წელს და ემდვნება ინსტიტუტის დაარსებიდან 90 წლის იუბილეს.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ყველა თანამშრომელს ვულოცავ ინსტიტუტის დაარსებიდან 90 წლის იუბილეს და ვუსურვებ ნაყოფიერ და შემოქმედებითად აქტიურ მუშაობას ჩვენი ქვეყნის წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის მეცნიერების განვითარების საქმეში.

გივი გავარდაშვილი

**ინსტიტუტის დირექტორი,
ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი,
პროფესორი**

IN CELEBRATION OF THE 90TH JUBILEE OF THE TSOTNE MIRTSKHULAVA WATER MANAGEMENT INSTITUTE OF GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY

The Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University is one of the oldest scientific establishments in the South Caucasus, which was virtually established in 1925; however, it was registered only in 1929 under the governmental decree. It is the legal successor of the former Trans-Caucasian Water Management Institute, Scientific Institute of Hydraulic Engineering and Melioration and Institutes of Water Management and Engineering Ecology of the Georgian National Academy of Sciences.

For years, the Water Management Institute was the only establishment of the given profile in the South Caucasus and worked in the fields of floods and freshets, erosion and mudflow occurrences, environmental protection, natural calamities, sea and river coastline areas, melioration (drying wet areas and irrigating arid zones), water reservoirs, soil study, studies of a number of hydraulic engineering facilities and their reliability in the design, construction and operation phases and similar issues. Later, under the auspices of the Institute, the scientific-research organizations with similar functions were established in Azerbaijan and Armenia. They function to date and cooperate with the Water Management Institute on a regular basis.

From the date of establishment to 1947, the Institute was headed by: K. Mikhailov, E. Gabiev, N. Sokolovskyi, D. Galilov, Sh. Bit-lazar, G. Larin and P. Solod. It should be noted that in 1947-1968, the Institute was headed by the Doctor of Technical Sciences, Professor Mikheil Gagoshidze, who contributed much to the development of the Institute. In 1968-2005, the Water Management Institute was headed by the Academician of the Georgian National Academy of Sciences and Russian Academy of Agricultural Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor Tsotne Mirtskhulava.

Presently, there is a Scientific Council operating at the Institute, which is staffed with the leading scientists; a group of innovative development equipped with modern computing techniques; 5 departments and 1 hydrotechnical laboratory: 1 - Department of Natural Disasters (headed by the Academic Doctor of Geography, Chairman of the Scientific Council, leading scientist Robert Diakonidze), 2 - Department of Sea and Water Basins (headed by the Doctor of Technical Sciences, member of the Scientific Council, leading scientist Irina Iordanishvili), 3 - Department of Reclamation headed by the Academic Doctor of Techniques, member of the Scientific Council, leading scientist Zurab Lobzhanidze), 4 - Department of Environmental Protection and Engineering Ecology (headed by the Academic Doctor of Chemistry, member of the Scientific Council, leading scientist Ekaterine Topuria), and 5 - Department of Design and Expertise of Reclamation Systems (headed by the Academic Doctor of Techniques, member of the Scientific Council, leading scientist Shorena Kupreishvili).

Other members of the Scientific Council are: Academician of the Georgian National Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor Otar Natishvili; Doctor of Technical Sciences, Professor Givi Gavardashvili, Academic Doctor of Techniques Jumber Panchulidze and Academic Doctor of Techniques Goga Chakhaia.

The Institute staff amounts to 68, including 37 scientific workers, including: 1 Academic Secretary of the Georgian National Academy of Sciences, Academic Secretary of the Department of Agricultural of the same Academy (O. Natishvili), 3 Doctors of Engineering Academy, 1 Academician of the International Engineering Academy, 4 Academicians of the Academy of Ecology, 6 Doctors of Sciences, 15 Academic Doctors, 4 PhD students and 3 Masters.

In 2009-2019, 1 grant project under the aegis of NATO and 1 EU-funded project (FP7) were developed at the Institute. In addition, the following projects financed by the Shota Rustaveli National Science Foundation were developed at the Institute: 14 scientific grant projects, 10 young scientists’ study grants, 7 individual travel grants, 1 masters’ educational-scientific grants, 3 grant contest for educational programs for doctoral candidates and 3 grant projects financed by Georgian Technical University.

The Institute developed significant state projects, such as:

1. The Institute staff made the forecast of flooding and calculated the wave height and speed of the flood movement to avoid the hazard of destruction of the ground weir as a result of emergency of the water reservoir in village Cherami of Gurjaani District following intense rains on April 24, 2010. Based on the obtained data, the government of Georgia declared about the evacuation and 1500 people were taken from villages Mukuzani and Velistsikhe to avoid hazard.

2. On December 3, 2011, the 2012-2020 concept to protect the soils of Georgia against erosion was considered by the Academic Council of the Georgian National Academy of Sciences, with an active participation of the scientific workers of the Institute.

3. On December 17, 2011, the Institute presented a report on topic “On obtaining the funds to realize the measures to prevent catastrophic impact of the River Duruji on the city of Kvareli” at the Anti-Crisis Council session of the Parliament of Georgia.

4. In May of 2011, the Institute, aiming at ensuring the safety of the territory of Georgia, handed concept “Protection of the territory of Georgia against floods” to the Parliament of Georgia for review. The concept covered the issues of forecasting and regulating the floods and mudflows in case of both, natural and technogenic calamities (in case of dam demolition).

5. On May 17, 2014, the recommendations of the Institute with the aim to provide a forecast of the existing risk-factors following the mudflow processes developed in the bed in the water catch basin of the Kabakhi River (the left tributary of the Tergi River) in Stepantsminda, provoked by Devdorak glacier and to develop modern measures against the expected mudflows were submitted to the Government of the country.

6. On March 4, 2014, a working meeting related to the construction of the Holy Trinity Church in Tianeti was held at the Institute, which was attended by the Episcopo of Pshavi and Khevsureti, employees of GTU and Institute, specialists of the Ministry of Culture and Patriarchate of Georgia: builders, topographers, designers and geologists. The meeting participants talked about the development of the engineering-geological conclusion of the foundation to build the church in Tianeti with the width of 22 m, length of 32 m and height of 33 m and development of the safety measures to protect the church against expected floods formed in the River Iori bed in the area adjacent to the church.

7. On June 13, 2015, with the aim to develop the preventive measures of the catastrophe formed in the Vere River bed, under the decree of the Prime Minister of Georgia, a state

committee was established. The Committee was submitted a draft proposal to regulate the Vere riverbed developed at the Institute. The proposal was also presented at the IV Mudflow Conference held in Japan, etc.

From 2010 through 2018, the scientific workers of the Institute published 535 articles and 17 monographs in different periodicals, as well as 18 text-books, 9 books and 2 methodic guidance books. Besides, 10 innovative proposals were awarded by the Georgian patent.

8 dissertation theses to obtain academic degree were defended under the leadership of the scientific workers of the Institute, including 4 theses of young scientific workers of the Institute.

For the last 10 years, 8 Institute employees took trainings abroad (in USA, Netherlands, China and Poland) and the Institute employees had presentations at the international conferences in more than 25 countries.

The scientific workers of the Institute deliver lectures at various universities in Byelorussia, China, Germany, USA, Poland and other countries.

In 2009 and 2018, under the aegis of UNESCO, two high-level international conferences were held at the Institute. The first one was dedicated to 80th jubilee of the Institute (100 scientists from 21 countries of the world participated in it) and another, the V World Conference of 2018, was held under the aid and support of Academician Archil Prangishvili, the Rector of GTU with the participation of 200 professors from 22 countries of the world.

Following the integration of the Institute with Georgian Technical University, on the errand of Academician Archil Prangishvili, the Rector of GTU, the educational training program (for Bachelors, Masters and Doctoral students) and vocational training program (2nd step) in agricultural melioration was developed by the scientific workers of the Institute, and following their accreditation, the training programs were introduced to the Building Faculty of GTU in 2012-2016, while the vocational program was introduced to the Agricultural College in Didi Jikhaishi of GTU.

Under the financial support of the World Bank, in 2019, the scientists of the Institute developed an agricultural melioration retraining program with 52 employees of “Georgian Amelioration” Ltd. of the Ministry of Agriculture of Georgia having taken it.

In 2011, the Institute, together with Azerbaijani (Professor Farda Imanov) and Armenian (Professor Hovhannes Tokmajyan) colleagues, founded a scientific-technical conference on topic: “Modern problems of water management, environmental protection, architecture and construction”, with its 9th jubilee conference to be held in 2019 and dedicated to the 90th jubilee of the Institute.

I congratulate all employees of the Tsoetne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University on the 90th jubilee of the Institute and wish them fruitful and active creative work for the development of the water management, environmental protection and agricultural science of our country.

Givi Gavardashvili,

**Director of the Institute,
Doctor of Technical Sciences,
Professor**

იუბილე



აკადემიკოსი

ოთარ ნათიშვილი - 90

საქართველოს მეცნიერების დამსახურებულ მოღვაწეს, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსს, აკადემიის სოფლის მეურნეობის განყოფილების აკადემიკოს-მდივანს, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორს, პროფესორს ოთარ ნათიშვილს 11 მაისს 90 წელი შეუსრულდა.

ბატონი ოთარი გახლავთ ცნობილი მეცნიერი ჰიდრაულიკის, ჰიდროტექნიკური ნაგებობებისა და საინჟინრო ეკოლოგიის მიმართულებით, რომლის კვლევის ძირითად მიმართულებას წარმოადგენს ღვარცოფების ჰიდროდინამიკური მოდელების დამუშავება, ნიადაგის წყლისმიერი ეროზიის ტალღური ბუნების მოდელირება, გარემოს დაცვის საინჟინრო, ეკოლოგიური, ინოვაციური ღონისძიებების კვლევა და ა.შ

ბატონმა ოთარ ნათიშვილმა 1952 წელს დაამთავრა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკური მშენებლობის ფაკულტეტი ინჟინერ-ჰიდროტექნიკოსის სპეციალობით. შემდეგ მეცნიერული მუშაობა დაიწყო საქართველოს ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში ინსტიტუტის დირექტორის, პროფესორ მიხეილ გაგოშიძის ხელმძღვანელობით.

ბატონი ოთარი 1956 წელს მოსკოვის ჰიდროტექნიკურ ინსტიტუტში წარმატებით იცავს ჯერ საკანდიდატო დისერტაციას და ენიჭება ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხი, ხოლო 1969 წელს კი – სადოქტორო დისერტაციას ორფაზიანი ნაკადების დინამიკაზე და ენიჭება ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხი. პარალელურად (1960-1970 წლებში) იგი აქტიურად მუშაობს საქართველოს ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში განყოფილების ხელმძღვანელად.

1970-1990წლებში მეცნიერულ მუშაობასთან ერთად იგი აქტიურად ჩაერთო ახალგაზრდა კადრების საგანმანათლებლო საქმიანობაში, არჩეულ იქნა საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის ჰიდრომელიორაციის ფაკულტეტის ჯერ დეკანად, შემდეგ - ინსტიტუტის პრორექტორად სასწავლო დარგში და ბოლოს - ინსტიტუტის რექტორად. 1980 წელს ბატონი ოთარ ნათიშვილს მიენიჭა საქართველოს მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწის წოდება.

ბატონი ო. ნათიშვილი მიღწეული მეცნიერული დამსახურებისათვის 1988 წელს აირჩიეს საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის წევრ-კორესპოდენტად, ხოლო 1993 წელს კი – აკადემიის ნამდვილ წევრად - აკადემიკოსად.

1990 წლიდან დღემდე იგი აქტიურად მუშაობს საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა განყოფილების აკადემიკოს-მდივანად, ასევე მრავალი წელი მუშაობდა საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოს მდივანად და ვიცე-პრეზიდენტად.

ბატონი ოთარს საქართველოსა და საზღვარგარეთ გამოქვეყნებული აქვს 200-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომი, მათ შორის - 20 მონოგრაფია და 10-ზე მეტი სახელმძღვანელო უმაღლესი სკოლის სტუდენტებისათვის. იგი არის მრავალი მეთოდური მითითებისა და სახელმწიფო პროგრამის ავტორი, მათ შორისაა საქართველოს ნიადაგების წყლისმიერი ეროზიისაგან დაცვის სახელმწიფო პროგრამა და სულ ახლახან, დამოუკიდებელი საქართველოს ისტორიაში პირველად, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მიერ დამტკიცებული „მეთოდური რეკომენდაციები ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობების პროექტირებისათვის“ (ჰიდრაულიკური გაანგარიშებები);

განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს ბატონი ოთარ ნათიშვილის 2018 წელს მოსკოვში გამოცემული მონოგრაფია („ბმული ღვარცოფების დინამიკის გამოყენებითი ამოცანები“, 2018, 141 გვ.), რომელმაც მსოფლიო მეცნიერების ინტერესი გამოიწვია. მონოგრაფიაში დიდი ყურადღება გამახვილებული ბმული ღვარცოფების დინამიკაზე, ნაკადის ტალღურ ბუნებასა და მის ზემოქმედებაზე სხვადასხვა ტიპის ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობებზე.

პროფესორი ოთარ ნათიშვილი 60 წელზე მეტია აქტიურად მუშაობს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის (სტუ) ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში (ყოფილი სსიპ წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი), იგი არის ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს საპატიო თავმჯდომარე, სამეცნიერო საბჭოს წევრი და ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი. 2019 წელს ბატონი ოთარი აირჩიეს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს წევრად.

აკადემიკოს ო. ნათიშვილის ხელმძღვანელობით დაცული არის 10-ზე მეტი საკანდიდატო და სადოქტორო დისერტაცია, ასევე იგი მონაწილეობდა მრავალ სახელმწიფო თუ საუწყებო კომისიაში, სამეცნიერო მივლინებებით იმყოფებოდა აშშ-ში, საბერძნეთში, ავსტრიაში და მრავალ სხვა ქვეყანაში.

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის რეკომენდაციით, განსაკუთრებული მეცნიერული მიღწევებისა და მაღალი ადამიანური ფასეულობების გამო აკადემიკოსი ო. ნათიშვილი დაჯილდოებულია ხალხთა მეგობრობის ორდენით, წარჩინების შრომის მედლითა და ღირსების ორდენით.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი და სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის თანამშრომლები ბატონ ოთარ ნათიშვილს დიდი სიყვარულითა და დამსახურებული პატივისცემით ულოცავენ 90 წლის იუბილეს და უსურვებენ კიდევ მრავალი წელი ნაყოფიერ მეცნიერულ მუშაობას ჩვენი ქვეყნის წყალთა მეურნეობისა და გარემოს დაცვის მეცნიერების განვითარების საქმეში.

არჩილ ფრანგიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
რექტორი, აკადემიკოსი

გივი გავარდამიანი

სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი,
ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

ANNIVERSARY

OTAR NATISHVILI – 90

On May 11, Professor Otar Natishvili, the merited figure of science, academician of the National Academy of Sciences of Georgia, academic secretary of the department of agriculture of the Academy, doctor of Technical Sciences, turned 90.

Mr. Otar is a famous scientist in the field of hydraulics, hydraulic facilities and engineering ecology, with the development of hydrodynamic models of mudflows, modeling the wave nature of water erosion of soil and study of engineering, ecological and innovative measures of environmental protection, etc. as the main topics of his research field.

Mr. Otar Natishvili graduated from the Faculty of hydraulic engineering construction at Georgian Polytechnic Institute, specialty of a hydraulic engineer. After graduation, he started to work at the Scientific-Research Institute of Hydraulic Engineering and Melioration as a deputy director, under the leadership of Professor Mikheil Gagoshidze.

In 1956, Mr. Otar successfully defended his dissertation thesis at Moscow Institute of Hydraulic Engineering and was conferred the candidate's scientific degree, and in 1969, he defended his doctoral thesis about the dynamics of double-phase currents and was conferred the scientific degree of a Doctor of Technical Sciences. At the same time (in 1960-1970), he worked as a head of the Department at the Georgian Institute of Hydraulic Engineering and Melioration.

In 1970-1990, in parallel to his scientific work, he got actively engaged in education of young personnel and was elected first, a Dean of the Faculty of Water Conservation of the Agricultural Institute of Georgia and then, an academic pro-rector and a Rector of the Institute. In 1980, Mr. Otari Natishvili was conferred the title of a Merited Figure of the Science of Georgia.

In 1988, in recognition of his scientific merit, Mr. Otari Natishvili was elected a corresponding member of the Georgian National Academy of Sciences and in 1993, he was elected a Real Member of the Academy as an Academician.

Since 1990 to date, he actively works in the position of an academic secretary of the Department of Agricultural Sciences of the Georgian National Academy of Sciences. Besides, for many years, he worked as an academic secretary and Vice President of the National Georgian National Academy of Sciences.

Mr. Otari Natishvili has published more than 200 scientific works in Georgia and abroad, including 20 monographs and more than 10 text-books for the students of higher educational establishments. He is the author of a number of methodic guidelines and state programs, including the state program to protect the soils of Georgia against water erosion and “Methodic recommendations to design anti-mudflow structures” (hydraulic calculations) approved by the National Academy of Sciences of Georgia published recently and being the first work in of this kind in the history of independent Georgia.

Particularly worthwhile is the monograph published by Mr. Otari Natishvili in Moscow in 2018 (“Applied problems of coherent mudflows”, 2018, p. 141), which arouse the interest of the world scientists. The monograph pays particular attention to the dynamics of coherent mudflows, wave nature of the current and its impact on the anti-mudflow facilities of different types.

It is over 60 years now, Professor Otari Natishvili has been actively working at Ts. Mirskhulava Water Management Institute (former LEPL Water Management Institute) of Georgian Technical University (GTU). He is an honorable chairman of the Scientific Board of the Institute, member of the Scientific Board and head scientific worker of the Institute. In 2019, Mr. Otari Natishvili was elected a member of the Academic Council of Georgian Technical University.

More than 10 candidate and doctoral dissertation theses have been defended under the scientific leadership of Mr. Otari Natishvili. In addition, Mr. Otari Natishvili was a member of many different state and departmental commissions and was on his business trips in USA, Greece, Austria and many other countries.

Under the recommendation of the National Academy of Sciences of Georgia, for particular scientific achievements and high human values, Academician Otari Natishvili is awarded with the Order of Peoples’ Friendship, Honors Medal of Labor and Order of Honor.

Georgian Technical University and the employees of Ts. Mirskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University congratulate Academician Otari Natishvili on his 90th jubilee with great sympathy and merited respect and wish him many years of fruitful scientific work in his efforts to develop the science of water economy and environmental protection in our country.

Academician Archil Prangishvili,
Rector of Georgian Technical University

Professor Givi Gavardashvili,
Director of Ts. Mirskhulava Water Management Institute,
Doctor of Technical Sciences

HEAT TRANSFER PROBLEM FOR SANDWICH TYPE GYPSUM BOARD PRODUCTS WITH DIFFERENT DENSITIES

Aboltins A.¹⁾, Osadcuks V.²⁾

¹⁾Latvia University of Life Sciences and Technologies,
Institute of Agricultural Machinery

Cakstes bulv.5, Jelgava LV-3001, Latvia

²⁾Latvia University of Life Sciences and Technologies, Institute of Energetics

Cakstes bulv.5, Jelgava LV-3001, Latvia

E-mail: aivars.aboltins@llu.lv, vtl@tvnet.lv

Annotation. The heat transfer phenomena occurring in a gypsum wall with different gypsum layers (foam gypsum and gypsum plate) exposed to fire conditions was investigated in the paper. Taking into consideration the high fire resistance of gypsum, it may play significant role in the construction of fireproof structures, not only as fireproof boards, but also as acoustic boards. The mathematical model with changing specific heat and thermal conductivity has been used for this purpose in order to predict the heat transfer characteristics within gypsum wall. The mathematical model of heat transfer in sandwich type wall with different densities layers of gypsum is solved numerically by MatLab using the conservative averaging method. Two different situations with two different density gypsum materials were modelled. Modelling results show that the temperature of fire on the second side of the wall reaches 100 degree faster if the fire starts on the side of the gypsum board as it start in side with foam gypsum with the same thickness.

Keywords: gypsum materials, density, fire, heat flow, MatLab.

1. INTRODUCTION

Latvia building regulations increased the thermo techniques of the house fencing constructions. The purpose of the regulation is to decrease waste of thermal energy increasing efficiency of thermal insulation. This can be accomplished by selecting and using effective structural elements. With this requirement Latvia co-ordinates its requirements of thermotechnics of the building insulating structures with the same requirements in the EU countries.

There was to make the filled framework wall construction, the filling of which would consist of structural-thermal insulation foam gypsum layer, but extra thermal insulation would be provided by the leaves of expanded polystyrene with facing layer and determined the experimental heat transfer coefficient's values of these constructions [1].

The application of foam gypsum in wall structures is even more effective. The foam gypsum preparation technology consists of whipping-up a consistent foam using small addition of surface's active substance (0.1-0.2 % from the substance mass) and a gradual putting of gypsum substance into the whipped liquid. This technology allows to get the foam gypsum with the density smaller than $200 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ [1].

Nowadays not only energy efficiency, but also demands of better living comfort, highly increase sound and fire safety requirements of building components. Easy production and low energy consumption make gypsum based construction products very sustainable. For today lots of construction materials for acoustic and fire safety characteristics are made of gypsum based, which can still be improved changing properties of the material and making composite building material. Building materials that can provide more than one basic requirement at the same time are more attractive for consumers. The sound absorption coefficient values in sandwich type panels and fire resistance test results are shown [2].

Sandwich type panel with plasterboard of 0.0065 m as outer facing and foam gypsum as core material show significant increase in fire resistance and increase of bending strength.

The foam gypsum material developed by the Faculty of Environmental and Civil Engineering at the Latvia University of Life Sciences and Technologies in Jelgava has significantly lower thermal conductivity than industrial products [3].

Gypsum based materials are known for excellent properties in fire protection. They are used as general materials to protect building structures against fire. They are capable of slowing the penetration of fire through walls and floors, due to the endothermic gypsum dehydration process that happened in high temperatures [4], [5]. Thermal response of gypsum materials has been experimentally and numerically studied during the past years [6], [7]. A very important role here is played by the heat transfer processes in the same material. Experimentally it is very difficult to determine, therefore, it uses the heat transfer process of mathematical modelling. There are several computation models made to predict the thermal behaviour of gypsum boards under fire conditions. They revealed the significance of using appropriate physical properties for simulating the temperature evolution inside a gypsum sandwich board when exposed to fire conditions [8] - [10]. As noted - “no significant influence of vapour transport on temperature is observed when the phase change is omitted” [10].

The objective of the present study is to develop a mathematical model of heat transfer through the sandwich type material of gypsum (foam gypsum and gypsum board) with different densities at high temperature on one of the walls.

2. MATERIALS AND METHODS

Composite sandwich type panel samples were produced using regular 0.0125 m thick plasterboard with the density of $900-1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ as outer facing layer and core material made of foam gypsum with thickness of $0.0125 \pm 0.003 \text{ m}$ and density of $300 \pm 50 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Outer facing plasterboards were used as stay-in formwork filled with foam gypsum composition produced using the three-stage method. As the main ingredient for the production of foam gypsum $\beta \text{ CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$ industrial gypsum and the foam concentrate STHAMEX®-AFFF 3 % F-15 were used as the surface active substance (SAS). Sandwich type panels of size $0.3 \times 0.3 \text{ m}$ and thickness of 0.025 m were produced.

The furnace for fire resistance tests was produced from high temperature resistant vermiculite boards Fig. 1. The furnace of volume 0.07290 m^3 was heated with BOCHEM Meker-Fischer laboratory burner connected to a propane-butane gas cylinder with a maximum temperature of $1300 \text{ }^\circ\text{C}$. The lower part of the furnace has an $\text{Ø}40 \text{ mm}$ opening for the insertion of a Meker-type burner, but the top of the furnace has an opening of $0.270 \times 0.270 \text{ mm}$ for the placement of a sample.

The furnace temperature was measured at the exposed side of the sandwich type panel and unexposed surface, contact surface of two different layers and in the middle of material thickness with the K type thermocouples Omega 5TC-GG-KI-20-1M, with the accuracy measurement of $\pm 0.5 \%$. At the exposed side of the sample surface in the furnace K type thermocouple Omega 5TC-GG-KI-20-1M was installed, accuracy measurement of $\pm 0.5 \%$. The readings of the thermocouples were registered every 10 seconds by the data recorder OM-DAQPRO-5300. Fire resistance test were performed based on EN standard methodology.



Fig. 1. Experimental device during experiment of fire

The study of heat and mass transfer through a different media becomes much more interesting due to its wide applications. We study the heat transfer processes in the two layers of gypsum material at high temperatures. We consider gypsum board material with two layered plates in x -direction: foam gypsum plate (density $300 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$) and gypsum board plate (density $1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$). The thickness of both plates was equal, it is 0.0125 m .

The gypsum plate on one border is heated with temperature $20 + 345 \cdot \lg(8t + 1) \text{ }^\circ\text{C}$, where t is the time in minutes with $20 \text{ }^\circ\text{C}$ as initial ambient temperature. In one gypsum layer the heat and mass transfer process is analyzed and described in [10].

We proposed that the specific heat c_p and thermal conductivity K coefficients depends on temperature T similarly in [1]. We used cubic spline interpolation for $c_p(T)$ and $K(T)$.

In the case of two layers ($N = 2$) we obtain the system of two PDEs

$$\begin{cases} D_1(T) \frac{\partial^2 T_1(x,t)}{\partial x^2} = \frac{\partial T_1(x,t)}{\partial t} \\ D_2(T) \frac{\partial^2 T_2(x,t)}{\partial x^2} = \frac{\partial T_2(x,t)}{\partial t} \end{cases} \quad (1)$$

where $D_i(T) = \frac{K_i(T)}{\rho_i c_{pi}(T)}$, $i = 1, 2$ are thermal diffusion coefficients depending on T .

For the initial condition for $t=0$ are given $T_1(x,0) = T_2(x,0) = T_0$, where $T_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Following boundary and continuous conditions are used:

$$\begin{cases} D_1(T) \frac{\partial T_1(0,t)}{\partial x} - \alpha(T_1(0,t) - T_a) = 0, T_2(L,t) = T_b + T_1(t), \\ T_1(x_1,t) = T_2(x_1,t), D_1(T) \frac{\partial T_1(x_1,t)}{\partial x} = D_2(T) \frac{\partial T_2(x_1,t)}{\partial x} \end{cases} \quad (2)$$

where α are the constant mass transfer coefficients;

$T_1 = 345 \cdot \lg(8t + 1) \text{ }^\circ\text{C}$ in minutes, $T_a = T_b = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ (ambient temperature on the panel on both sides).

Conservative averaging method for reduce problem (1)-(2) to an initial problem for system of ODEs is used. The problem (1)-(2) is solved by using MathLab.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The experimental results and modelling results (temperatures on both sides of layer and inside layer) are shown at fig. 2 – fig. 9. We compare cases with equal boards (gypsum board and foam gypsum board) layer sides' temperatures during burning one of side and cases with different boards with burning from both sides. Comparisons of experimental and theoretical results are shown in fig. 2 and fig. 3.

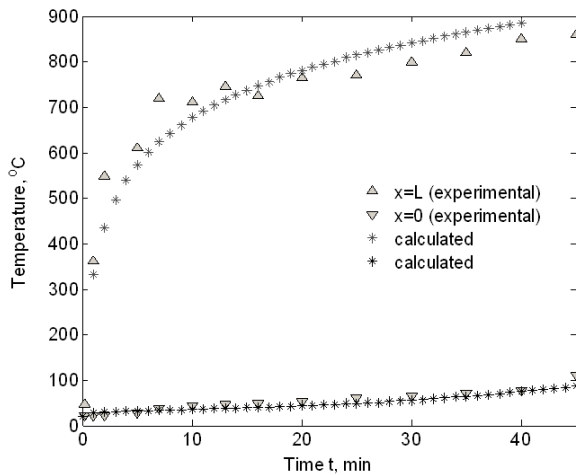


Fig. 2. Temperature distribution (experimental and calculated) on two gypsum boards (density $1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$) layer sides

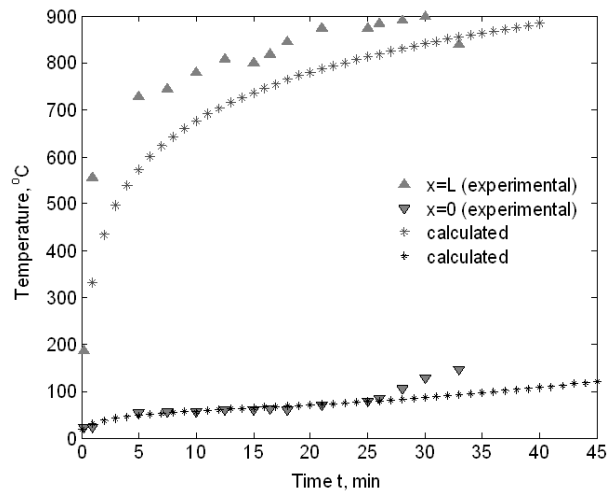


Fig. 3. Temperature distribution on two gypsum boards with different densities ($1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ and $300 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$) layer sides. Fired at gypsum board side with density $11000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

If the burning temperature in the experiment is close to the theoretical correlation, a good correspondence between the theoretical and experimental results can be observed on fig. 2. If the burning experimental temperature is higher, the theoretical calculated temperature on second wall rises slower as in experiment fig. 3.

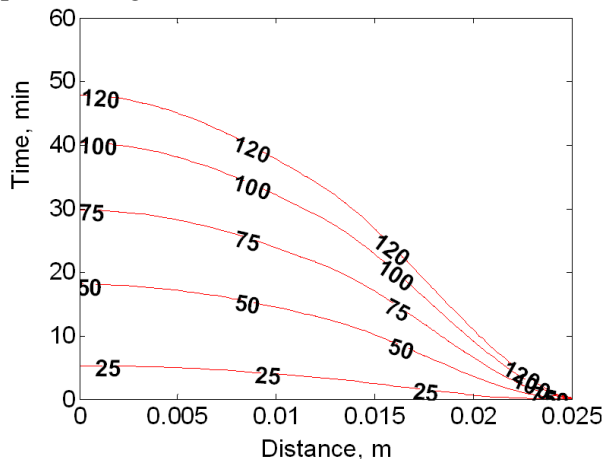


Fig. 4. Temperature distribution on two gypsum boards with different densities ($1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ and $300 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$) layer sides. Fired at gypsum board side with density $1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

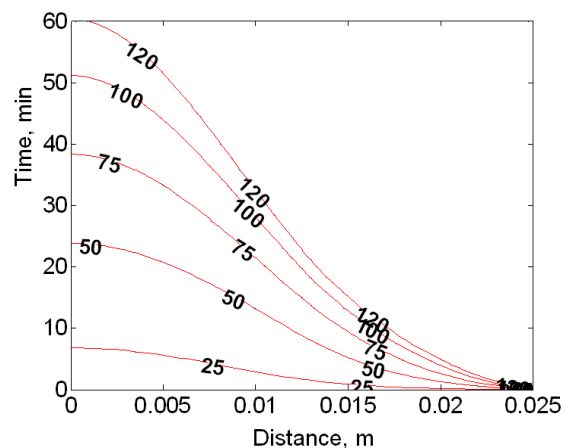


Fig. 5. Temperature distribution on two gypsum boards with different densities ($300 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ and $1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$) layer sides. Fired at gypsum board side with density $300 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

These experimental and computational results show that the given mathematical model is suitable for simulation of the heat transfer process in the gypsum material bulkhead in fire situation.

Temperature distribution depending on distance and fire time inside the wall is shown in figures 4-9. In the numerical experiment, a wall is formed consisting of two sheets of the same thickness but with different density of gypsum, where the fire starts on different sides of the wall. The results show if the fire began on the wall with higher density, then on the opposite wall the temperature will increase faster than if the fire started on the wall side with a plate with a density smaller (fig. 4 and fig. 5). The results show that at a wall with thickness of 2.5 cm 100 °C on the opposite side of the wall will be reached after 40 minutes, if the fire starts on the wall side with a plate with a density smaller (fig. 4 and fig. 5). The results show that at a wall with thickness of 2.5 cm 100 °C on the opposite side of the wall will be reached after 40 minutes, if the fire starts on the wall side with a gypsum plate density 1000 kg·m⁻³ (fig. 4). If the fire start at gypsum board side with density 300 kg·m⁻³ temperature 100 °C on the opposite side of the wall will be reached more than 50 minutes (fig. 5)

Fig. 6 and fig. 7 shows temperature distribution inside two layered wall at three constant burning times (25, 50 and 80 minutes).

The results for the temperature distribution in the same density gypsum wall are shown for comparison (fig. 8 and fig. 9)

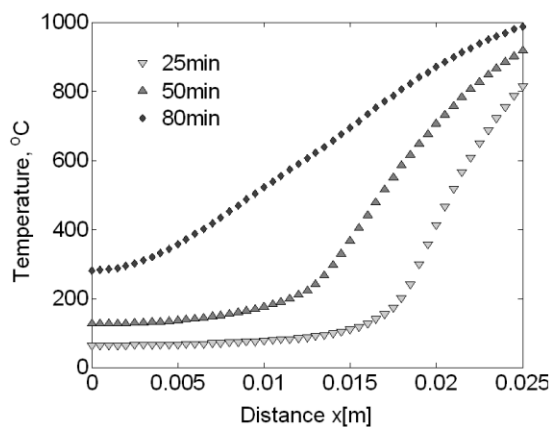


Fig. 6. Calculated temperature distribution inside layer of two gypsum boards with different densities (1000 kg·m⁻³ and 300 kg·m⁻³) fired at side with density 1000 kg·m⁻³ at x = 0.025 m

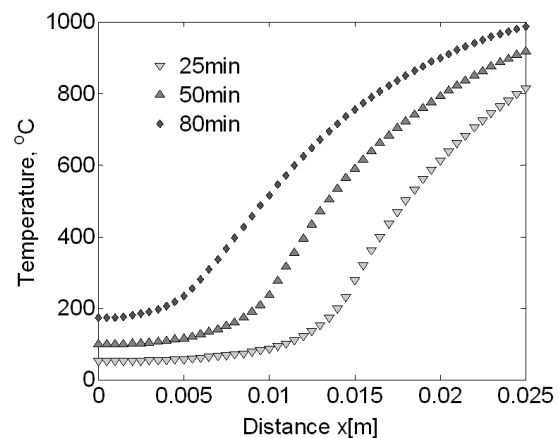


Fig. 7. Calculated temperature distribution inside layer of two gypsum boards with different densities (300 kg·m⁻³ and 1000 kg·m⁻³) fired at side with density 300 kg·m⁻³ at x = 0.025 m

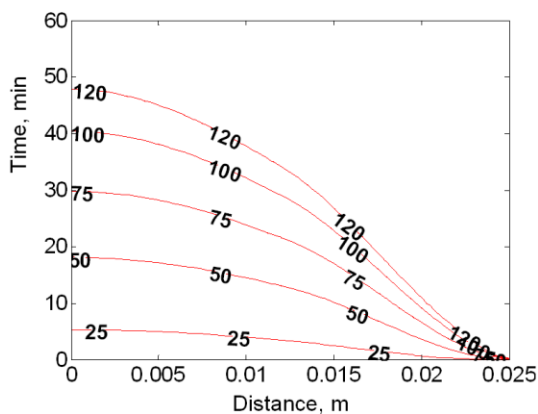


Fig. 8. Modeling results of temperature distribution on two gypsum boards with density 1000 kg·m⁻³ fired at x = 0.025 m

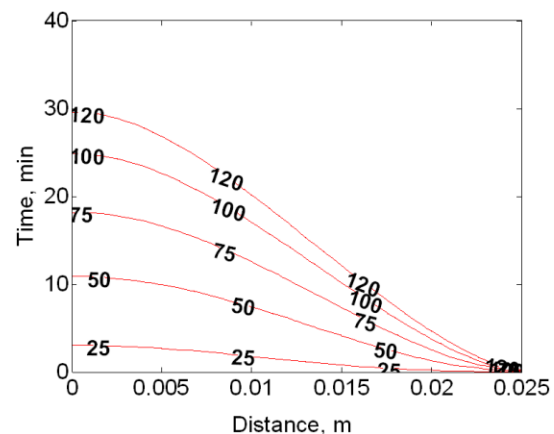


Fig. 9. Modeling results of temperature distribution on two foam gypsum boards with density 300 kg·m⁻³ fired at x = 0.025 m

4. CONCLUSIONS

The theoretical PDEs mathematical model with coefficients of thermal conductivity and special heat, depending from temperature for heat transfer process modelling in gypsum sandwich wall, has shown good connection with practical experimental burning results. Proposed procedure allows to use simple engineering algorithm for solving mass transfer equations for different substances in layered domain with different materials. Modelling results can be used to make wall of real materials by determining their optimal parameters in accordance with fire safety regulations.

REFERENCES

1. Skujans J., Vulans A., Iljins U., Aboltins A. Measurements of heat transfer of multi-layered wall construction with foam gypsum, *Applied Thermal Engineering*, vol 27(7), 2007, pp. 1219-1224.
2. Soloveiko S., Pulkis K., Skujans J., Aboltins A. *Composite sandwich-type panel made for foam gypsum*, Proceedings of International conference “Engineering for rural development” 2018, Jelgava, Latvia, 2018, pp. 1482-1487.
3. Neuberger P., Aboltins A., Kic P. *Thermal conductivity of construction materials based on gypsum*, Proceedings of International conference “Engineering for rural development” Jelgava, Latvia 2018, pp. 1624-1627.
4. Sultan M.A. A model for predicting heat transfer through non insulated unloaded steel-stud gypsum board wall assemblies exposed to fire, *Fire technology*, 32, 1996, pp. 239-259.
5. Manzello S.L., Gann R.G., Kukuck S.R., Prasad K., Jones W. Performance of a non-load-bearing steel stud gypsum board wall assembly: experiments and modelling, *Fire and materials*, 31, 2007, pp. 297-310.
6. Serrano S, Barreneche C., Fernández A., Farid M., Cabeza L. Composite gypsum containing fatty-ester PCM to be used as constructive system: thermo-physical characterization of two shape stabilized formulations, *Energy Build*, vol.86, 2015, pp. 190-193.
7. Sayyara M., Weerasiri R., Soroushiana P., Lu J. Experimental and numerical study of shape stable phase change nanocomposite toward energy-efficient building constructions, *Energy Build.*, Vol. 75, 2014, pp. 249-255.
8. Wullschleger L., Wakili K. Numerical parameter study of the thermal behaviour of a gypsum plaster board at fire temperatures, *Fire and Materials*, vol. 32, 2008, pp. 103-119.
9. Kontogeorgos D., Founti M. Numerical investigation of simultaneous heat and mass transfer mechanisms occurring in a gypsum board exposed to fire conditions, *Applied Thermal Engineering*, vol. 30, 2010, pp.1461-1469.
10. Weber B. Heat transfer mechanisms and models for a gypsum board exposed to fire. *International Journal of Heat and Mass Transfer* vol. 55, 2012, pp.1661-1678.

БЕЗОПАСНОСТЬ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Бабаева Т.

*Открытое Акционерное Общество "Азерсу",
Научно-исследовательский и Проектный Институт "Суканал"
Московский проспект 73, Баку AZ 1012, Азербайджан
E-mail: tesmire@mail.ru*

Аннотация. В статье представлена краткая информация о водных ресурсах Азербайджанской Республики. Подчеркивается важность безопасности питьевой воды, и в последние годы в Республике предоставляется информация о проделанной и намеченной работе в этой области.

Ключевые слова: водные ресурсы, качество питьевой воды, национальная стратегия.

ВВЕДЕНИЯ

Качество питьевой воды является одним из основных показателей здоровья окружающей среды. Безопасность питьевой воды является ключом к профилактике болезней, передаваемых через воду, и борьбе с ними.

Известно, что питьевое водоснабжение является одной из ключевых проблем, стоящих перед человечеством в XXI веке. Сегодня более двух миллиардов человек страдают от нехватки воды в мире. В ближайшее время две трети населения мира почувствуют нехватку воды. Вода быстро становится одним из самых уязвимых природных ресурсов. Принимая это во внимание, питьевая вода является одним из самых ценных ресурсов для любой страны. Решение этой проблемы имеет важное значение для энергетики, сельского хозяйства, повышения уровня жизни населения и общего развития санитарной системы страны.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Водные ресурсы быстро истощаются в результате быстрого роста населения мира, неравенства в распределении питьевой воды, загрязнения окружающей среды, отсутствия инвестиций в инфраструктуру и нерационального управления и использования воды. В Азербайджане, где количество питьевой воды не всегда достаточно и неравномерно распределено, вопрос ее эффективного использования всегда стоит на повестке дня. Президент Ильхам Алиев сказал: «Эффективное использование водных ресурсов, реализация новых проектов, строительство новых каналов и создание водохранилищ являются стратегическим вопросом для Азербайджана. Сегодня мир борется за увеличение запасов нефти и газа, благосостояния людей и развития страны, но борьба за будущие водные ресурсы станет еще хуже, и мы уже видим проявления этой борьбы, поэтому водная безопасность должна быть полностью обеспечена в Азербайджане».

Водные ресурсы Азербайджана состоят из поверхностных и подземных вод. Поверхностные воды - это реки, озера, водохранилища и ледники. Примерно 67-70% водных ресурсов образуют трансграничные реки. По официальным данным, в Каспийском бассейне насчитывается 8350 рек, длина которых (7860) составляет менее 10 км. Основной водной артерией Южного Кавказа, в том числе Азербайджана, является река Кур. Вторая река в республике - Араз, благодаря своим размерам и воде.

Водные ресурсы страны довольно ограничены. Среди стран Южного Кавказа водные ресурсы Азербайджанской Республики составляют менее 15% территории региона. Водные ресурсы нашей республики в 7,7-8,3 раза меньше, чем в Грузии, и в 3 раза меньше, чем в Армении. С точки зрения обеспечения водой площадь бедных городов в мире составляет приблизительно $100\ 000\ м^3$ на $км^2$ и $950-1000\ м^3$ / год на душу населения в год. Общие запасы воды в нашей республике составляют $28,5-30,5\ км^3$, а затем снижаются до $27,0-22,6\ км^3$. Запасы подземных вод составляют 5,2 млрд. $м^3$. Среднегодовой дефицит воды в республике колеблется в пределах $4,5-5$ млрд. $м^3$ [4].

Как правило, по всей стране используется 10-13 $км^3$ воды, 60-70% которой расходуется на сельское хозяйство, 20-25% - на промышленность, а оставшаяся часть - на бытовые и питьевые нужды.

При рассмотрении этих факторов возникает необходимость в экологическом восстановлении речной воды, которое заключается в сохранении безопасности, экологического состояния существующих источников питьевой воды. В стране есть государственные органы, занимающиеся безопасностью, защитой и экологической очисткой природных источников воды, ручьев, складов, водных путей, каналов. Позитивным фактом является то, что в течение многих лет массовые отравления и болезни среди населения не регистрировались [1].

Река Кура до сих пор подвергается сильному загрязнению в соседних странах, пока она не включена в территорию Азербайджана. В результате Кура сильно загрязнена на территории Азербайджана и является опасной рекой для человека и водных организмов. Сине-зеленое покрытие, покрывающее поверхность воды в Мингячевирском водохранилище в течение летних месяцев, свидетельствует об усилении экологических условий во всей реке Кура. Экологическая проблема существует и на территории республики. Деградация экологии в Шеки-Загатальском экономическом районе упала на долю водного хозяйства. Почти 20-25% воды, добываемой из природных источников в экономическом регионе, страдают от потери транспортировки. Кроме того, в большинстве случаев сбор отходов в открытых карьерах в регионах, не повреждающих для этого районах, загрязнение загрязняющих веществ из подземных вод в подземных водах и размещение некоторых свалок отходов непосредственно вдоль прибрежных и подводных равнин требуют особого внимания к этой области. Именно поэтому была сформулирована «Национальная стратегия по улучшению управления твердыми отходами в Азербайджанской Республике на 2018-2022 годы» и конкретные шаги для успешной реализации этой Национальной стратегии, охватывающие 5 (пять) лет на первом этапе и были определены соответствующие меры, направленные на достижение положительных результатов.

Работы по первому этапу проекта по реконструкции инфраструктуры водоснабжения и канализации в Шеки успешно завершены. Об этом сказал заместитель председателя правления ОАО "Азерсу" Этибар Мамедов. На мероприятии было отмечено, что 79 000 человек, как ожидается, улучшат услуги по обеспечению питьевой водой и санитарией в Шеки. В краткосрочной перспективе было построено водозаборное сооружение и 13 водохранилищ, чтобы обеспечить население устойчивой и качественной питьевой водой. В городе завершено строительство 124 км сети питьевой воды и 98 км канализационной сети. Из построенной сети абонентам было предоставлено домашнее напоминание и установлены счетчики. Принимая во внимание рост города, рост населения и туристический потенциал, подготовка к созданию нового источника воды будет завершена для полного удовлетворения спроса на питьевую воду.

Было отмечено, что проект реконструкции системы водоснабжения и канализации в Шеки реализуется в рамках совместного проекта правительства Азербайджана и Германского банка развития (KfW Bank) в рамках Второй открытой программы коммунальной инфраструктуры. От реализации проекта до 2035 года 79 000 человек получат выгоду от перспективного развития [3].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализованные проекты обязательно должны быть учтены в будущем. Поскольку население растет, потребности растут, экономика быстро развивается, потенциал отрасли расширяется. В связи с этим, в Азербайджане разработана долгосрочная стратегия, предусмотренная к 2035 году.

Без водной безопасности другие фермы и ресурсы не могут быть более безопасными. Поэтому реализация всех вышеперечисленных проектов и программ не только обеспечит водную безопасность Азербайджана, но и будет способствовать устойчивой национальной экономике страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.amerikaninsesi.org/a/ab%C5%9F-s%C9%99firligi-az%C9%99rbaycanda-sut%C9%99hl%C3%BCk%C9%99security-seminar%C4%B1-t%C9%99%C5%9F6-grad-/4829087.html>
2. http://cbc.az/en/az/v_story/knn-su-tmnati-
3. <https://azertag.az/xeber/1260556>
4. http://files.preslib.az/projects/azereco/en/eco_m2_3.pdf

Water resources

SAFETY OF DRINKING WATER OF THE AZERBAIJAN REPUBLIC

Babaeva T.

*"Azersu" Open Joint-Stock Company,
"Sukanal" Scientific-Research and Design Institute
Baku, Azerbaijan*

Annotation. The article provides a summary of the water resources of the Republic of Azerbaijan. The importance of safe drinking water is emphasized, and in recent years, information on the work done and the planned work in this area has been provided in the Republic.

Keywords: water resources, drinking water quality, national strategy.

POSSIBLE GRADELINES OF CHANNEL TRANSFORMATIONS

Baljyan V.¹⁾, Tokmajyan V.¹⁾, Babayan G.²⁾

¹⁾Shushi University of Technology

A.Bekor 4, Shushi, Republic of Artsakh

²⁾Armenian National Polytechnic University

Teryan 105, Yerevan, Republic of Armenia

E-mail: tokmajyanv@gmail.com

Annotation. For the prediction of the grade lines of channel transformations the developed model of the mentioned process was used. Certain case is studied, which is most frequently encountered in practice: the bed of the channel rose due to sediment deposition in its certain sections forming a new stable position. Taking into account the equation of motion and the regularities of the cross section, a dimensionless differential equation is obtained as a result. It allows us to determine the vertical coordinates of the stabilized grade profile of the channel bed. The analysis of the proposed equation was also carried out taking into account the values of the initial parameters of flow and channel corresponding to the practice. For various channel characteristics and boundary conditions possible grades of the bed are obtained as a result of channel transformations.

Keywords: *bed, watercourse, sediment, channel transformation, width.*

INTRODUCTION

Establishment of the coordinates of the final and stabilized surface of channel transformations is of great scientific and practical importance. The solution to this problem will allow us to suggest a method for calculating the parameters of the transformed section of a watercourse on the basis of which the following is particularly possible:

- To estimate the hazardous changes in the bed of the flow.
- To establish the height and depth of laying of the base within the given term of the service of channel construction.

The accuracy of forecasting the terminal positions of bed, which was established after bed transformations, is conditioned by the accuracy of the stated model of the process. Analyzing the procedure of various vertical transformations of the bed in the works [1, 2], a new and simpler set of stabilized phase of bed transformations was established. It allows the current stabilized process to be presented as an equation of leveled stationary movement and continuity of liquid phase of sediment balance [1]:

$$\frac{dz}{dx} + \frac{dh}{dx} + \frac{d}{dx} \left(\frac{V^2}{2g} \right) = \frac{V^2}{C^2 R}, \quad (1)$$

$$Q_w = A \cdot V = const, \quad (2)$$

$$Q_s = const \text{ or } S = const. \quad (3)$$

In these equations we have seven unknowns. The system is supplemented by the boundary and initial conditions of tasks. Among them we have regularities of cross section, the characteristics of channel works etc. The accuracy of the obtained results mostly depends on how correct the conditions are set, which can be different for various types of channel transformations.

CONFLICT SETTINGS

Derivation of equations to predict the lines of slopes of channel transformations and their possible forms.

RESEARCH RESULTS

For further developments dimensionless values are introduced as follows:

$$\bar{h} = \frac{h}{b_0}; \bar{b} = \frac{b}{b_0}; \bar{x} = \frac{x}{b_0}; \bar{z} = \frac{z}{b_0}; \bar{A} = \frac{A}{A_0}; \bar{\chi} = \frac{\chi}{\chi_0}; \bar{Q} = \frac{Q}{Q_0} = 1; \bar{V} = \frac{V}{V_0}; \bar{C} = \frac{C}{C_0} \quad (4)$$

where the width of certain section of the channel is admitted by the linear scale [2]. In this case for the members of equations (1) and (2) we have:

$$\frac{dz}{dx} = \frac{d\bar{z}}{d\bar{x}}, \quad (5)$$

$$\frac{dh}{dx} = \frac{d\bar{h}}{d\bar{x}}, \quad (6)$$

$$\frac{d}{d\bar{x}} \left(\frac{V^2}{2g} \right) = \frac{Fr_0}{2\beta_0} \frac{d(\bar{V}^2)}{d\bar{x}}, \quad (7)$$

$$\frac{V^2}{C^2 R} = i_0 \frac{\bar{V}^2}{\bar{C}^2 \bar{R}}, \quad (8)$$

$$A \cdot V = A_0 \cdot V_0. \quad (9)$$

Following the conditions (3) in the work [3] we have:

$$\bar{\chi} = \bar{A}^a, \quad (10)$$

where a is the rate of degree, which encounters all the varieties of formulas determining the discharge of the sediment and changing in the range of 2,7...4,5.

Considering the dependence (10), the formula of Manning and Shtrikler-Chang the formula (8) is written as:

$$i_0 \frac{\bar{V}^2}{\bar{C}^2 \bar{R}} = i_0 \bar{d}_{OT}^{1/3} \bar{A}^{(4a-10)/3}. \quad (11)$$

Using the equations (5), (6), (7) and (11), the equations (1) and (2) have the following expression:

$$\frac{d\bar{z}}{d\bar{x}} + \frac{d\bar{h}}{d\bar{x}} + \frac{Fr_0}{2\beta_0} \frac{d(\bar{V}^2)}{d\bar{x}} = i_0 \bar{d}_{OT}^{1/3} \bar{A}^{(4a-10)/3}, \quad (12)$$

$$\bar{A} \cdot \bar{V} = 1, \quad (13)$$

where $\beta_0 = b_0/h_0$, Fr_0 , i_0 – are known hydraulic parameters corresponding to the section of the channel with maximum value of sediment accumulations of bed; d_{OT} – the dimensionless range of bed formation ground.

Usage of the equations (10) and (13) in the regulations of cross rectangular section allows us to express its parameters of dimensionless width [4]:

$$\bar{h} = \frac{1}{\beta_0} \frac{1}{\bar{b}^{a-1/a}}, \quad (14)$$

$$\bar{A} = \bar{b}^{1/a}, \quad (15)$$

$$\bar{V} = \frac{1}{\bar{b}^{1/a}}. \quad (16)$$

Considering the expressions (14), (15) and (16), the differential equation (12) has the following form as:

$$\frac{d\bar{z}}{d\bar{x}} - \frac{1}{a\beta_0} \frac{a-1}{\bar{b}^{(2a-1)/a}} \frac{d\bar{b}}{d\bar{x}} - \frac{1}{a\beta_0} \frac{Fr_0}{\bar{b}^{(a+2)/a}} \frac{d\bar{b}}{d\bar{x}} = i_0 \bar{d}_{or}^{1/3} \bar{b}^{(4a-10)/3a}, \quad (17)$$

or

$$\frac{d\bar{z}}{d\bar{x}} = \frac{1}{a\beta_0} \frac{1}{\bar{b}^{(2a-1)/a}} \left(a-1 + Fr_0 \bar{b}^{(a-3)/a} \right) \frac{d\bar{b}}{d\bar{x}} + i_0 \bar{d}_{or}^{1/3} \bar{b}^{(4a-10)/3a}. \quad (18)$$

Obtained equation allows us to establish the vertical coordinates of the channel bed in the given boundary and initial conditions after channel formations. Indeed, the grade of channel transformations, which characterizes the value of the variable gradient of the bed of new channel $\frac{d\bar{z}}{d\bar{x}} = \frac{dz}{dx}$ can be established through the analysis of the equation (18).

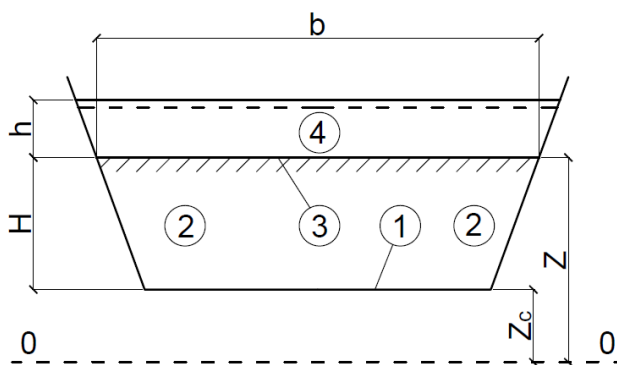


Fig. 1. The scheme of cross section of the channel to be transformed:
 1- bed of flow before channel transformation, 2- sediment, 3 - bed of flow after channel transformations (stabilized surface), 4 - zone of flow movement

For the simplicity of the developments and visibility of the results, the certain cross form of bed is admitted as such (trapezoidal, Fig.1) and in the equations the values of outcome constant parameters of flow and bed are introduced. They are obtained from natural observations: $\beta_0 = 10$; $\bar{d}_{or}^{1/3} = 1$; $a = 3,0$; $Fr_0 = 2$.

Taking into account these values, the equation (18) is presented in the form of:

$$\frac{d\bar{z}}{d\bar{x}} = \frac{2}{15\bar{b}^{5/3}} \frac{d\bar{b}}{d\bar{x}} + i_0 \bar{b}^{2/9}, \quad (19)$$

Let us consider the behavior of the gradient of the surface of bed formations characterizing by the derivative $\frac{d\bar{z}}{d\bar{x}}$ on the view of possible changes of the derivative $\frac{d\bar{b}}{d\bar{x}}$, which accounts the type of changing the marginal condition of the process. (Considering some gradient of dimensionless width we suggest that the degree of $\bar{b}^{2/9}$ is close to one).

Case a) $\frac{d\bar{b}}{d\bar{x}} = 0$ is used, i.e. $b = \text{const}$. Then from formula (19) we get $\frac{d\bar{z}}{d\bar{x}} = i_0$. Logically, in the constant width of bed (width equal b_0) and keeping the balance of sediments of the gradient of new bed, the constant is equal to the gradient of such bed section, where neither bed movement nor sediments can occur in it.

Case b) Depending on the continuity of the flow (inflow and outflow are absent from the watercourse) from $\frac{d\bar{b}}{d\bar{x}} < 0$ equation (19) we have $\frac{d\bar{z}}{d\bar{x}} < i_0$. In this case the difference $Z - Z_c$ against the flow decreases and the grade of new bed becomes undercut (Fig. 2, curve 2). The bed of the river section, which is subjected to transformations, gets its grade in case, when it is situated above bed section with gradient i_0 .

Case c) In case of $\frac{d\bar{b}}{d\bar{x}} > 0$ we have $\frac{d\bar{z}}{d\bar{x}} > i_0$. Indeed, the positive derivative width of transformed bed has a spot, where it enlarges against the flow. According to Fig. 1 it may happen, when the difference of vertical coordinates ($Z - Z_c$) against the flow increases. In this case, according to the equation (18) or (19) the surface of transformed bed is bulgy (Fig. 2 curve 3). The bed of transformed bed section obtains such form, when it is situated below the bed section with gradient i_0 .

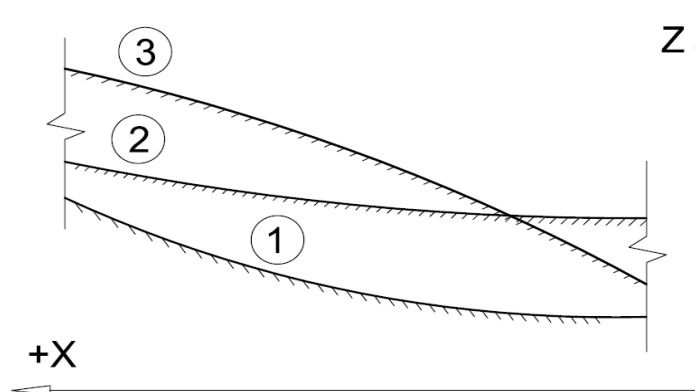


Fig. 2. The possible grade of bed after the process of sedimentation ends:
 1 – initial bed; 2 – the position of new bed in abrupt section of the flow;
 3 – the position of new bed on flat sections of the flow.

CONCLUSION

The functional relation between the characteristics of bed transformations and boundary conditions of the task is established. The possible forms of the transformed section of bed are revealed depending on its location on the flow. The obtained results can be used while estimating the channel constructions and defining the sector of their installation.

REFERENCES

1. Балджян П.О., Балджян В.П. Руслоформирующие явления у селезащитных сооружений. Методы расчета их параметров. Germany-Latvia. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018.- 57 p.
2. Балджян В.П., Токмаджян В.О., Балджян П.О., Баюнц А.В. Прогноз положения поверхности отложений на верхнем бьефе селезащитных сооружений. Материалы V междунациональной конференции «Селевые потоки: катастрофы, прогноз, защита». Тбилиси-Телави, 1-5 октября, 2018.- С. 283-288.
3. Балджян П.О. Определение зависимости между гидравлическими параметрами потоков при постоянстве их наносонесущей способности. //Известия НАН РА и ГИУА. Серия ТН. – Ереван, 2005. – Т. 58. N. 2 - С. 380 - 385.
4. H.Tokmajyan, H. Karapetyan, P. Baljyan, V. Hayrapetyan. Simplified Regularities between Parameters of the Flow Cross Section under Conditions of Compliance with the Balance of Sediments. /VII Intern. Scientific and Technical Confer. “Modern Problems of Water Management”, Tbilisi, August 25-27, 2017, P. 13-16.

ABOUT THE PROPAGATION OF SEDIMENT AT RION RIVER MOUTH

Baljyan P.^{1), 2)}, Tokmajyan H.¹⁾, Baljyan V.¹⁾, Babayan G.²⁾

¹⁾Shushi University of Technology

A.Bekor 4, Shushi, Republic of Artsakh

²⁾Armenian National Polytechnic University

Teryan 105, Yerevan, Republic of Armenia

E-mail: tokmajyan@shushitech.am

Annotation. Delta formation is a continuous natural process at the mouth of the river. It occurs when a river reaching a partially enclosed water body slows down and loses its power to transport further away the sediment, which is dropped at the mouth of the river. As a result the bottom of the river rises in layers and a delta is formed. At the mouth the river usually splits into braided channels. The problem of establishing the hydrodynamic mode of the river in the complex estuary region is of great scientific and practical importance. The aim of the work is the development of an analytical method designed for forecasting the pattern of sediment deposition in the coastal area of the Rioni River.

On the basis of a joint solution of the basic equations of hydromechanics, the authors derived a differential dimensionless equation describing the process of the stabilized stage of channel transformations. The application of this equation for the channel conditions of the Rioni River enables to propose a method for predicting channel changes on the coastal part of this river. Simultaneously, the results of the solutions will enable to establish the probable delta formation site.

Keywords: river, stream, sediment, delta formation, mouth.

INTRODUCTION

The river network, as an important link in a changing ecosystem, is also constantly changing. Because of the interaction of the stream and the channel from the upper currents, the soil is washed off and deposited on lower, flat areas, including on the shores of lakes and seas. In the course of time, the markings of the bottom of the estuary area rise and in a certain site the river, overflowing the banks, forms a new branch. This process of delta formation takes place practically at all river mouths - from small to large ones. Developing, both towards the sea and along the coastal zone deltas of rivers create many problems to nearby villages, various objects, flooding areas of agricultural importance. The Rioni River (Western Georgia) can serve as a characteristic example. To avoid frequent flooding of the port city of Poti and nearby territories, it became necessary to artificially change the channel of the last seven-kilometer section of the river [1]. For sixty years, a new two-branch delta formed in the new mouth, which began to develop towards the city, threatening the port of Poti. There are many similar examples: in some cases, processes develop over the course of centuries, in others, over decades. Consequently, the problem of establishing hydrodynamic regime of the river, especially in its lower reaches, is of great scientific and practical importance [2,3]. Within this problem, the primary task is to establish the pattern of distribution of the sediment volume deposited in the channel. Its solution will enable to forecast the location of the most dangerous river sites and evaluate the time of the appearance of the next delta-forming phenomenon. This task is rather complicated, because several constantly changing factors affect markedly the sedimentation process: direction and strength of wind, sea waves, water and sediment discharge characteristics, etc.

Due to the complexity of the physical model of this process, reliable theoretical solutions of the general problem are still not developed. At the same time, certain hypotheses have been suggested explaining the reasons for the delta formation (far from being more or less conclusive). Along with this, certain issues and tasks of this problem have been definitely solved on the basis of assumed hypotheses and provisions [4]. The following is significant:

- the establishment of sea waves influence on unbound ground, which makes up the coastal surface of the sea,
- a method for determining hydromorphometric parameters of rivers,
- numerical calculation method, etc. [5, 6].

Thus, it can be stated that the hydrodynamics of the channel process of delta formation is a complex and little-studied problem that requires an in-depth study of the physical and mathematical model.

CONFLICT SETTINGS

The aim of the work is the development of an analytical method for forecasting the shape of sediment deposition in the coastal section of the Rioni River and establishment of the channel sites, which are more inclined to possible delta formation.

RESULTS OF THE RESEARCH

The results of experimental studies and theoretical calculations show that the stream spends several times more energy for tearing off unbound particles of the soil from the bed than is necessary for transporting them. Proceeding from this provision, the following hypothesis is set up:

- If at some plain section of the drainage a certain amount of soil has been deposited, regardless of the reasons, this process begins to spread upstream, and the bottom of the channel rises. Naturally, the steepness of the channel bed should increase. In this case, a small amount of sediment is transported through these deposits, i.e. there will be a strong discharge of the flow (Fig. 1).

This hypothesis is confirmed by a number of experimental studies and field observations conducted not only the authors of the work [7].

From all that are written above one can arrive at a logical conclusion: the process of sediment deposition in this area can continue as long as the channel characteristics take on values at which freely transport of incoming sediment from the upper reaches will be restored along the channel.

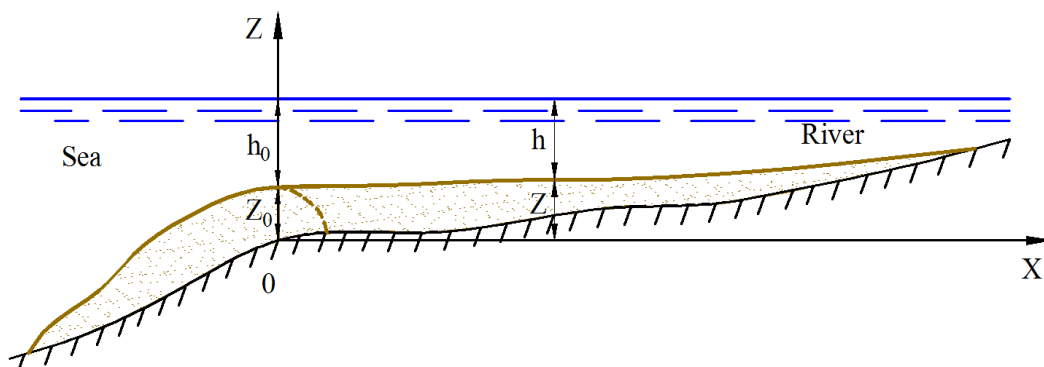


Fig. 1. Distribution of sediment at the mouth of the river

For the mathematical description of similar physical phenomena, the authors proposed an extended theory [8]. During its development a detailed analysis of existing models was made, their essential shortcomings are shown, and more precise definitions are given. As a result, from the joint solution of the three balance equations of the two-phase liquid mechanics (equations of non-uniform motion, continuity of the liquid and solid phases), the following differential dimensionless equation describing the process of the final stage of channel transformations has been derived:

$$\frac{d\bar{z}}{d\bar{x}} + \frac{d\bar{h}}{d\bar{x}} - \frac{Fr_0}{\beta_0} \frac{d\bar{A}}{A^3} = i_0 \bar{d}_{OT}^{1/3} \bar{A}^{2/3}. \quad (1)$$

On the basis of this equation, it is planned to solve the problem of predicting the shape of deposited sediments in the coastal zone of the Rioni River and establish riverbeds, where the delta formation is most likely. Hydraulic and hydrological initial parameters of the drainage will be used.

The mouth of the Rioni River, in which during a flood the risk of floods is much higher, is of about 3.5-4 km length. In this part of the river, the height of the coastlines from the surface of the water varies between 0.2...0.4 m [1]. The average annual flow of the river is - 400 m³/s, the width varies in the range of 80-120 m. The average velocity of motion near the mouth, depending on the flow rate of the river, varies within 0.6...1.0 m/s. In this section of the river, for channel characteristics, the following values exist: the natural slope in the transit area is 0.0005, the coastal gradient is 0.0002, and the roughness coefficient is 0.018.

The considered section of the bed has relatively small longitudinal slopes of the bottom, and for a sufficiently long length the transverse form of the river is practically remains rectangular.

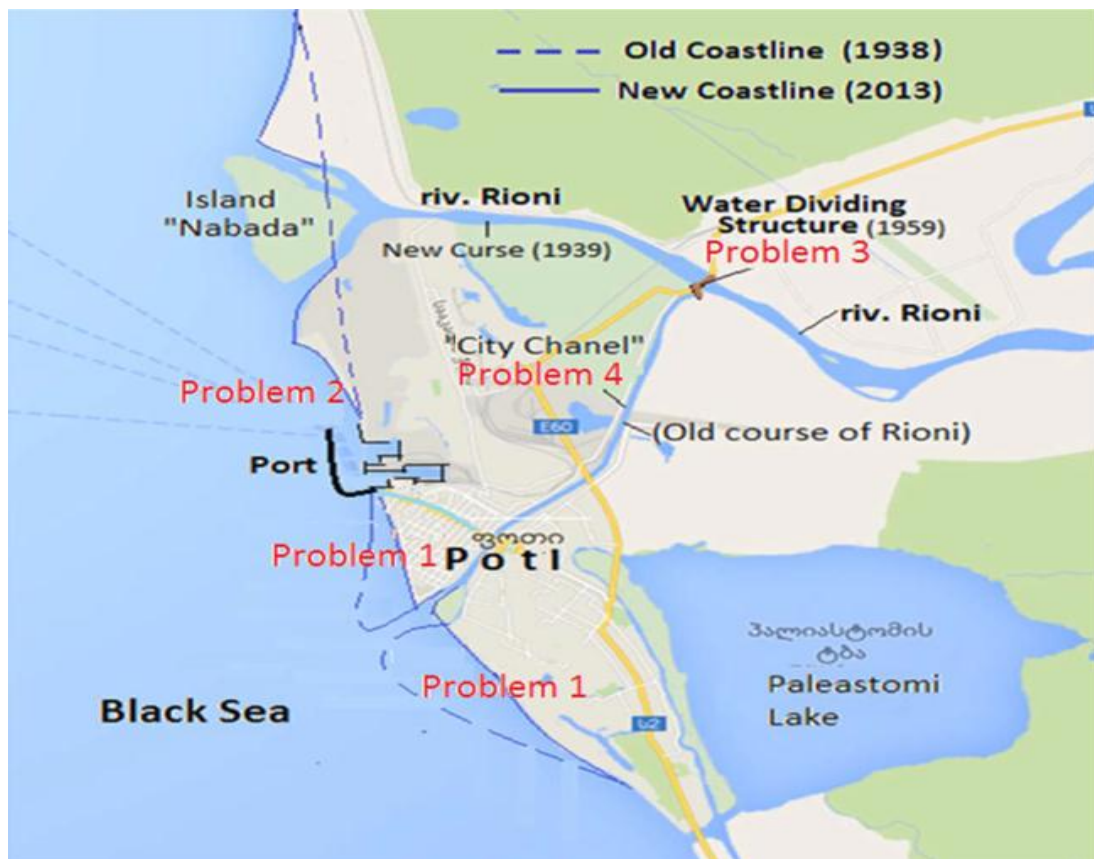


Fig. 2. The estuary zone and the delta of the Rioni River

Hence, the motion on this section can be considered uniform. Then the gradients of the depth and area of the living section (the second and third terms of the left side) can be neglected. Simultaneously, due to the homogeneous distribution of the channel-forming soil along the stream, its dimensionless diameter will be unity. Then Eq.(1) for this example will take the following form

$$\frac{d\bar{z}}{d\bar{x}} = i_0 \bar{A}^{2/3}, \quad (2)$$

where $\frac{d\bar{z}}{d\bar{x}}$ is the predicted, supposed slope of the bottom of the studied section of the channel,

$\frac{d\bar{z}}{d\bar{x}} = \frac{dz}{dx} = i, i_0$ - the natural slope of the bottom of the channel in the section of transit traffic sediment,

\bar{A} - the projected river cross-sectional area in the investigated area, equal to $\bar{A} = A/A_0$. Taking into account what was written, instead of Eq.(2) we have:

$$i = \frac{i_0}{A_0^{2/3}} A^{2/3}. \quad (3)$$

Here the parameters having the index "0" are initial, without the index, the sought ones, and since $i_0 > i$, then it is reasonable that $A_0 < A$. From the analysis of Eq.(2) or Eq.(3) it follows that the slope of the coastal, estuary area will increase to the i value. At the same time the cross-sectional area of the flow A decreases to the A_0 value. This means that the bottom of the channel will gradually rise directly at the mouth zone during the sediment deposition. This process will continue until the condition $i = i_0$ is measured up ensuring sediment balance. And since the width of the river can not practically change, along with the marks of the bottom, the water level in the channel also rises. And in those areas, where the coastal marks are relatively low, the current breaking through the shore opens a new branch, ensuring the flow of the stream, i.e. forms a delta.

Suppose that at the Rioni River section, located 200 m from the seashore sediment deposition occurred for some reason, i.e. uplift of the erosion basis. Taking into account the initial parameters of the river, it is possible to determine the location of the sediment surface over a certain period.

The main stream of sediment for the rivers of the mountain-foothill zone occurs during spring and partly autumn floods, the duration of which is not more than 5 months. The average annual volume of arriving into the Rioni River sediment can be determined on the basis of hydrometric measurements. Having known the values of the river characteristics in the sediment transit section for a given i_0 value, the value

$A_0 = A$ is determined by the classical hydraulic method. Then for the actual width of the Rioni River (on average $b = 100$ m) under the new conditions, the depth h of the stream is calculated. The calculated value of the depth is compared with the actual values of the river bank height. Thus, the part of the river is established, where the stream begins to flow over the ridge of banks and a new delta formation occurs.

CONCLUSION

The proposed method can be used for predicting delta formation phenomena not only for this drain, but for other rivers. The results of the development will allow carrying out measures to protect settlements, seaports and other objects from adverse channel changes.

REFERENCES

1. Ресурсы поверхностных вод СССР, том 9, выпуск 1, Западное Закавказье, Гидрометеиздат, Л., 1974, 347 с.
2. Чалов Р.С. Сравнительный анализ русловых процессов на горных, полугорных и равнинных реках. МГУ.; 2008, С. 32-41
3. Балджян П. О., Балджян В.П. Математическое описание процесса смыва потоком несвязанного однородного грунта. Сб. V межд. н/т конференции <Современные проблемы водного хозяйства>, Тбилиси, 2015, С. 13-16.
4. Саноян В.Г. Теория транспортирующей способности потока и ее приложения к разработке новых конструкции гидротехнических сооружений и проблемам руслоформирования // Автореферат, ВНИИИВОДГЕО. - М.: 1990. – 48с.
5. Знаменская Н.С. Гидравлическое моделирование русловых процессов. – Л.: Гидрометеиздат, 1992. - 240с.
6. Wu W., Rodi W., Wenka Th. 3D numerical modeling of flow and sediment transport in open channels. J. of Hydr. Engineering , 2000. Vol.126, No. 1, p. 4-15.
7. Разработать и внедрить средства защиты объектов от селей// Науч. отчет АрмНИИВПиГ / Руков. работы Балджян П.О. Ном. ГР 81067975, инв. N 0286. 0003300. - Ереван: 1985. - 84с.
8. Балджян П.О., Карапетян Г.И. Универсальная теория стабилизированной стадии руслообразования. Вестник НПУА «Гидрология и гидротехника», N 1, Ер.: 2014, С. 38-44.

ASSESSMENT OF THE LOAD-BEARING CAPACITY OF THE COLD STORAGE CHAMBERS

Chmielewski R., Kruska L., Muzolf P.

Faculty of Civil Engineering and Geodesy

Military University of Technology

2 Gen. Sylwester Kaliski St., 00-908 Warsaw, Poland

E-mail: leopold.kruska@wat.edu.pl

Annotation. The paper presents problems related to the assessment of the load-bearing capacity of the cold storage facility. The subject of the case study is two different buildings built in the early fifties of the last century. Despite the similar cubature and the construction period, the structures of these buildings are different. The analysed cold store in Warsaw (Poland) is a steel and brick structure, while the second example concerns a reinforced concrete slab-pillar structure located in Wloclawek (Poland). In both cases, the issue related to the assessment of the current technical condition of the structural elements, including the safety of the load-bearing structure and the safety of its use was considered. Moreover, the permissible load for inter-storey slabs in both cases was determined.

Keywords: the load-bearing capacity, cold storage chambers.

PREAMBLE

The determination of the load-bearing capacity of the structures of the existing buildings requires a special approach in assessing their technical condition, including the determination of the parameters of built-in materials [1, 2]. These materials, if the design documentation is not available, should be assessed using experimental methods for testing their strength or other mechanical properties [3]. In a case, when the design and technical documentation is available, non-destructive testing and in-situ inspections or visions may be sufficient [4,5]. The results of measurements of the individual structural elements should be properly interpreted, taking into account their location, layering as well as thickness. An example of such a misinterpretation is the designer's assumption and the later use of a 9 cm thick concrete slab (a top layer) in the Ackerman ceiling in a building built in the 1940s [1]. In the literature, this thickness is assumed to be 3 cm or 4 cm. If it is necessary to increase the usable height of the cross-section, an additional perforated brick layer is being used on the hollow bricks layer. The designer took that wrong dimension on the basis of the result of one inspection hole, which was drilled near the reinforced concrete stairs. As a result of the erroneous determination of the ceiling load-bearing capacity, together with the builder fault, the ceiling structure was damaged. This also implied the need to verify the design and implemented solutions. Five additional testing bore-holes of Ackerman block ceiling layers were made, in which the thickness of the concrete overlay was found to be less than 4 cm - Fig. 1.



Fig. 1. Measurement of the thickness of the concrete slab-overlayer of the Ackerman block ceiling

Another frequent error occurred during the verification process of the load-bearing capacity of existing structures is the failure to take into account the actual thickness, and thus the loads of the non-structural layers. In the Ackerman ceiling case described above, one of the errors was the lack of removal of the screed layer, which the designer mistakenly treated as a structural layer. To make matter worse, an additional concrete floor of 6.5 cm was made, which resulted in additional total weighting of the ceiling with a characteristic value of 1.63 kN/m^2 [1]. Another case, which the authors met in their expert practice, concerned the failure to take into account the weight of the layers on the ceiling. In this case the designer did not take into account 10 cm of insulating board made of wood chips and 6 cm of extra concrete layer, which gave the total characteristic load of 1.94 kN/m^2 [1]. In both described cases, it was necessary to disassembly of non-structural layers, including new finishing layers.

OBJECTS OF STUDY

The five-storey cold storage building in Warsaw is a masonry and steel structure with supporting pillars in the form of complex I260 double I-shaped beams with brick elements. The columns are supported by steel binders transmitting loads from the ceiling sections. The roof of the main cold storage is covered with a reinforced concrete with beam-and-slab floor structure. The building's surface area is 4823 m^2 with the total cubature of 52540 m^3 . The whole building structure is based on a monolithic foundation slab.

Like the building described above, the Wloclawek cold storey was erected in the 1950s. It is a reinforced concrete five-storey building with a frame structure. The roof of the building is a slab-beam structure. Its columns with a cross-section of $0.2 \text{ m} \times 0.2 \text{ m}$ (partially $0.25 \text{ m} \times 0.25 \text{ m}$) are articulated on the heads of the columns of the third floor. Cross-sections of reinforced concrete columns of the supporting structure vary on individual floors:

- 3rd floor: columns with a $0.4 \text{ m} \times 0.4 \text{ m}$ section in the cold storage chambers (freezers), $0.3 \times 0.45 \text{ m}$ in the tunnel freezer and $0.35 \text{ m} \times 0.45 \text{ m}$ in the loading dock,
- 2nd floor: columns with a cross-section of $0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$ in the cold storage chambers (freezers), $0.3 \text{ m} \times 0.45 \text{ m}$ in the tunnel freezer block and $0.4 \text{ m} \times 0.45 \text{ m}$ and $0.4 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$ in the loading dock,
- first floor: columns with a $0.6 \text{ m} \times 0.6 \text{ m}$ section in the cold storage chambers (freezers), $0.4 \text{ m} \times 0.65 \text{ m}$ in the loading dock,
- ground floor: columns with a section $0.7 \text{ m} \times 0.7 \text{ m}$ in the cold storage chambers (freezers), $0.4 \text{ m} \times 0.65 \text{ m}$ and $0.5 \text{ m} \times 0.8 \text{ m}$ the loading dock,

- cellars: columns with a section 0.8 m x 0.8 m in freezer chambers, 0.55 m x 0.8 m and 0.6 m x 0.8 m in the loading dock.

DETERMINATION OF THE LOAD-BEARING CAPACITY OF BUILDING STRUCTURES

The structural elements, which determined the load-bearing capacity of the cold store building in Warsaw, were the inter-story slabs and columns at the ground floor level. First, the loads and self-weight acting on the ceiling were calculated. The actual thickness of ceilings and finishing layers was taken into account, which was verified in the made-out in-situ inspection holes. The determined design value of the pressure applied on the floor layers was 8.29 kN/m². On the basis of abovementioned inspection holes, it was found that the spacing of steel beams was 1.34 m, while the maximum span was $l_0 = 4.8$ m. The supporting elements of the ceiling were I240 rolled I-beams.



Fig. 2. “In-situ” inspection hole of Klein ceiling beams in a cold store in Warsaw

The strength parameters of A-0 grade steels were adopted for static and strength calculations. Strength parameters of the girder were then selected based on the design tables and the actual degree of corrosion for each structural elements. Moreover, both the girder slenderness as well as the plastic reserve factor were taken into account in the verification calculations. The load-bearing capacity of ceiling beams was determined. Then the load capacity loss was calculated due to the self-weight of the structure elements. The load capacity reserve allowed to determine the permissible characteristic loads due to the load-bearing capacity of the steel ceiling girders.

The next checked element, which could decide on the permissible loads for the whole structure, was steel columns. Firstly, the ceiling area was determined for each of the pillars and the permanent load as well as the climatic loads (bags of snow on the roof) were collected. The operational load in the attic as well as the equivalent static load from partition walls on all floors were also taken into account to calculate the remaining loads acting on each column. The columns made of two I260 rolled I-sections with a 12 cm spacing are shown in Figure 3.

The basement level was assumed to be the most representative for calculations, in which the columns transfer loads from all floors of the building. When determining the permanent load, the weight of the ceiling structures on particular floors, the weight of the roof, the weight of the columns, as well as the weight of the binders were taken into account. As in the case of steel girders, the load capacity of the

columns was determined taking into account their slenderness and the buckling coefficient. The calculated load capacity of columns allowed to determine the permissible value of the design operational load.

Klein ceiling beams proved to be the most decisive factor in the load-bearing capacity. The permissible value of characteristic operational load for the cooling tower ceiling in Warsaw was 7.5 kN/m². In the next step the Ultimate Limit State was being checked.



Fig. 3. "In-situ" inspection hole of the steel supporting structure of the column. Visible degree of column corrosion.

With regard to the cold store building in Wloclawek, the key element for the load-bearing capacity of the structure was floor slabs, made as monolithic reinforced concrete. The thickness of the reinforced concrete slab was 22 cm and the maximum span width was 6.10 m. Carrying out the inspection hole of the ceiling, it was found that the main reinforcement of the ceiling consists of alternated bars with a square cross-section of 12 mm and round bars Ø14 mm at a spacing of 10 cm - Fig. 4.



Fig. 4. Inspection hole of the cold storage building's ceiling in Wloclawek.

The main bars with a square cross-section of 12 mm were orthogonally ribbed and made of St50B steel. The yield strength of this steel is 360 MPa. Assembly bars, perpendicular to the main reinforcement, occurred on every 30 cm. Their cross-section was square 12x12 mm. The lagging of the main steel reinforcement and assembly bars is 20 mm and 40 mm, respectively. On the basis of visual assessment and sclerometer tests, the concrete parameters corresponding to class C25/30 (B25) and parameters of A-II class steel [1, 6, 7] were assumed for the calculations. The total ceiling thickness was 47 cm. Analysing the layering system from the top, 8 cm layer of screed reinforced with steel mesh was found. Then 17 cm frost-

resistant layer in the form of a cork and 22 cm reinforced concrete slab were observed. Geometric parameters of the ceiling cross-section that were adopted for calculations are shown in Fig. 5.

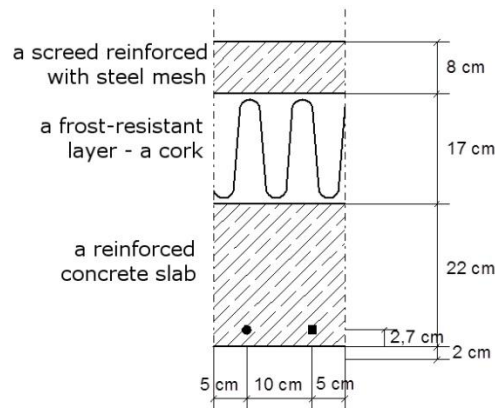


Fig. 5. Cross-section of the reinforced concrete ceiling section of a cold storage building in Wloclawek

On the basis of the strength parameters of concrete and steel, the effective height of the concrete compression zone was determined and the design load-bearing capacity of the ceiling section was calculated. Static scheme of the ceiling section was assumed as a multi-span continuous beam, which based on binders. As in the case of the cold store ceiling in Warsaw, the ceiling load-bearing capacity was determined first. Both, the actual weight of the structural and non-structural layers of the ceiling were considered. This capacity reserve allowed to determine the permissible value of design operational loads. After considering the technical condition and wear o the ceiling its operational load was specified as 8.8 kN/m².

CONCLUSIONS

In order to correctly determine the value of operational loads in the existing structural objects, it is necessary to diagnose the technical condition of structural elements and as well to examine the actual loads from the weight of non-structural layers. In the case of assessing the load-bearing capacity of the existing structure, the design and the as-built documentation can only provide guidance on the material or the engineering solutions applied [8]. Even despite the construction manager's statement about the compliance of the construction according to the project documentation, it often turns out that there are discrepancies between the documentation and the reality [3, 6].

The calculation models being used to verify or to determine the load-bearing capacity of the entire structure and its individual components should have included these risks. The model should have considered the boundary conditions, including the stiffness of joints as well as the effective lengths and spans of the elements [9, 10].

The presented scope of the assessment of the current load-bearing capacity in the cold storage buildings can be used as a representative example in similar cases. This particularly applies to the diagnostics and the assessment of the technical condition of the structure and the determination of its actual weight of non-structural layers. When examining an existing structure, it is necessary to apply calculation models that should well reflect the actual behaviour of the structure [9, 10]. In addition, the mode of building operation and the possibility of local overloading should be taken into account, which was crucial in the analysed cases of cold storage chambers.

REFERENCES

1. Chmielewski R., Kruszka L., *Expertises and technical opinions in the area of building construction*, Warsaw, 2005-2017 (in Polish).
2. Drobiec Ł., Jasiński R., Piekarczyk A., *Diagnostics of reinforced concrete structures. Methodology, field tests, laboratory tests of concrete and steel*, 1, Warsaw, 2010 (in Polish).
3. Hoła J., K. Schabowicz, *State-of-the-art non-destructive methods for diagnostic testing of building structures – anticipated development trends*, Archives of Civil and Mechanical Engineering, 10, 3, 2010, 5-141.
4. Adnan N. A., *Assessment the Strength of Column and Beam at Religious Building Structure by Using Non-Destructive Test*, MATEC Web of Conferences, 103, 02028, 2017.
5. Ilharco T., Lechnerbc T., Nowak T., *Assessment of timber floors by means of non-destructive testing methods*, Construction and Building Materials, 101, Part 2, 2015, 1206-1214.
6. Zybura A., Jaśniok M., Jaśniok T., *Diagnostics of reinforced concrete structures. Corrosion tests of reinforcement and concrete protective properties* Warsaw, 2010 (in Polish).
7. Zybura A., Jaśniok M., Jaśniok T., *Evaluation of the danger of corrosion of the reinforcement of reinforced concrete structures. Part 1 - testing of the protective properties of concrete*, Przegląd Budowlany, 11, 2012, 29-35.
8. Kruszka L., *Reinforcement of brick historic buildings threatened by structural damages or by failure*, MATEC Web of Conferences, 174, 03013, 2018.
9. Murzewski J., *Reliability of engineering structures*, Warsaw, 2001 (in Polish).
10. Terenchuk S., Yeremenko B., Sorotuyk T., *Implementation of intelligent information technology for the assessment of technical condition of building structures in the process of diagnosis*, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5, 3, 2016, 30-39.

ВИДЫ БИОРЕСУРСОВ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Фараджева Л.Н., Агарзаева Б.А., Татаряев М.Т.

Национальное Аэрокосмическое Агентство / Институт Экологии

Ул. С.С.Ахундова 1, Баку AZ1115, Азербайджан

E-mail: lalafar@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена видовому разнообразию растительного и животного мира Каспийского моря. Отмечено, что загрязнение моря приводит к снижению биоразнообразия Каспийского моря, и, соответственно, к снижению количества видов ценных рыб.

Ключевые слова. Каспийское море, фауна, флора, биоразнообразие, виды, водоросли, ихтиофауна, ценнейшие виды рыб, загрязнение.

ВВЕДЕНИЕ

Море является колыбелью жизни, где живые существа находятся в непосредственном взаимодействии с морской водой, в тесной связи с её физико-химическими условиями. Большинство известных классов животных возникло в морской воде и только одна треть существующих форм живёт и развивается на суше. Распределение животной и растительной органики в морском бассейне зависит от рельефа дна, географических и геологических факторов.

Каспийское море изобилует животной и растительной органикой. Здесь встречаются и гиганты – белуги до полутора тонн весом, и множество животных и растительных организмов микроскопических размеров. Флора и фауна Каспийского моря богата не столько количеством особей, сколько разнообразием видов, которые непосредственно зависят от экологического состояния моря. Своеобразие современных биоресурсов Каспийского моря, имеющей многочисленные и разнообразные виды, от настоящих солоноводных – морских до пресноводных – речных форм, объясняется сложной геологической историей водоёма.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В зависимости от условий и характера жизни органический мир моря делится на три группы: 1) фауна и флора, живущие на морском дне – бентос, 2) активно плавающие организмы, живущие в массе воды – нектон, 3) пассивно переносимые водой – планктон. В зависимости от глубины и удалённости от береговой линии в море выделяются неритовая, батинальная и абиссальная зоны. Для каждой из них характерна определённая ассоциация животных и растительных организмов, приспособленных к тем физико-химическим и динамическим условиям среды, которые характерны для этих зон.

В Каспийском море, также как и в других водоёмах, одни животные и растения живут на дне, другие свободно перемещаются в воде, третьи пассивно перемещаются с массами воды. Эти организмы, частью настоящие солоноводные, частью морские и пресноводные, приспособившиеся к жизни в солоноватой воде.

Современный состав обитающих живых организмов Каспийского моря можно разделить на следующие группы: 1) виды античных живых организмов; 2) виды живых организмов послеледникового периода; 3) виды живых организмов перебравшиеся в Каспийское море из Средиземного моря; 4) виды живых организмов относящиеся к пресноводным рыбам.

Существенное значение для организмов, входящих в состав флоры и фауны Каспийского моря, имеют многие физико-географические факторы: температура воды, содержание солей, содержание кислорода, содержание сероводорода, прозрачность, течения, рельеф дна и распределение глубин, давление, вертикальная циркуляция и другие формы обмена частицами воды между разными слоями, изменения уровня, а также метеорологические условия. В зависимости от этих условий происходит распределение ихтиофауны, зоопланктона, фитопланктона и наннопланктона как по глубинам, так и по различным районам моря.

По гидрологическим особенностям и распределению живых организмов воды Каспия можно разделить на четыре зоны по вертикали (до глубины): 1) 100-150 м; 2) 150-450 м; 3) 450-600 м; 4) 600 м и глубже.

Наиболее населённой является верхняя зона (100-150 м), поскольку указанная зона наиболее тёплая и богатая кислородом. В этой же зоне имеют наибольшее распространение промысловые рыбы, а её нижний отдел является границей, ниже которой зоо- и фитопланктон располагает уже меньшим количеством особей. Во второй зоне (150-450 м) количество животных уменьшается и на глубине 415-450 м они почти вовсе исчезают. Последним двум зонам (450-600 м; 600 м и глубже) характерны почти полное отсутствие кислорода, наличие сероводорода. В этих зонах встречаются только мельчайшие наннопланктонные животные и растения: в Среднем Каспии на глубине 650-780 м, а в Южном Каспии – на глубине 800 м и более.

Многих животных, населяющих открытые моря, такие как киты, дельфины, морские черепахи в Каспийском море вовсе нет, а такие как каспийский тюлень, многощетинковые черви очень мало.

В Каспийском море видовой состав водорослей достаточно неустойчив, диатомовые занимают первое место – 163 таксона, далее следуют зеленые – 139, синезеленые – 84, пиррофитовые – 39 и прочие [2]. В целом по Каспию как по численности, так и по биомассе преобладали два вида - пиррофитовая *Exuviaella cordata* и диатомовая *Rhizosolenia calcaravis*. Первая является аборигенным видом, вторая - вселенцем. Эти два вида играют главную роль в продуктивности Каспийского моря и, в частности, в питании беспозвоночных животных.

Среди представителей зоопланктона инфузории представлены наибольшим числом видов – 135, значительное развитие которых наблюдается в Среднем и Южном Каспии, а в Северном – качественный и количественный состав инфузорий значительно уступает остальным районам Каспия. Веслоногие рачки в планктоне Каспийского моря представлены 41 видом, из них 21 вид – коренные каспийские виды (автохтоны), а 5 (*Eurytemora minor*, *Halicyclops sarsi*, *ectinosoma concinnum*, *Schzopera akatovae*, *Smirnoviella unisetosa*) являются эндемиками, то есть обитающими только в Каспии. Ведущее положение занимает лимнокалянус, который дает не менее половины биомассы зоопланктона Среднего и Южного Каспия. В планктоне Северного Каспия, кроме каспийских видов, встречаются пресноводные из подотряда Cyclopoida и Harpacticoida, которые достигают большого развития в предустьевых участках Волги и Урала [1].

Из беспозвоночных животных в Каспии совершенно отсутствуют иглокожие, такие как морские звёзды, офиуры, голотурии и морские лилии. Из моллюсков в большом количестве имеются пластинчатожаберные и брюхоногие виды, а головоногие виды моллюсков совершенно отсутствуют. Пластинчатожаберные моллюски являются пищей для таких промысловых рыб, как осетр и кутум.

Промысловые рыбы держатся в верхнем отделе верхней зоны. Только такие промысловые рыбы, как пугаловки (*Benthophilus*) встречаются на глубине до 300 м. Некоторые пелагические рыбы спускались и до 400 м.

В большом количестве в Каспийском море обитают разнообразные живые организмы: веслоногие, ветвистоусые, амфиподы, мизиды, морской таракан, длиннопалые и толстопалые. Некоторые мизиды в течение суток совершают вертикальные перемещения. Так, например, ночью они находятся на глубине нескольких метров верхней зоны, а днём спускаются на глубину 300 м. Совершенно отсутствуют в Каспии крабы.

Каспийское море с исторических времён являлся уникальным источником ценнейших пород рыб, являющихся не только национальным, но и мировым достижением. По продуктивности указанное море занимало первое место среди внутренних водоёмов всего мира. Оно даёт 12 ц продукта с площади в 1 км². Это, в первую очередь, осетровые виды – русский осетр, севрюга, белуга, стерлядь, лососевые – белорыбица, каспийский лосось, частиковые – сазан, лещ, вобла, сом, а также сельдь. По числу видов сельдевые, карповые и бычковые, составляют более 70% всей каспийской ихтиофауны [1]. Наибольшее количество эндемичных видов и подвидов отмечается среди сельдевых и бычковых, которые сформировались в период существования слабоосолоненного Понтийского озера-моря 7 млн лет назад и имеют морское происхождение. Другие виды имеют пресноводное происхождение: осетровые, лососевые, карповые, окуневые, щука и др., большинство которых обитают в реках и в предустьевых участках моря.

В Каспийском море ежегодно вылавливалось несколько миллионов центнеров рыбы, что равнозначно нескольким миллионам голов крупного рогатого скота. Такая продуктивность Каспия объясняется выгодным географическим положением и особенностями его природы.

Но к сожалению, сегодня на прогрессирующее обеднение биоресурсов Каспийского моря повлияло экологическое загрязнение, связанное с ростом городов, гидротехническим строительством, развитием гидроэнергетики, проведением сейсморазведочных работ в море, добычей нефти и развитием нефтехимического производства.

После распада СССР к этим негативным явлениям добавился браконьерский лов рыбы, особенно осетровых. Всё это приводит к постепенному исчезновению многих организмов, свойственных Каспийскому морю. С 1991 года отмечалось резкое сокращение численности осетровых рыб. Максимальные уловы осетровых здесь отмечались в начале XX века - 39,4 тыс тонн и в конце 1970-х годов - 27,4 тыс тонн. Определено, что 80 % всего вылова составляют осетровые виды рыб, такие как осетр, севрюга, белуга.

И как считают ученые-ихтиологи, количество осетровых рыб находится на критическом уровне. Однако, нужно отметить, что ситуация не столь безнадежна и при правильной организации сотрудничества ученых и предпринимателей возродить и биологическую, и экономическую ценность осетра реально.

В настоящее время одной из приоритетных задач является сохранение и улучшение условий для воспроизводства ценных биоресурсов, которые в отличие от других ресурсов являются возобновляемыми. Поскольку осетровые рыбы, считаются деликатесом во многих странах мира и тонна чёрной икры значительно дороже тонны нефти, то отсюда следует, что ценность осетрового стада и других ценных рыб нужно ставить выше ценности нефти, что намного превысит доходы от добычи всей нефти в акватории Каспийского моря.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За период своего существования Каспийское море пережило сложную историю. В результате длительной изоляции биоресурсы Каспийского моря приобрели самостоятельный характер и отличались большим видовым разнообразием. Основой для их формирования служили древние морские формы, сохранившиеся в море после его обособления и приспособившиеся к существованию в условиях замкнутого водоема и называемые каспийскими эндемиками. К их числу относятся многие виды ценных рыб. Поскольку Каспийское море является морем «чёрного и голубого золота» и, следовательно, регулярная разработка нефтяных и газовых месторождений, их транспортировка отрицательно влияют на экологическое состояние Каспийского моря в целом. В результате отмечается существенное снижение количества ценных видов рыб, что оказывает негативное влияние на экономику прибрежных стран. Но учитывая, что запасы природных ресурсов иссекаемы, необходимо улучшить экологическое условие моря и увеличить количество ценных видов биоресурсов Каспийского моря.

ЛИТЕРАТУРА

1. Касымов А.Г. «Животный мир Каспийского моря», Баку «Элм», 1987 г.
2. Салманов М.А. «Экология и биологическая продуктивность Каспийского моря», Баку, 1999 г.

Ecology

TYPES OF BIOLOGICAL RESOURCES OF THE CASPIAN SEA

Faradjeva L., Agarzayeva B., Tatarayev M.

*National Aerospace Agency / Institute of Ecology
Baku, Azerbaijan*

Annotation. The article is devoted to the species diversity of flora and fauna of the Caspian Sea. It is noted that pollution of the sea leads to a decrease in the biodiversity of the Caspian Sea and accordingly to a decrease in the number of species of valuable fish.

Keywords: Caspian Sea, fauna, flora, biodiversity, species, seaweed, fish fauna, the most valuable species of fish, pollution.

ОПТИМИЗАЦИЯ АНТРОПОГЕННЫХ НАГРУЗОК В ПАСТБИЩНЫХ И РЕКРЕАЦИОННЫХ ЛАНДШАФТАХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО СКЛОНА МАЛОГО КАВКАЗА

Гарибов Я.А., Исмаилова Н.С., Садыгов Т.Т., Аббасова С.М., Саркарли М.

Бакинский Государственный Университет

Ул. Захид Халилов 23, Баку AZ 1148, Азербайджан

E-mail: yaqub.qaribov@mail.ru, ismailova-nigar2018@mail.ru, tevekkul1979@mail.ru

Аннотация. В статье анализируются основные вопросы оптимизации антропогенных нагрузок в пастбищах и рекреационных комплексах Северо–Восточного склона Малого Кавказа. В результате исследования выявлены основные направления трансформации пастбищных и рекреационных ландшафтов исследуемого региона, а также разработан ряд мероприятий для восстановления равновесного состояния указанных комплексов.

Ключевые слова: рекреационные ландшафты, оптимизация, антропогенная нагрузка, пастбища, трансформация.

ВВЕДЕНИЕ

На сенокосах и пастбищах Азербайджанской Республики (2564 тыс га) на каждый гектар приходится примерно 10 голов крупного и мелкого рогатого скота, а это в 5 – 10 раз больше, чем нормативами, определенными Кабинетом Министров Азербайджанской Республики. Необходимо учитывать тот факт, что 2/5 часть всех пастбищ и сенокосов принадлежит частным лицам. На этих пастбищах выпасается в 2 раза больше животных, чем на государственных.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

При определении способа выпаса скота должны учитываться особенности и продуктивности пастбищ. На слабо наклонных, относительно мало расчлененных, устойчивых горных склонах, расположенных в зоне альпийских и субальпийских лугов, целесообразно периодически использовать свободные способы выпаса скота. Свободный способ выпаса скота является древним способом экстенсивного животноводства, при этом учитывается количество скота на каждом гектаре. Бессистемное использование данного способа на крутых склонах, слабо устойчивых пастбищах нарушает равновесное состояние ландшафта, в результате чего увеличивается количество вторичного ценоза антропогенного происхождения. Поэтому, на загруженных пастбищах Кем яйлагы, Ахар – Бахар, Шахнабад, Муровдаг, Шахдаг, Бабадаг, Туфандаг и т.д. необходимо применять относительно новые способы выпаса скота, такие как, загонный, регулируемый, системно используемый и др.

Эксперименты показывают, что при загонном системном выпасе скота имеется возможность увеличить продуктивность пастбища в 2 – 3 раза, также ликвидировать овражно-балочную сеть, старые и новые тропинки без севооборота и дополнительного ухода.

Для того, чтобы изучить антропогенные нагрузки в летних пастбищах и сенокосах нами были выбраны ключевые участки на освоенных в разной степени склонах Гошгардага, Даствафура, Гарачадырдага и присельских выгонах Шамкирского, Гейгельского, Дашкесанского районов. В

результате проведенных исследований установлено, что в присельских выгонах Шамкирского, Дашкесанского и Гейгельского (площадки соответственно 1.1; 1.2; 2.1; 2.2.; 2.3) вторичные комплексы, особенно кустарники, сорные мезофильные и гигрофильные ценозы, свиной, астрагал нарушает равновесие, многочисленные тропинки, промоины, рытвины увеличивают расчленение поверхности, часто нарушение проективного покрытия достигает 85 – 100%. На площадке № 2.3 (Шамкирского района) смыто 80% почв, материнская горная порода в виде камней и галечников выходит на поверхность. Подобная ситуация наблюдается также на участках №№ 2.2; 2.1; 1.2 (Дашкесанского и Гейгельского районов) и др. Поэтому, в этих комплексах необходимо проводить основательные хозяйственные мероприятия для нормирования антропогенных нагрузок. В первую очередь необходимо ликвидировать лишние тропинки, овраги, рытвины, очистить территорию от вторичных кустарников и сорных растений, провести планировочные работы, восстановить растительный покров путем севооборота, при этом необходимо использовать злаковое разнотравье, образующее надежный дерн на поверхности почв.

На слабо наклонных (10^0) плато на северо-востоке Карачадыр, Дашкесанского района преобладают вторично-луговые, лугово-кустарниковые ценозы на сильно преобразованных почвах, нарушенность естественного растительного покрова составляет 90%. На юго-востоке Люляли Булаг тропинки и искусственные борозды составляют 35 % поверхности почв. Вторичные кустарники, особенно астрагал, являющиеся индикаторами деградации, резко снижают продуктивность пастбищ. Нормы выпаса скота на каждом гектаре этих пастбищ необходимо уменьшить как минимум в 4-5 раз. Также целесообразно рационально использовать естественный потенциал пастбищ путем восстановления растительного покрова на смытых склонах.

Для изучения оптимизации антропогенных нагрузок в рекреационных комплексах нами выбрана в качестве мониторинга Гянджа – Гаджикендская база. Гаджикенд и окружающие его селения издавна известны как центр отдыха и зоны летних пасбищ (яйлагов). Исторические факты указывают на то, что еще в средневековом периоде население Гянджи отдыхало летом в Кюракчайской долине, Гаджикенде, яйлаге Ханюрду и окрестностях озёр Гейгель и Маралгель. Сфера влияния Гаджикендского рекреационного комплекса составляет по нашим расчетам 2250 га территории, из них около 340 га расположено непосредственно в районе концентрации рекреационных объектов. Более 1000 га сильно преобразованы рекреацией.

Многосторонний анализ современных ландшафтов Гянджа – Гаджикендского рекреационного комплекса показывает, что рекреационная загруженность современных ландшафтов зависит не только от численности рекреантов, но и от устойчивости естественных ландшафтов. Именно устойчивость ландшафтов определяет саморегулирование, восстановление рекреационных комплексов и режим их развития.

Для системного исследования экологических, санитарно – гигиенических особенностей лесных комплексов, а также их нарушенности нами был выбран эталонный участок площадью в 80 га, где были проведены системные наблюдения.

Рекреационные леса по эколого-эстетическим особенностям подразделены на 3 типа: закрытый, полузакрытый и открытый. Закрытый тип лесного ландшафта (27,2 га) подразделяется на горизонтальные и вертикальные экологические подтипы с площадью 12,6 га и 14,6 га соответственно. Полузакрытый ландшафтный тип (22, 6 га) по особенностям размещения древесных и кустарниковых насаждений делится на 2 подтипа – рекреационные леса и прогалины с редколесьями. Указанные ландшафты наиболее сильно подвержены рекреационным нагрузкам. Открытый тип лесного комплекса представляют крупные поляны, лесо-кустарниковые и луговые редколесья (3,8 га). Часто здесь встречаются искусственно созданные лесопарки и лесополосы. По рекреационной нарушенности ландшафты данного мониторинга делятся на 5 категорий:

практически неизменные (97 га), слабо измененные (10,5 га), средне измененные (11 га), сильно измененные (17,5 га) и коренным образом преобразованные (9,1 га). Установлено, что преобразованные и сильноизмененные леса обычно выполняют функции лесопарков. Слабоизмененные и практически неизменные комплексы встречаются на крутых склонах, непригодных для отдыха и прогулок.

Исследуемые нами рекреационные леса не в полной мере соответствуют санитарно – гигиеническим нормативам, несмотря на то, что в них проводится ряд защитных мероприятий против лесных вредителей. На 25 га территории лесного массива санитарно-гигиеническое состояние относительно удовлетворительное, на 19 га средне удовлетворительное, более 10 га территории лесного массива находится в неудовлетворительном состоянии.

Ландшафты исследуемого региона по устойчивости подразделяются на 4 группы:

1. Высоко устойчивые лесные, лесо-луговые, лесо-парковые ландшафты ровных, относительно пологих склонов, с благоприятными термическими условиями и увлажнением.
2. Среднеустойчивые лесные, лесо-кустарниковые и луговые ландшафты водоразделов, приводораздельных участков наклонных склонов с слабо смытыми карбонатно-коричневыми почвами. Рекреационные лесопарки здесь занимают большую площадь.
3. Слабоустойчивые лесные ландшафты крутых склонов со смытыми почвами, выходами кристаллических пород, с благоприятными условиями увлажнения.
4. Неустойчивые скалы, глыбы, крутые, смытые горные склоны с интенсивными сложными динамическими процессами, нестабильной структурой.

ВЫВОД

Естественные ландшафты по рекреационным нагрузкам подразделяются на 3 группы: регулярно используемые, нерегулярно используемые и эпизодично используемые.

Регулярно используемые рекреационные комплексы охватывают зоны, расположенные в сфере влияния рекреационных объектов. В данной зоне преобладают лесопарки, их сфера влияния изменяется от 100 – 300 м до 500 – 600 м. Рекреационная нагрузка достигает 50 – 80 чел /га, в контактной зоне 15 – 25 чел/га.

Нерегулярно используемые комплексы охватывают ландшафты горных склонов и водоразделы г. Гошгара, Даствафура, Хошбулага, горно – лесные, луговые окрестности Гарагела, Маралгела, Гейгеля, а также лесные и лесопарковые ландшафты долины Кюракчая. Рекреационные нагрузки носят здесь эпизодический характер: летом в суботние и воскресные дни они достигают 20 – 100 чел /га, в будние дни резко снижаются. В зимний сезон рекреационное использование практически прекращается.

Эпизодично используемые природные комплексы обычно расположены на большом расстоянии от главных рекреационных зон, в малодоступных районах. К ним можно отнести альпийские, субальпийские, лесные, лесо-луговые, лесо-кустарниковые ландшафты, удаленные от главного населенного пункта. Рекреационная нагрузка включает случайные прогулки, охоту, собирательство, поэтому нагрузка здесь не превышает 1 – 10 чел/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будагов Б.А. Современные естественные ландшафты Азербайджанской ССР, Баку, «Элм», 1988. 135 с.
2. Гарибов Я. А. Антропогенная трансформация современных ландшафтов Азербайджанской Республики. Баку, Марс Принт, 2011. 299 с.
3. Исаченко А.Г. Прикладное ландшафтоведение ЛГУ им. А.А. Жданова: Изд-во Ленинградского ун-та, 1976.
4. 4.Микаилов А.А. Гарибов Я.А. Некоторые вопросы типизации горных ландшафтов Азербайджанской ССР по устойчивости антропогенных факторов. Изв АН Аз. ССР. Серия наука о Земле, 1987
5. Мусеилов М.А. Ландшафты Азербайджанской Республики . Баку, БГУ, 2013, 154 с.

Ecology

OPTIMIZATION OF ANTHROPOGENIC LOADS IN PASTURE AND RECREATIONAL LANDSCAPES OF THE NORTHEAST SLOPE OF THE LESSER CAUCASUS

Garibov Y., Ismailova N., Sadiqov T., Abbasova S., Sarkarli M.

Baku State University

Baku, Azerbaijan

Annotation. The article analyzes the main issues of optimization of anthropogenic loads in pastures, hayfields and recreational complexes of the North-Eastern slope of the Lesser Caucasus. As a result of the study, the main directions of anthropogenesis of pasture and recreational landscapes of the studied region were identified, and a number of measures were developed to restore these complexes.

Keywords: recreational landscapes, optimization, anthropogenic loads, pasture, transformation.

**ВЛИЯНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА
КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ И АРХИТЕКТУРУ ГОСТИНИЧНОГО
КОМПЛЕКСА «HILTON» В Г. БАТУМИ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ
ВИЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «ЛИРА САПР»**

Гигинейшвили Д.Я.^{1), 2)}, Джавахишвили М.В.¹⁾, Кристесиашвили Е.Н.¹⁾

¹⁾Грузинский Технический Университет

М. Костава 68, 0175, Тбилиси, Грузия

²⁾ООО «ПРОГРЕСИ»

Тбилиси, Грузия

E-mail: e.kristesiashvili@gtu.ge

Аннотация. Целью данной работы является анализ и оценка предложенного архитектурно-планировочного решения и разработка более приемлемой конструктивной системы всего комплекса в целом. В статье рассматриваются актуальные вопросы создания надежных и одновременно оптимальных конструкций нового гостиничного комплекса «HILTON» в г. Батуми. На примере строящегося комплекса рассмотрен вопрос оптимальной связи между функцией и формой, а также прочностью, устойчивостью, надежностью и стоимостью здания с учетом сложных гидрогеологических и сейсмических особенностей площадки строительства. Первоначальный вариант проекта гостиничного комплекса «HILTON», предложенный архитекторами в г. Батуми, представлял собой сложную конструктивную схему разновысотных зданий на едином фундаменте. В результате серии прочностных расчетов в первоначальный проект были внесены ряд существенных изменений. Компьютерные моделирования и расчет вариантов выполнены на основе многовариантного анализа, уже существующих проектных решений, а также новых вариантов, предложенных с целью создания наиболее оптимального и приемлемого варианта каркасов зданий, как с точки зрения архитектурно-планировочных, так и конструктивных решений. Анализ напряженно-деформированного состояния архитектурно-планировочных вариантов комплекса выполнен с применением вычислительного комплекса «ЛИРА САПР». Анализ позволил определить и создать новые и оптимальные архитектурные формы и габариты, с учетом конструктивных особенностей каркаса всего комплекса и с учетом гидростатического давления воды. Изменения, внесенные в конструктивную часть проекта, улучшили не только прочностные характеристики зданий, но и благоприятно повлияли на архитектурный облик всего комплекса в целом.

В работе рассмотрены варианты архитектурно-планировочных и конструктивных особенностей на основе соответствующих компьютерных моделей, приведены результаты прочностных расчетов. На основе анализа *напряженно-деформированного состояния разных вариантов комплекса* установлена наиболее приемлемая конфигурация как архитектурных, так и конструктивных особенностей несущих каркасов и подбор фундаментов с учетом гидростатического давления воды. В настоящее время строительство комплекса завершено, и он уже 5 лет как успешно функционирует.

Ключевые слова: гостиничный комплекс, архитектурно-планировочное решение, компьютерное моделирование, расчетный анализ, компьютерная программа «ЛИРА САПР».

ВВЕДЕНИЕ

Город Батуми расположен в западной Грузии на прибрежной полосе Чёрного моря на Батумском мысе, у подножия холмов Южного Кавказа (т.н. западные склоны Аджаро-Гурийского хребта), растянутых вдоль побережья и создающих неповторимо красивые пейзажи города. В г. Батуми влажный субтропический климат. Средняя температура в январе +7.1°C.

Старый город характеризуется строениями европейского стиля, удачным сочетанием архитектурных стилей XIX века и современности. В последние годы бульвар вдоль моря существенно обновили и расширили: практически построен новый бульвар длиной 15 км (до 2004г. он был протяженностью всего 2км). На обновленном бульваре проложены новые дорожки, установлены аттракционы и др. В г. Батуми построен и функционирует целый ряд новых гостиниц: «Медея», «Кемпинский», «Шератон» и др. Завершено и функционирует новый комплекс гостиницы «HILTON».

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Первоначальная концепция комплекса гостиницы «HILTON» основывалась на таком архитектурном подходе, который ставил целью создание девелоперного ансамбля мирового уровня, учитывающего желания и намерения не только клиентов и операторов, но и вкусы и интересы гостей и жителей города Батуми. Исходя из этого, архитектурно-планировочные решения гостиничного комплекса «HILTON» в г. Батуми были разработаны специализированными проектными организациями **ООО «РТКЛ» и ООО «РАМБОЛ»**. За основу решения архитектурных и объемно-планировочных задач было принято проектирование комплекса, состоящего из двух асимметричных разновысотных башен ($H_1=88\text{м}$, $H_2=50\text{м}$), возводимых на едином фундаменте (Рис. 1, 2). **Гл. архитектор проекта - Джос Бортсвик, гл. конструктор – Джони Гигинейшвили.**

После внимательного изучения представленного первого варианта строящегося гостиничного комплекса «HILTON» и на основе результатов компьютерного моделирования возникла идея переработать представленный проект (Рис. 1,2), сохранив его основные концепции. Основная мотивация переработки проекта: различные высоты башен комплекса вызывают неравномерные осадки, что в свою очередь создаёт серьезные проблемы при определении конструктивных особенностей и фундаментации на слабых грунтах и гидростатического давления воды $\Sigma q=60000t(\text{min})-78000t(\text{max})$: геометрические размеры конструкций были заданы с применением деформационных и сейсмических швов вокруг всего периметра высотных зданий. Такое решение в свою очередь вызвало определенные проблемы в конструкциях каркаса и фундаментов с точки зрения деформативности и армировании несущих элементов.

Существующие архитектурно-планировочные решения, разработанные ООО «РТКЛ» и ООО «РАМБОЛ», были переработаны в творческом союзе с ООО «ПРОГРЕСИ» с точки зрения осуществления наиболее приемлемой технологии фундаментации и строительства каркасов с учетом достаточно сложных условий строительства (комплекс расположен между озером и морем, на слабых грунтах и при высоком стоянии грунтовых вод (Рис.1, 2,3 и 4). Сложность фундаментации здания заключалась не только в наличии подземных вод и мягкопластичных глин и песков в основании здания [1, 2], но и в неприемлемых конструктивных решениях комплекса, вызывающих существенный неравномерных осадок и перекося. Поэтому, взамен предложенной архитектурной и конструктивной системы была принята усовершенствованная каркасная система, как для офисной части здания, так и для «жилого дома», что после детальной проработки и было согласовано с заказчиком (вместо разновысотных корпусов зданий решено принять оба корпуса одинаковой высоты, а 2-х этажные подземные гаражи без сейсмических швов).

Рассмотрение вариантов архитектурных и конструктивных решений, с учетом статических, ветровых и сейсмических нагрузок, а также гидростатического давления воды, проводилось на основе компьютерного моделирования с применением вычислительного комплекса «ЛИРА САПР». Главное внимание сосредотачивалось на вопросах устройства фундаментов на едином основании, а также на архитектурной выразительности комплекса в целом. При этом определяющим оставалось гармоничное сочетание архитектурных форм комплекса с надежностью несущих элементов конструкций в сочетании с минимизацией стоимости строящегося объекта.

Согласно первоначальному (первому) варианту архитектурной части проекта, конструкции подвального этажа высотного корпуса и подиума были отделены друг от друга сейсмическим швом (Рис. 5, 6). На основании рассмотрения всех возможных факторов и многовариантного расчёта и по результатам сравнения вариантов нами был сделан вывод, что взамен устройства сейсмических швов между башнями, подвальной частью и подиумом, устройство сейсмического шва целесообразно только между высотными частями здания и подиумом выше подвальных этажей. На уровне обоих подвальных этажей предпочтительнее объединение конструкций в монолитный горизонтальный диск с целью создания мощного и единого коробчатого фундамента под высотной частью комплекса, что значительно улучшило условия работы конструкций всего комплекса. При этом происходит существенное увеличение жесткости подвальных конструкций по сравнению с предыдущими решениями, улучшаются деформационные и динамические показатели, сокращается армирование фундаментной плиты и других несущих элементов конструкций каркаса.

Конструкции самого каркаса решено также с учетом некоторых новшеств, что заключается в применении частично безбалочных перекрытий, а применением только контурных ребер жесткости типа монолитных железобетонных обвязочных балок для придания более высокой жесткости каждого здания [6-7]. Отсутствие ригелей, а также капителей, создали большие преимущества и для расположения трубопроводов и других коммуникационных линий.

Каждая из рассмотренных моделей имела определенные достоинства и недостатки с точки зрения архитектурно-планировочных решений, но единого мнения, которой из них отдать предпочтение, не существовало. Согласно первому варианту, когда разность высот зданий составляла 5 этажей и более (Рис. 1 и 4-й как промежуточное решение), в конструкциях фундаментов возникали существенные неравномерные деформации и усилия. Неравномерные деформации, в свою очередь, были обусловлены не только разными высотами башен, но и наличием деформационных и сейсмических швов в конструкциях подвальных перекрытий (Рис. 5, 6).

Район строительства, по данным геологических изысканий, расположен в 8-ми бальной сейсмической зоне (*с учетом наличия слабого грунтового основания и наличия высоких грунтовых вод*). Распределение водонасыщенных песчаных и глинистых пород неравномерно как в глубину, так и в горизонтальном направлении. Работа основания осложнялись также и высоким гидростатическим давлением воды ($\sum q=60000t(\min)-78000t(\max)$). Компьютерное моделирование и расчет несущих конструкций комплекса как единой пространственной системы на постоянные, временные и кратковременные вертикальные нагрузки, а также на горизонтальные сейсмические и ветровые воздействия с учетом пульсаций и ускорений, произведён с применением вычислительного программного комплекса «ЛИРА САПР». Пространственная компьютерная модель и расчетная схема окончательного варианта данной задачи приведена на Рис. 7.

В окончательном варианте архитектурно-планировочных решений комплекс приобрёл следующие размеры:

- габариты плана строительной площадки гостиничного комплекса 104x85м;
- высота гостиничной башни $H=81.835\text{м}$;
- высота жилой башни $H= 81.269\text{м}$;

- высота подиума в гостиничной части $H=20.485\text{м}$;
- высота подиума в жилой части $H=14.100\text{м}$;
- глубина котлована $h=7.5-8.0\text{м}$.

Выбор типа фундаментов для гостиничного комплекса «HILTON». При проектировании гостиничного комплекса «HILTON» (*Комплекс разноэтажных зданий на свайном основании*) возникло характерное противоречие с одной стороны, компактность здания в плане и относительно неблагоприятные инженерно-геологические условия площадки позволяли рассматривать вариант устройства фундаментов на естественном основании на сплошной монолитной железобетонной плите. Под небольшим слоем техногенных грунтов (толщиной до 1,5 м) на глубину до 10-11 м от поверхности залегают озерно-ледниковые пылеватые супеси тугопластичной консистенции и плотные пылеватые пески, подстилаемые полутвердыми моренными супесями. С другой стороны, расчеты фундаментной плиты на основании, работа которого описывалась различными моделями (двухпараметрическая модель упругого полупространства, трехмерное упруго-пластическое основание), показали что при приложении на фундаментную плиту нагрузок от разновысотных башен, она получает существенные неравномерные осадки. Глубина котлована $h=7.5-8.0\text{м}$, а уровень стояния грунтовых вод -1.0 и -1.5м.

Основная мотивация переработки проекта: различные высоты башен комплекса вызывают неравномерные осадки, что в свою очередь создаёт серьезные проблемы при определении конструктивных особенностей и фундирования, на слабых грунтах с учетом гидростатического давления воды $\sum q=60000\text{т}(\text{min})-78000\text{т}(\text{max})$: геометрические размеры конструкций были заданы с применением деформационных и сейсмических швов вокруг всего периметра высотных зданий. Такое решение в свою очередь вызвало определенные проблемы конструкций каркаса и фундаментов с точки зрения деформативности и армировании несущих элементов. Такая величина осадок допускается региональными геотехническими нормами (ТСН 50-302-96). Тем не менее, возникающая при этом неравномерность осадок в 1,5 раза превышает допустимое значение даже для плиты толщиной 1.5-1.75 м. Таким образом, вариант фундаментной плиты оказался проблематичным. Его реализация возможна лишь в том случае, если надземные конструкции здания обеспечивают восприятие усилий, обусловленных сопротивлением развитию неравномерных осадок фундаментов. Иными словами, требовался совместный расчет здания и обоснования изменения всего проекта. Авторы проекта надземных конструкций после убеждения в том, что предложенный вариант выгодно отличается от первоначального, согласились на изменение всего проекта гостиничного комплекса в целом.

Вариантом, обеспечивающим нормативную неравномерность осадок здания без учета его жесткости, оказались свайные фундаменты. Всего было погружено порядка 200 свай длиной 18-25м. Очевидно, что стоимость свайных фундаментов существенно превысила стоимость устройства фундаментов. В результате, единственно возможным вариантом с точки зрения оптимального конструктивного решения всего комплекса, а также прочности, устойчивости и надежности с учетом долголетней эксплуатации является применение вместо разновысотных каркасов одинаковую высоту обоих зданий и комбинированной плитно-свайной конструкции фундамента.

Научная новизна и практическая значимость

В результате применения современных компьютерных технологий численного моделирования разных вариантов архитектурно-планировочных и конструктивных решений на основе применения вычислительного комплекса «ЛИРА САПР», всего комплекса в целом, а также с учетом геологических и гидрологических особенностей и внешнего воздействия, получены наиболее оптимальные решения как с точки зрения архитектурной, так и конструктивной.

Выполненный анализ напряженно–деформированного состояния гостиничного комплекса позволил определить оптимальные габариты, форму и конструктивные особенности всего комплекса, воспринимающего постоянные, длительные, временные, кратковременные, а также внешние воздействия, такие как: гидростатическое давление воды, тепловые, ветровые, сейсмические и др. воздействия и выбрать наиболее оптимальный вариант, как для внешней формы самого комплекса, так и с учетом его конструктивных особенностей.



Рис. 1. Первый вариант проекта гостиницы «HILTON» в г. Батуми (вид главного фасада здания со стороны озера)



Рис. 2. Место расположения гостиницы «HILTON» в г. Батуми, на генплане города (Между озером Нуры «делфинариум» и морем)



Рис. 3. Начало работ по устройству фундаментов гостиницы «HILTON» в г. Батуми. (Хорошо виден высокий уровень стояния грунтовых вод)

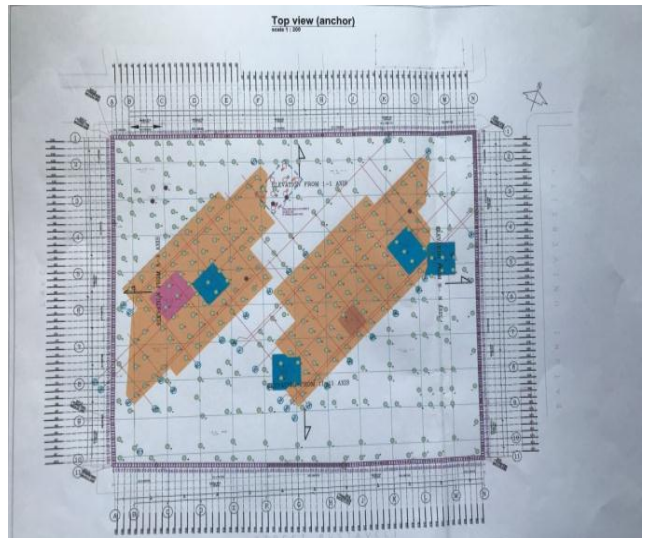


Рис. 4. Устройство котлована, свайного поля (на плане отмечены сваи подлежащие испытанию) и контурных анкеров гостиницы «HILTON» в г. Батуми

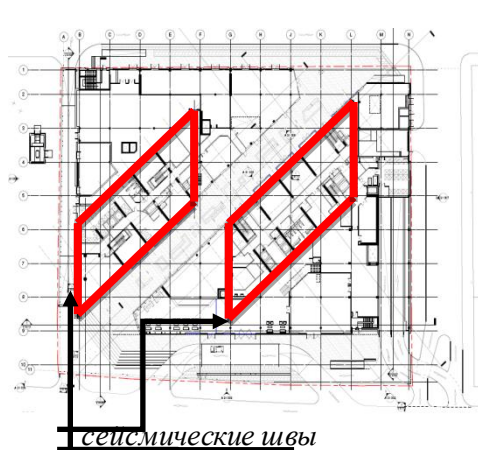


Рис. 5. План подвального этажа. Красными линиями отмечены сейсмические горизонтальные разделяющие швы на плане и в конструкциях по первому варианту проекта



Рис. 6. Вертикальный разрез. Промежуточное решение каркаса, а красными линиями отмечены сейсмические вертикальные разделяющие швы в конструкциях по первому варианту проекта

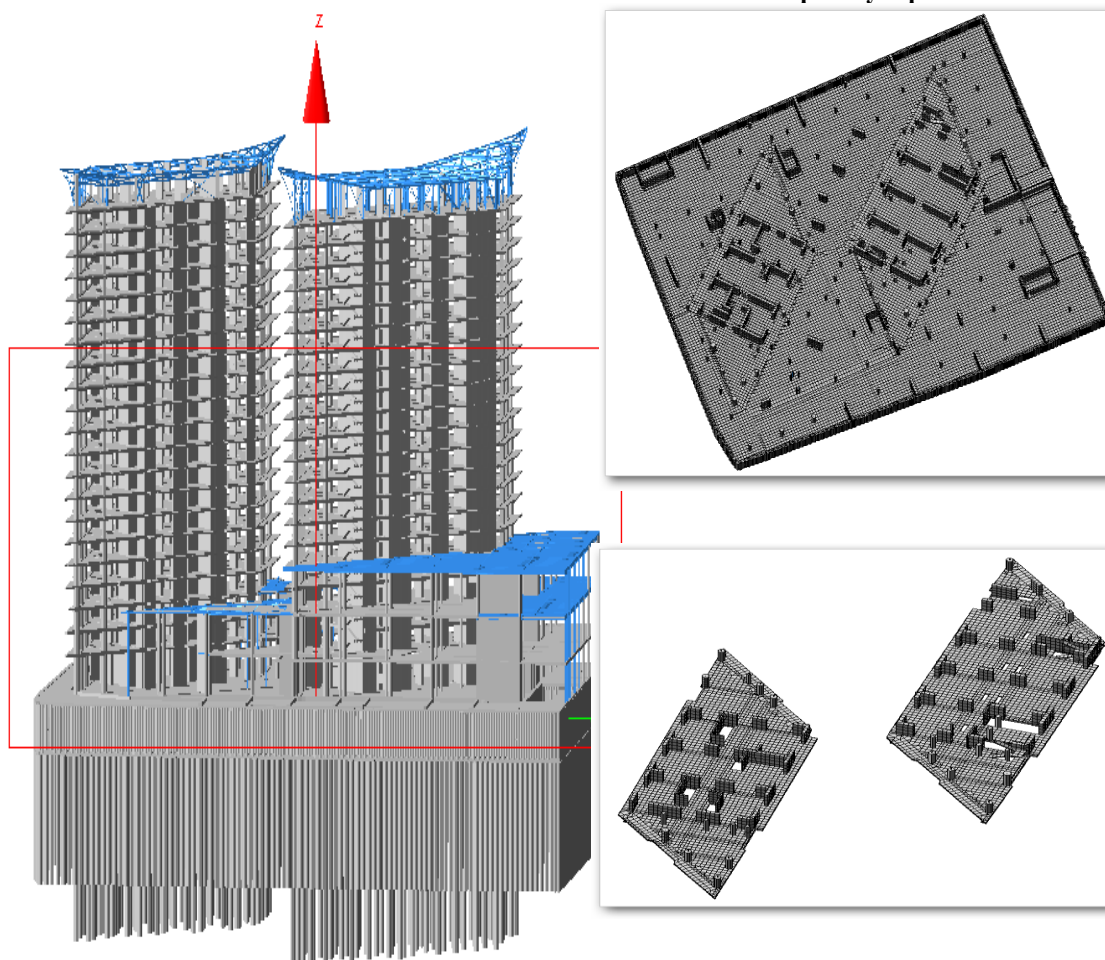


Рис. 7. Полная пространственная компьютерная расчетная модель второго (предложенного) варианта гостиничного комплекса «HILTON» в г. Батуми и фрагменты расчетных схем фундаментной плиты и типового этажа на уровне



Фото 8,9. Вид гостиничного комплекса «HILTON» в г. Батуми со стороны моря (рендер) стороны озера «Нури» на период начала февраля 2015 г.

МЕТОДИКА

В основу работы вложены проведенные многовариантные исследования проектируемого гостиничного комплекса «НИЛТОН» в г. Батуми. Численные исследования проводились с применением методов компьютерного моделирования, использующих численный метод конечных элементов [3-5] на основе многовариантного анализа уже существующих проектных решений, а также новых вариантов, созданных с целью выбора наиболее оптимального и приемлемого варианта, как с точки зрения архитектурно-планировочных, так и конструктивных решений. Для расчета проектируемого гостиничного комплекса на сейсмические воздействия, пакет искусственных акселерограмм сгенерирован на основе геолого-геофизических данных площадки строительства [8-11].

Выполненный анализ напряженно-деформированного состояния гостиничного комплекса «НИЛТОН» в г. Батуми, позволил определить оптимальные габариты, форму и конструктивные особенности всего комплекса воспринимающего постоянные, длительные, временные, кратковременные, а также внешние воздействия такие как: гидростатическое давление воды, тепловые, ветровые, сейсмические и др. и выбрать наиболее оптимальный вариант, как для внешней формы самого комплекса, так и с учетом его конструктивных особенностей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На принятие окончательного архитектурно-планировочного решения по гостиничному комплексу «HILTON» в г. Батуми, большое влияние оказал существующий ландшафт между морем и озером, а также неповторимо красивый пейзаж - сочетание моря, гор и приморского бульвара, что вдохновило авторов проекта на создание необычайно красивого ансамбля;

2. На основе всестороннего компьютерного моделирования и компьютерных технологий, с учетом различных факторов и результатов многовариантного проектирования гостиничного комплекса «HILTON» в г. Батуми, были приняты новые и более усовершенствованные

архитектурные и конструктивные решения. Что стало возможным благодаря тщательного анализа полученных результатов многовариантного анализа НДС пространственного каркаса на сложном основании с учетом гидростатического давления воды на основе применением вычислительного комплекса «ЛИРА САПР», которая позволила получить улучшенный продукт, как с точки зрения инженерных, так и градостроительных задач.

3. По результатам компьютерного моделирования взамен двух разновысотных башен было принято **окончательное** решение запроектировать их одинаковой высоты;

4. В окончательном варианте, конструкция фундаментов выполнена в виде единого двухъярусного коробчатого сечения по всей площади проектируемого здания без деформационных швов взамен сплошной фундаментной плиты большой толщины и двухъярусного подвала, разрезанного вокруг (по периметру) каждой башни сейсмическими швами;

5. Изменения, внесенные в конструктивную часть проекта, усовершенствовали не только прочностные характеристики комплекса, но и благоприятно повлияли на архитектурный облик всего комплекса;

6. Весь комплекс спланирован так, чтобы открывался, возможно широкий вид на море, горы и город. Уделяется внимание и тому, чтобы строения не затеняли друг друга и близлежащее здание университета;

7. Пропорции объемов башен, с одной стороны, и соотношение параметров подиума и башен, с другой, рассчитаны так, что весь комплекс хорошо воспринимается не только в масштабе человека, но и города в целом;

8. Изменения, внесенные в конструктивную часть проекта, улучшили не только прочностные характеристики зданий комплекса, но и благоприятно повлияли на архитектурный облик всего комплекса в целом.

9. Посмотрев сегодня со стороны на великолепный комплекс «HILTON» в г. Батуми, убеждаемся, что инженерная мысль и компьютерное моделирование позволяет решать сложнейшие инженерные задачи (*с учетом всевозможных факторов*) и принимать оптимальные решения как инженерной, так и градостроительной точки зрения!

10. На основании тщательного анализа полученных результатов многовариантного анализа НДС пространственного каркаса на сложном основании с применением вычислительного комплекса «ЛИРА САПР», стала возможным получить улучшенный продукт, как сточки зрения инженерных, так и градостроительных задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Geotechnical Conditions of the Construction Site of Black Sea Hotel and Residence in Batumi. Vol. 1, 2. "TUOVI" Ltd, 2009.
2. Probabilistic seismic hazard assessment of the Black Sea Hotel construction site taking into account local soil conditions (seismic microzonation). Study of engineering-geological properties of soils by means of seismic prospecting methods. Seismic Consulting Ltd. Tbilisi, 2008.
3. Городецкий, А. С. Компьютерные модели конструкций / А. С. Городецкий, И. Д. Евзеров. – Киев: Факт, 2005. – 343 с.
4. Gorodetsky A. S., Evzerov I. D. Kompiuternye modeli konstruktсий [Computer models of structures]. Kiev, Fact Publ., 2005. 343 p.
5. ЛИРА 9.4. Примеры расчета и проектирования: учебное пособие / В. Е. Боговис, Ю. В. Гензерский, Ю. Д. Гераймович, А. Н. Куценко, Д. В. Марченко, Д. В. Медведенко, Я. Е. Слободян, В. П. Титок. – Киев : Факт., 2008. – 280 с.

6. Д.Я.Гигинейшвили, Э.Цоцерия, Д.Коич. Монолитное железобетонное безбалочное перекрытие. Патент № Р 3325. Тбилиси 2002.04.18.
7. Д. Я. Гигинейшвили. Особенности расчета и проектирования зданий и сооружений на сложном рельефа и сложного горно-геологического условия для сейсмических регионов Грузии и Украины с применением вычислительного комплекса «ЛИРА САПР». Миське середовище –XXI сторіччя. Архітектура. Будівництво. Дизайн. Тези доповідей I міжнародного науково-практичного конгреса, м. Київ, 10-14 лютого 2014р./відп. ред. О.А.Трошкіна. – К.: НАУ, 2014.-368с.
8. Bardet, J. P., Ichii, K., and Lin, C. H. (2000). EERA, A Computer Program for Equivalent linear Earthquake site Response Analysis of layered soils deposits, University of Southern California, Los Angeles.
9. Schnabel, P. B., Lysmer, J., and Seed, H. B. (1972). SHAKE: A Computer Program for Earthquake Response Analysis of Horizontally Layered Sites. Report No. UCB/EERC-72/12, Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley.
10. Seed, H. B. and Idriss, I. M. (1970). Soil Moduli and Damping Factors for Dynamic Response Analysis. Report No. UCB/EERC-70/10, Earthquake Engineering Research Centre, University of California, Berkeley.
11. SIMQKE. A Program for Artificial Motion Generation. User’s Manual and Documentation. NISEE.

მშენებლობა და არქიტექტურა

კომპიუტერული მოდელირების გავლენა ქ. ბათუმში მშენებარე სასტუმრო “ჰილტონის” კონსტრუქციულ და არქიტექტურულ გადაწყვეტაზე პროგრამული კომპლექსის “ლირა სპარის” გამოყენებით

გიგინეიშვილი დ.^{1), 2)}, ჯავახიშვილი მ.¹⁾, ქრისტესიაშვილი ე.¹⁾

¹⁾ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

თბილისი, საქართველო

²⁾ შპს «PROGRESI»

თბილისი, საქართველო

ანოტაცია: ამ სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს შეფასება შემოთავაზებული არქიტექტორულ-გეგმარებითი და კონსტრუქციული გადაწყვეტებისა და შერჩეული კონსტრუქციული სისტემის დამუშავება მთელი კომპლექსისათვის. ნაშრომში განხილულია აქტუალური საკითხი ახალი საიმედო და ამავე დროს ოპტიმალური კონსტრუქციული სისტემის შექმნასთან დაკავშირებით ქ. ბათუმში მშენებარე ახალი სასტუმრო კომპლექს „ჰილტონისათვის“. მშენებარე კომპლექსის მაგალითზე განხილულია შენობათა ოპტიმალური ფორმისა და ფუნქციის პრობლემა, რომელიც ამავე დროს დაკავშირებულია სიმტკიცის, მდგრადობის, მედეგობისა და მის ღირებულებასთან და ამავე დროს სამშენებლო მოედანზე რეალურად არსებულ რთულ ჰიდროგეოლოგიურ და სეისმოლოგიურ პრობლემებთან. სასტუმრო კომპლექს „ჰილტონის“ პროექტის თავდაპირველი ვარიანტი წარმოადგენდა რთულ კონსტრუქციულ სისტემას, რომელიც შედგებოდა სხვადასხვა სიმაღლის

შენობებისაგან და განთავსებული იყო ერთიან საძირკველზე. ჩვენ მიერ ჩატარდა შენობათა კომპლექსის გაანგარიშებანი, რომელთა ანალიზის საფუძველზე შენობის პირველი ვარიანტის საპროექტო გადაწყვეტებში შეტანილია მნიშვნელოვანი ცვლილებები. კომპიუტერული მოდელირება და ვარიანტული გაანგარიშებანი შესრულებულია სხვადასხვა სიმაღლის შენობათა დაფუძნებისა და მათი, როგორც არქიტექტურულ-გეგმარებითი, ასევე კარკასული სისტემისა და დაფუძნების უფრო ოპტიმალურად გადაწყვეტის მიზნით. მთელი კომპლექსის არქიტექტურულ-გეგმარებითი ვარიანტების დამაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ანალიზი განხორციელდა კომპიუტერული პროგრამული კომპლექს „ლირა საპრის“ გამოყენებით. ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე შესამღებელი გახდა შექმნილიყო კომპლექსის გაუმჯობესებული ვერსია, რომელიც ითვალისწინებდა დაფუძნებაში წყლის ჰიდროსტატიკურ დაწნევასა და სეისმურ ზემოქმედებას. პროექტში შეტანილი ცვლილებების საფუძველზე რამდენადმე შეიცვალა შენობის არქიტექტორული იერსახე.

ნაშრომში წარმოდგენილია არქიტექტორულ-გეგმარებითი და კონსტრუქციული გადაწყვეტილებანი და შესაბამისი კომპიუტერული მოდელები და გაანგარიშებათა შედეგები. შენობათა კომპლექსის სხვადასხვა ვარიანტის დამაბულ-დეფორმირებული ანალიზის საფუძველზე შესამღებელი გახდა მიგველო შენობათა კომპლექსის უფრო მისაღები ვერსია როგორც არქიტექტორული, ასევე მისი კონსტრუქციებისა და დაფუძნების რთული ჰიდროგეოლოგიური პირობების, ჰიდროსტატიკური დაწნევისა და სეისმური ზემოქმედების გათვალისწინებით. დღეისათვის შენობა უკვე 5 წელზე მეტია რაც ფუნქციონირებს.

საკვანძო სიტყვები: სასტუმრო კომპლექსი, არქიტექტორულ-გეგმარებითი გადაწყვეტები, კომპიუტერული მოდელირება, გაანგარიშებათა ანალიზი, კომპიუტერული პროგრამა „ლირა საპრ“.

Construction and architecture

INFLUENCE OF COMPUTER MODELING ON CONSTRUCTIVE DECISIONS AND ARCHITECTURE OF THE HOTEL COMPLEX "HILTON" IN BATUMI ON THE BASIS OF APPLICATION OF THE «LIRA SAPR»

Gigineishvili D.^{1), 2)}, Javakhishvili M.¹⁾, Kristesiashvili E.¹⁾

¹⁾ Georgian Technical University

Tbilisi, Georgia

²⁾ LLC «PROGRESI»

Tbilisi, Georgia

Annotation. The purpose of this work is the analysis and evaluation of the proposed architectural planning solution and the development of a more acceptable structural system of the whole complex. The article deals with current issues of creating reliable and at the same time optimal designs of the new hotel complex "HILTON" in Batumi. On the example of the complex under construction, the question of the optimal connection between function and form, as well as the strength, stability, reliability and cost of the building, taking into account the complex hydrogeological and seismic features of the construction site, is considered. The initial version of the project of the hotel complex "HILTON" proposed by the architects in the city of Batumi was a complex design scheme of buildings of different height on a single foundation. As

a result of a series of strength calculations, a number of significant changes were made to the initial draft. Computer simulations and the calculation of options are made on the basis of a multivariate analysis, already existing design solutions, as well as new options proposed in order to create the most optimal and acceptable option for building frames, both in terms of architectural and planning solutions and design solutions. The analysis of the stress-strain state of the architectural-planning variants of the complex was carried out using the „LIRA SAPR“ computer complex. The analysis allowed to determine and create new and optimal architectural forms and dimensions, taking into account the design features of the framework of the whole complex and taking into account the hydrostatic pressure of water. The changes made to the design part of the project improved not only the strength characteristics of the buildings, but also favorably affected the architectural appearance of the entire complex as a whole. The paper discusses options for architectural, planning and design features based on the corresponding computer models, and presents the results of strength calculations. Based on the analysis of the stress-strain state of different variants of the complex, the most acceptable configuration of both architectural and structural features of the supporting frames and selection of foundations were established, taking into account the hydrostatic pressure of water. At present, the construction of the complex has been completed, and it has been functioning successfully for 5 years already.

Keywords: hotel complex, architectural planning solution, computer simulation, computational analysis, computer program "LIRA CAD".

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL BASES OF NATURE PROTECTION MAPS

Gojamanov M.¹⁾, Garibova I.²⁾

¹⁾Baku State University

Z. Khalilov St. 23, Baku AZ1148, Azerbaijan

²⁾Azerbaijan State Pedagogical University

R. Beybutov st. 6, Baku AZ1000, Azerbaijan

E-mail: mgodja@yandex.ru, ilhama33@live.com

Annotation. The increase of imbalance between a society and the environment, ongoing changes in the natural geosystems, and heavy degradation processes in different parts of the globe lead to deterioration of the living conditions of the population resulting in necessity of the human society to increase attention to the environmental problems, investigate them and based on scientific grounds develop measures for protection. To respond those challenged, it remains as an area of great importance in the context of comprehensive work, to conduct research, and to map the processes and events that occur. Nature protection maps are a special kind of cartographic art-work, which is passing the development phase right now. Such maps were partly prepared in Azerbaijan in previous periods.

This article considers the experience of foreign scientific and production centers, and it presents the theoretical and methodological basis for the preparation of nature protection maps.

Keywords: nature protection, mapping, special protected natural areas, theoretical and methodological basis.

1. INTRODUCTION

Exigency to design the nature protection thematic maps demanded by the formation of nature protection problems in 50-60s of the last century. In the mid-1970s, the number of such maps had increased significantly either individually or as a part of atlases. At that time, the nature protection mapping began to form as a separate direction of the thematic cartography. However, the elements of the content of nature protection maps of that period differed from the elements of modern similar maps, in a way that there were elements of external thematic subjects, however some important nature protection mapping components were not reflected. At the next stage of development, the nature protection maps have been differentiated from the ecological maps in their exact context. However, there are still common elements are stored on both types of maps, for example, special protected areas.

2. DIRECTIONS OF THE NATURAL PROTECTION MAPPING

The illustrative object of the nature protection mapping is the basis of the scientific-methodological approach in this area of cartography. At the same time, the areas described in these maps have the following properties:

- territories consist of natural components that have special properties;
- areas are exposed to anthropogenic loads (impacts) with a different type and tension;
- As a result of anthropogenic activity various level of negative degradation of the environment occurs;
- change of nature and anthropogenic processes and phenomena is unequivocal.

Depending on the nature of the nature protection object, the direction of the nature protection mapping is determined, and the appropriate context maps are drawn up [1].

Nature protection maps (NPMs) are mainly divided into two major groups:

- maps depicting the protected natural areas;
- maps of nature protection measures.

Though, there have been compiled maps containing both contents.

3. MAPS DEPICTING THE PROTECTED NATURAL AREAS

The analysis of the thematic nature protection maps shows that, in general, their content elements mostly include the following objects, processes and events [5]:

- Special Protected Natural Areas (SPNA) and Protected Natural Areas (PNA);
- Nature protection measures;
- Enterprises and organizations of nature protection purpose;
- Surveillance camps and environmental monitoring stations.

SPNA and PNA maps are more popular amongst nature protection maps. These maps describe various nature protection objects, such as natural preserves, national and natural parks, sanctuaries and nature monuments, urban greenery zones, garden-park art monuments, water conservation zones, etc. In many cases, PNA is often used to reflect areal of rare plants and animals, as well as historical and cultural heritage sites.

In the PNA, objects are distinguished according to their significance and subordination (state, zonal, local), based on their area, the purpose of creation (for instance, preserves can be biological, hydrological, multi-purpose and so on). Such maps also describe not only the existing objects of nature protection, but also those that are on design stage, as well as the areas where it is advisable to establish such protection facilities.

To describe the objects of the nature protection maps, mainly areal and local signs method is used. Normally, plants, animals, birds, and other small-sized objects are described using the local symbols method. Thus, the traditional artistic marking of such objects is utilized. However, the use of local-symbols marking should be restricted in the mapping of scientific-information cartographic works. It was stated by S.Salnikov [8] too. Thus, in scientific cartographic works, the method of signals described by geometric figures is preferable.

While compiling the nature protection map, there are some cases where PNAs are sharply differ between themselves in their sizes. In such cases, the use of the terrestrial method is not considered to be convenient. On the other hand, describing the territories with different areas, with the local symbols of the same size also distorts the real picture of the area. Therefore, it is advised to show the objects of nature protection with cartograms in such cases. At that time, the area of the PNA is provided proportionally to the overall area of the administrative-territorial unit.

In respect of above-mentioned, based on our own studies, we can note that special nature protection maps have not been drawn on the territory of the Republic of Azerbaijan, and this direction of cartography has not been formulated and developed. Only episodically some elements of nature protection objects have been included in the composition of general geographical maps and atlases. That is reason of our interest to this area of cartography that lead us to investigate and conduct researches; to draw up many special nature protection maps and analyze them. An example of such works, the map of specially protected areas in the territory of Azerbaijan is shown in Figure 1 [1].

As it is known, any geo-ecological research work is finalized by mapping of the obtained results of it. Because, the map enhances the visualization, and readability of the data; the correct understanding of the location of objects and events in described area; and most importantly, based on cartographical analysis, it allows to determine geographical, ecological, hydrometeorological and other laws related to those objects and events. This is one of the most important issues for planning and implementing appropriate nature protection measures.

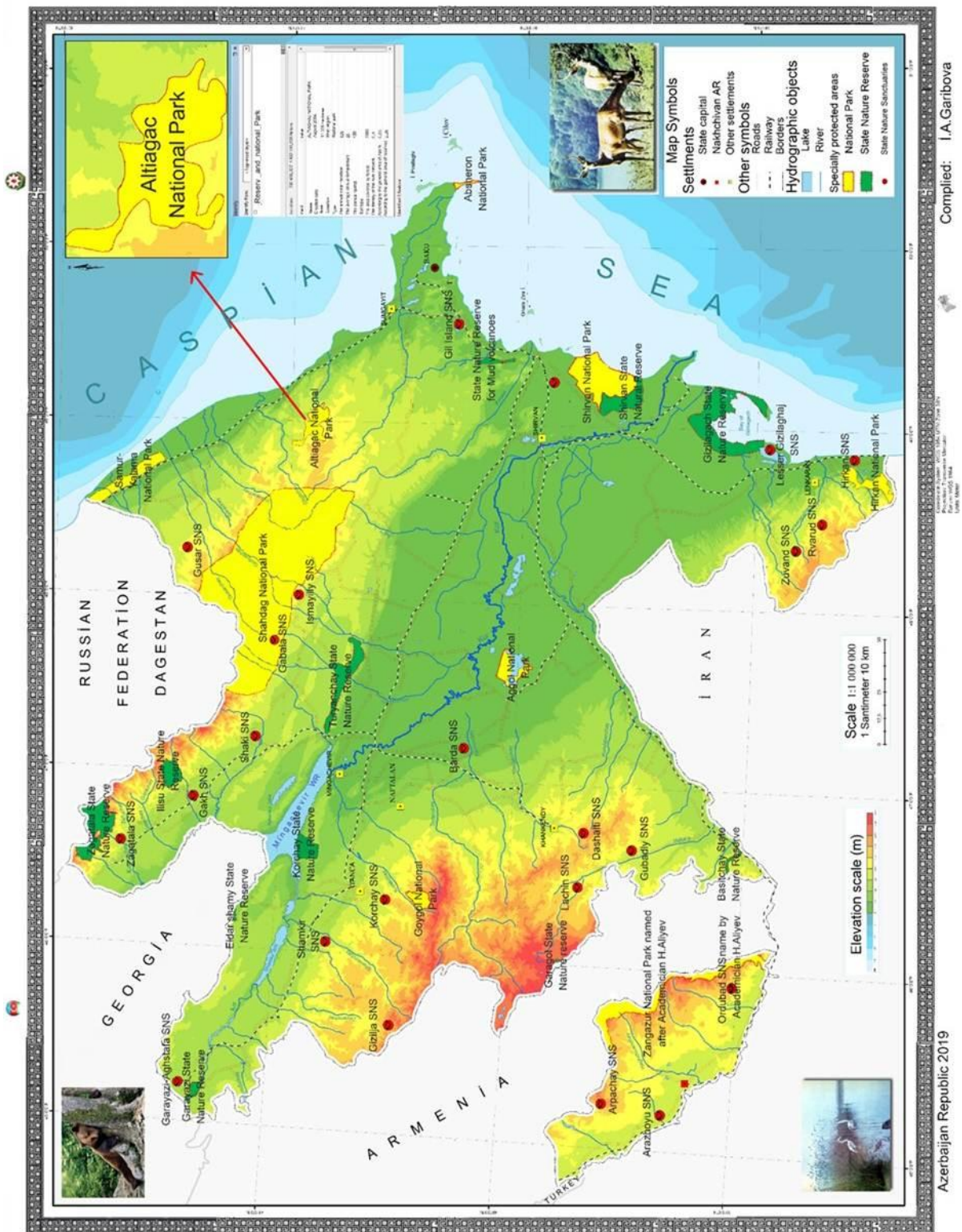


Fig. 1. Map of Specially Protected Natural Territories of Azerbaijan

Geographical content, mathematical bases and other elements of a main body of the map of specially protected territories in Azerbaijan were compiled based on GoogleMap, GoMap, stock map materials, as well as space images and data from LandSat and other space satellites.

In general, the mapping was made using the GIS technology based on the ArcGis 10.2 package software developed by Esri (USA) and using the new mapping technics. The map was drawn on the cone projection and its respective cartographic web was scattered; mathematical bases, legends, and its conventional signs were developed.

4. NATURE PROTECTION MEASURES MAPS

With regard to the mapping of the second type NPMs, i.e. nature protection measures maps, it should be noted that in such maps the content elements vary depending on the scale and size of the map. At the same time, nature protection measures can be mapped in both landscape style and components based. In former case, the group of measures focuses on natural landscapes and to the type of use of land. This approach was used on the map “Nature Protection of the USSR (1: 8,000,000)” (1978).

Mapping of nature conservation measures based on components is usually carried out to study the actual situation of protection measures of nature, when the natural resources are used. In this case, blocks of mapped actions are mostly associated with soil, atmospheric air, and others [3]. For example, the soil conservation measures may include measures against erosion, sliding, re-cultivation, wind erosion, as well as land productivity improvements. Water purification installations, water protection zones, coastal forest lanes, collectors carrying out used water, and buildings constructed against flooding are normally included in the map of water protection measures.

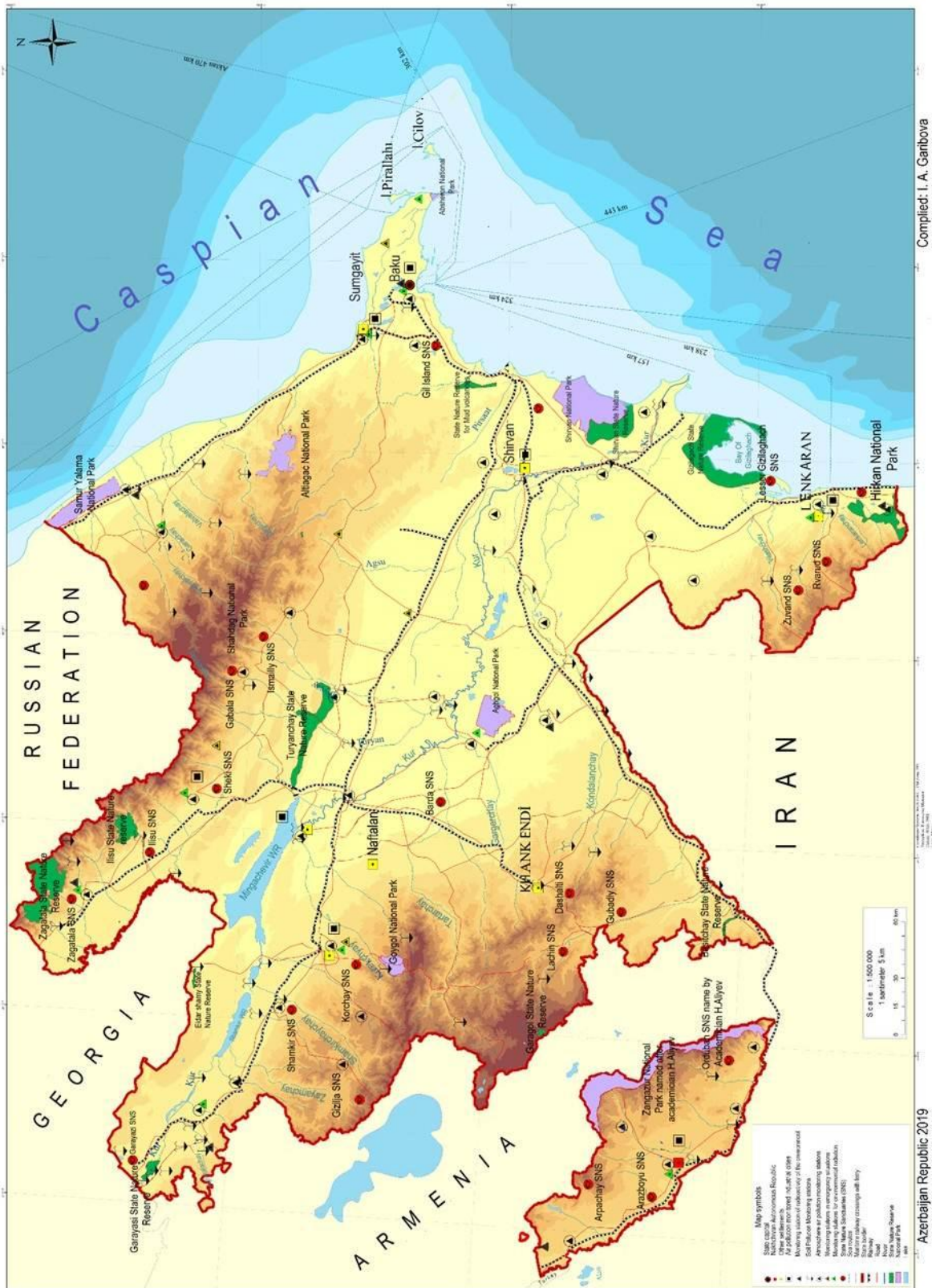
To design such maps, depending on the area of the nature protection measures, the local symbols, linear signs, local diagrams, areal and quality funds methods of mapping are used. It should also be noted that the maps of nature protection measures are created in the form to demonstrate the existing situation, which reflects the measures that are being implemented or are recommended to be implemented.

The third type of maps, namely the maps depicting the nature protection organizations and organizations, describe elements of the cleaning systems, garbage disposal plants, forest reclamation stations, forest seedlings, forest fishing, and fish farms, etc. As the location of these businesses is known, the local conventional signs are used to describe them.

For mapping the state and public ecological organizations on the map, similarly to the third type of maps, the local and regional conventional signs are also used.

Finally, when designing the last type of nature protection maps, objects are grouped depending on the subordination, direction of their activities, and the regime and program of monitoring, and then, each group of objects are described with the specific lines. For example, hydro-posts, the areas where soil samples are taken, and places of the atmospheric air inspection posts are described with different signs.

In view of the above, it should be noted that we have examined the state and public organizations, enterprises and centers engaged in nature protection activities in Azerbaijan; the location of their monitoring and observation stations that examine the regular environmental conditions and carry out appropriate measurements are defined, and systematized. Then, we developed the respective conventional signs, and drawn up the map named The Environmental Monitoring System in Azerbaijan (Figure 2).



Compiled: I. A. Garibova

Azerbaijan Republic 2019

Fig. 2. Nature protection monitoring system in Azerbaijan

There has recently been developed a new cartographic illustrations direction, called "Ecological Carcass Map of the Territory," to depict the nature conservation maps. These maps reflect almost all areas of the nature conservation system. Sometimes these maps show the interconnected nature conservation areas in the form of a single system. On such maps, the following areas are mentioned separately:

- main natural areas (nuclear, intersections, bio-centers) that provide direct protection of the nature and its biodiversity;
- buffer zones designed to protect bio-centers from negative external influences;
- transit areas that provide natural links between nature nuclei, and it eventually helps the process of natural regulation of natural ecosystems;
- ecological restoration areas, i.e. areas of nature that damaged and needs the rehabilitation.

5. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Based on the analysis and research of design features of NPMs, the following conclusions are made:

1. Nature protection mapping is a new and developing direction of cartography. Its research objects, as well as the content of such maps, differ from other cartographic works. Therefore, theoretical and methodological foundations in this area require special approaches.
2. Although some progress has been made in the field of environmental mapping in Azerbaijan, the nature protection mapping is heavily behind of those developments. Drawings, recommendations and suggestions on the theoretical methodological basis of the NPMs in this article, can be regarded as a forward-looking step in this direction.
3. Nature protection mapping are compiled in two main directions. Maps depicting the protected nature areas and maps of nature protection measures. The scientific base of these maps consists of landscape maps.
4. NPMs are distinguished by the importance and subordination of the objects, by their area, by the purpose and the date of their creation. It is recommended that such maps be compiled primarily by areal and local conventional signs.
5. Depending on the coverage area, it is recommended that the maps of nature protection measures be compiled using the local conventional signs, linear signs, local diagrams, areal and quality fund methods.

REFERENCES

1. Garibova I. A. Anti-erosion protection measures and mapping in the Azerbaijani section of the Greater Caucasus// Bulletin of Baku University. Series of natural Sciences. Baku, 2017, No 1, pp. 186-190 (in Azerbaijani).
2. Garibova I. A. The Role of specially protected objects in nature protection in Azerbaijan// Bulletin. Scientific news. Azerbaijan technological University, Ganja, No 4/27, pp. 46-57 (in Azerbaijani).
3. Garibova I. A. Features of mapping of physical and chemical indicators of atmospheric precipitation//Geography and natural resources. Journal of the Azerbaijan Geographical Society, 2018, No 2 (8), pp. 67-74 (in Azerbaijani).
4. Berlyant A.M., Vostokova A.V., Kravtsov V.I., etc. Cartography/Edited by A. M. Berlant, Aspect Press, 2003(in Russian).- 477 p.
5. Gojamanov M.H., Garipova I.A.Requirements to the thematic content of nature maps //Questions of geography and geocology. Journal of the Institute of geography of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. , 2018, No. 1, pp. 76-80 (in Russian).
6. Dyakonov K.N. Environmental design and expertise. M.: Aspect Press, 2005.-384 p. (in Russian)
7. Kochurov B. I., Shishkina, D. Y., Antipova A.V., Kostivka S. K. Geocological mapping. – M.: Publishing center "Academy", 2012, -224 p. (in Russian).
8. Salnikov, E. S. The Principles of scientific-reference ecological-geographical mapping (on the example of maps rating the state of the environment), Vestnik, Moscow state University. Ser. geogr., 1993.-No 5, pp. 11-12 (in Russian).

წყლისმიერი პროზიული პროცესების ზემოქმედება, ტყის რესურსებისა და სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების დაცვა

დ. გუბელაძე¹⁾, ო. ხარაიშვილი¹⁾, ნ. მებონია¹⁾, მ. კიკაბიძე²⁾

¹⁾ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
გურამიშვილის 17, 0192, თბილისი, საქართველო

²⁾ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ცოტნე მირცხულავას სახელობის
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ჭავჭავაძის გამზ. 60^ბ, 0179, თბილისი, საქართველო

**E-mail: davidgubeladze14@yahoo.com, Xaraihvili-nona@yandex.ru,
n.mebonia@agr.uni.edu.ge, maia.kikabidze@bk.ru**

ანოტაცია. საქართველოს მთელ რიგ რეგიონებში ადგილი აქვს უშუალოდ ნიადაგის ნაყოფიერების შემცირებას, რისი უმთავრესი მიზეზიც სწორედ ნიადაგის ეროზიაა, რომელიც იწვევს გარემოს ეკოლოგიური წონასწორობის დარღვევას. ნიადაგის ეროზიის შედეგად მნიშვნელოვან ზარალს განიცდის სოფლის მეურნეობა. ამ ზარალმა ბოლო პერიოდში მნიშვნელოვნად იმატა, მაგრამ სხვადასხვა რეგიონში წყლისმიერი ეროზიის საწინააღმდეგო სწორმა ღონისძიებების გატარებამ განაპირობა სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების მოსავლიანობის შენარჩუნება,

ეროზიული პროცესების გავრცელების არეალისა და ინტენსივობის მნიშვნელოვნად შემცირება, ტყის საფარის შენარჩუნება და გარემოს ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნება.

საკვანძო სიტყვები: ტყე, ნიადაგი, ეროზია, ეკოლოგია.

შეჯამება

საქართველოს მთისა და მთისწინა რეგიონებში ბოლო პერიოდში შეიმჩნევა ეროზიული პროცესების გააქტიურება. აღნიშნული მდგომარეობა გარკვეულწილად განპირობებულია იმით, რომ დროულად არ იყო შეფასებული და გათვალისწინებული ის მოსალოდნელი ობიექტური ცვლილებები, რომელიც ახლავს სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ინტენსიფიკაციას, ნიადაგის არასწორ დამუშავებას, ეროზიული პროცესების გავრცელების არეალის ზრდას და ნიადაგის ინტენსიურ დეგრადაციას.

ეროზიული პროცესების შედეგად მიყენებული ზარალი არ განისაზღვრება, მხოლოდ სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების შემცირებითა და დეგრადირებით. ეროზია უდიდეს ზარალს აყენებს ნიადაგის ნაყოფიერებას და გარემოს ეკოლოგიურ მდგომარეობას. წყლისმიერი ეროზიული პროცესების შედეგად წარმოშობილი ხრამები და ხეები ანაწევრებს სასოფლო –სამეურნეო სავარგულებს, ართულებს ნიადაგის დამუშავებას, ხელს უწყობს მდინარეებში ნატანის დაღექვას და წყალსაცავებში სასარგებლო მოცულობის შემცირებას [1,2, 3].

პირითაღი ნაწილი

აღნიშნულ მიზეზთა გამო ქვეყნის რიგ რეგიონებში: ზემო იმერეთი, მთიანი აჭარა, კავკასიონის მთელი მთისწინეთი და სხვ. ეროზიულმა პროცესებმა კატასტროფული ხასიათი მიიღო. გახშირდა ეროზიის თანმდევი ისეთი საშიში პროცესები, როგორცაა ღვარცოფები, მეწყერები და ხრამწარმოქმნა. დღეისათვის საქართველოში აღრიცხულია

10000-მდე მეწვერი, 2000-მდე ღვარცოფული აუზი. შეიძლება ითქვას, რომ ქვეყნის რიგ რეგიონში დარღვეულია საუკუნეების მანძილზე ჩამოყალიბებული ბუნებრივ-ეკოლოგიური წონასწორობა. ადგილი აქვს სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ნაყოფიერების საგრძნობ შემცირებას, რაც ერთ-ერთი მიზეზია მოსახლეობის ინტენსიური მიგრაციისა ბარში და ამით გამოწვეული რიგი პრობლემებისა. არსებული მდგომარეობის გათვალისწინებით მოზანსეწონილად მიგვაჩნია ეროზიული პროცესების შემცირების მიზნით გატრდეს აუცილებელი მედიორაციული ღონისძიებები, რათა დროულად მოხდეს პრევენციული სამუშაოების ჩატარება და წარმოქმნილი პრობლემების მოგვარება, კერძოდ:

- ერთწლიანი სასოფლო-სამეურნეო კულტურებით ათვისებულ ფერდობებზე შეიმჩნევა ინტენსიური ჩამორეცხვა, რის შედეგადაც დროთა განმავლობაში უვარგისი ხდება შემდგომი სასოფლო-სამეურნეო წარმოებისათვის.
- სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წარმოებისათვის უვარგის ფერდობებზე და ეროზიის წარმოშობის კერებში, ნიადაგის ეროზიისაგან დაცვის მიზნით, საჭიროა გატრდეს სატყეო-სამელიორაციო ღონისძიებები.
- ხევ-ხრამების სათავეებში, ნაპირებზე და ეროზიის წარმოშობის სხვა კერებში უნდა გაშენდეს ნიადაგდაცვითი ტყის ზოლები.
- წყალდაცვითი მნიშვნელობის ტყე-უჩქნარებში და ტყეებში უნდა ჩატრდეს მხოლოდ მოვლითი ჭრები და მასში საქონლის ძოვება უნდა აიკრძალოს.
- სოფლის მეურნეობის წარმოებისასთვის გამოუსადეგარ ფერდობებზე საჭიროა ხელოვნური ტყე-უჩქნარის გაშენება.
- მდინარისპირა სანაპირო ზოლის გასამაგრებლად კარგ შედეგს იძლევა ტყის ხე-მცენარეული საფარი და ამ მხრივ მათი მნიშვნელობა უდიდესია. ისინი, ერთი მხრივ, თავიანთი ფესვებით ბადესავით ფარავენ მდინარეთა სანაპირო ზოლს და იცავენ მათ ჩამორეცხვისაგან, ხოლო მეორეს მხრივ, ახდენენ ეროზიული პროცესების კოლმატაჟს და უზრუნველყოფენ მდინარისპირა კალაპოტების მდგრადობას.

წელისმიერი ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებების გატარების შედეგად მოსალოდნელი ეფექტი გამოიხატება შემდეგში:

- ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებების გატარება, პირველ რიგში, იცავს ქვეყნის შეუცვლელ სიმდიდრეს – ნიადაგს, ინარჩუნებს მის ნაყოფიერებას, აჩერებს ნიადაგების გაუდაბნოების პროცესს. იგი უზრუნველყოფს ეროზირებულ მიწებზე სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა სტრუქტურის შეცვლას და მის სწორ გაადგილებას. ეროზირებულ მიწებზე სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მოსავლიანობის გადიდებას და წმინდა შემოსავლის მნიშვნელოვნად გაზრდას.
- ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებების გატარებით, ამ მიწებზე სოფლის მეურნეობის რენტაბელობის დონე შედარებით მაღალია.

ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებების ეკონომიკური ეფექტიანობა დადგენილია მრავალწლიანი მეცნიერული კვლევის შედეგად. მდინარეთა ნაპირსამაგრი სამუშაოების ჩატარებით მთლიანად იქნება დაცული არა მარტო სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მოსავალი და პირუტყვი, არამედ შენობა-ნაგებობები, გზები და ა.შ. ეროზიის საწინააღმდეგო აღნიშნული ღონისძიება საკმაოდ ძვირადღირებული, მაგრამ მაღალეფექტური ღონისძიებაა [5,6].

ძირითადი დასკვნები

- მინდორსაცავი ტყის ზოლების გაშენება ჰექტარზე ზრდის სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობას 15-30%-მდე.

- წყლისმიერი ეროზიის საწინააღმდეგოდ ფერდობებზე ნიადაგდამცავი ხე-მცენარეების გაშენება უზრუნველყოფს ფერდობებზე ნიადაგების დაცვას დახრამვისაგან და ფერდობის ქვედა ნაწილში ნიადაგის ჩამოტანისაგან.

- სათიბ-სადოვრების ზედაპირული გაუმჯობესება მათ პროდუქტიულობას 20-25 %-ით ზრდის.

- კვლევებით განისაზღვრა, რომ ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებებში კაპიტალურ დაბანდებათა ეკონომიკური ეფექტიანობა საკმაოდ მაღალია და მისი გამოსყიდვის ვადა საშუალოდ სამ წელიწადს, ხოლო კაპიტალურ დაბანდებათა ეფექტიანობის კოეფიციენტი - 0,35-ს შეადგენს.

- ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებების გატარებას აქვს არამარტო სამეურნეო და ნიადაგდამცავი არამედ სოციალურ-ეკოლოგიური ეფექტიც ბიომრავალფეროვნების და ბუნებრივი ლანდშაფტების შენარჩუნების თვალსაზრისით [7,8].

- ნიადაგის ეროზიისაგან დაცვის, ნაყოფიერების აღდგენისა და ამადლების ერთ-ერთ საუკეთესო საშუალებად ითვლება ფერდობებზე ჩამონადენი წვიმის და თოვლის წყლების მოწერიგება წყალამრიდი არხების გაყვანით. მათი წარმოებაში დანერგვა და პრაქტიკული განხორციელება არ მოითხოვს დიდ კაპიტალურ დანახარჯებს და შესაძლებელია არსებული საწარმო საშუალებებით. ამ მიზნით სავარგულების ზედა და ფერდობების სხვადასხვა ნაწილში (საჭიროებისამებრ) უნდა მოეწყოს წყალამრიდი არხები, რომელთა ბოლოებიც შეერთებული იქნება წყალგამყვან არხებთან. ისინი თავის მხრივ უერთდებიან ახლო მდებარე მდინარეებს, ღელეებს, ხევებს და სხვა. წყალამრიდი და წყალგამყვანი არხები დაქანებებზე მოპირკეთებული უნდა იყოს სტანდარტული ფილებით ან ქვებით.

საქართველოს მთელი რიგი რეგიონების ეკოლოგიური სტაბილურობის შენარჩუნება, სოფლის მეურნეობის ეფექტურობის საჭირო ღონის უზრუნველყოფა და მასთან დაკავშირებული ეკონომიკური და სოციალური პრობლემების გადაწყვეტა განაპირობებს ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებათა შემუშავებასა და პრაქტიკულ განხორციელებას.

ლიტერატურა

1. Gubeladze D. O. - The agricultural private sector and perspectives of its development in Georgia. სამეცნიერო შრომათა კრებული აგრარული მეცნიერების პრობლემები, თბილისი, სსაუ, 2005 წ.
2. გუბელაძე დ.ო. - მდინარის დინების მახასიათებლები და კალაპოტის ფორმირების თავისებურებანი ჟურნალი „მეცნიერება და ცხოვრება,, - 2(14) ტომი, თსაუ, თბილისი 2016წ. გვ.76-82
3. ხარაიშვილი გ. მინდორსაცავი ტყის ზოლების გავლენა საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობაზე და მისი გაშენების აგროწესები. თბილისი, 2004.
4. ნათიშვილი ო., ტულუში გ., ცუცუნაშვილი ო. ტიგიშვილი ო. გიორგაძე ს. მელიორატორის ცნობარი. „საბჭოთა საქართველო“, თბილისი, 1986, 335 გვ.
5. „ნიადაგის ეროზიისაგან დაცვის კომპლექსურ ღონისძიებათა რეკომენდაციების“ დამტკიცების შესახებ საქართველოს სოფლის მეურნეობის მინისტრის ბრძანება №2-277, 25 ნოემბერი, 2005.
6. გავარდაშვილი გ. ირიგაცია. დრენაჟი, ეროზია. „უნივერსალი“, თბილისი, 2016, 410 გვ.
7. გუბელაძე დ., ხარაიშვილი ო. სასოფლო სამეურნეო მელიორაცია – სადექციო კურსი, ელექტრონული ვერსია, CD2722, 2015, 152 გვ.
8. გუბელაძე დ., ხარაიშვილი ო. სასოფლო-სამეურნეო მელიორაციის პრაქტიკული სახელმძღვანელო – თბილისი, 2018 წ. 321 გვ.

Hydraulics and reclamation

**IMPACT OF WATER EROSION PROCESSES,
PROTECTION OF FOREST RESOURCES AND AGRICULTURAL LANDS**

Gubeladze D.¹⁾, Kharashvili O.¹⁾, Mebonia N.¹⁾, Kikabidze M.²⁾

¹⁾Georgian Technical University

Tbilisi, Georgia

²⁾Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute

of Georgian Technical University

Tbilisi, Georgia

Annotation. In many regions of Georgia, a direct decrease in soil fertility is observed, the main cause being soil erosion, which causes a disturbance in the ecological balance of the environment. Soil erosion leads to a significant loss of agricultural land. This loss has significantly increased in recent times the implementation of correct measures against water erosion in various regions has led to the preservation of agricultural land.

Preserving the area of fertile land, reducing the intensity of the spread of erosion processes, maintaining forest cover and the ecological balance of the environment.

Keywords: forest, soil, erosion, ecology.

Гидравлика и мелиорация

**ВЛИЯНИЕ ВОДНО-ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ,
ЗАЩИТА ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ**

Губеладзе Д.¹⁾, Хараишвили О.¹⁾, Мебонია Н.¹⁾, Кикабидзе М.²⁾

¹⁾Грузинский Технический Университет

Тбилиси, Грузия

²⁾Институт водного хозяйства им. Ц.Мицихулава

Грузинского технического университета

Тбилиси, Грузия

Аннотация. Во многих регионах Грузии наблюдается прямое снижение плодородия почв, основной причиной является эрозия почв, которая вызывает нарушение экологического баланса окружающей среды. Эрозия почвы приводит к значительной потере угодья сельского хозяйства. Эта потеря значительно увеличилась в последнее время проведение правильных мер против водной эрозии в различных регионах привело к сохранению сельскохозяйственных земель

Сохранение площади плодородных земель со крашения интенсивности распространения эрозионных процессов, поддержание лесного покрова и экологического баланса окружающей среды.

Ключевые слова: лес, почва, эрозия, экология.

ღვარცოფული ნარევის რეოლოგიური მახასიათებლების განსაზღვრის საკითხი

ზ.გვიშიანი¹⁾, მ.ნანიტაშვილი¹⁾, დ.გურგენიძე¹⁾, მ.მღებრიშვილი²⁾

¹⁾ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
მ. კოსტავას 68, 0175, თბილისი, საქართველო

²⁾ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის

წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი

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

E-mail: z.gvishiani@gtu.ge

ანოტაცია. სითხეების სიბლანტის საკითხები პირველად განიხილა ნიუტონმა და მიიღო შინაგანი ხახუნის ძირითადი კანონები.

არაერთგვაროვანი (ჰეტეროგენული) სითხეებისათვის, რომელთაც განეკუთვნება ღვარცოფული ნარევი, მათში მყარი ფაზის არსებობის გამო შიდა ხახუნის მოვლენა ნიუტონის კანონს არ ექვემდებარება.

მყარი ფაზის შეტივანარებული ნაწილაკები მთელი სისტემის სიბლანტეზე მით უფრო ძლიერად ახდენენ გავლენას, რაც უფრო მეტია მათი მოცულობითი ან წონითი შემცველობა. მყარი ფაზის გამოჩენა სითხეში იწვევს არა მარტო სიბლანტის რაოდენობრივ ზრდას, არამედ ცვლის თვითონ კანონსაც, რომელიც ახასიათებს ამ მოვლენას.

საკვანძო სიტყვები: ღვარცოფი, ღვარცოფული ნარევი, რეოლოგიური პარამეტრები, ძვრის საწყისი წინაღობა, ნიუტონისებრი და არანიუტონისებრი სითხეები.

შესავალი

ჰეტეროგენული სითხეების მოძრაობაზე დაკვირვება გვიჩვენებს მათ შესამჩნევ განსხვავებას ერთგვაროვანი სითხეებისაგან, ეს ნარევი იკავებს შუალედურ ადგილს სითხეებსა და მყარ სხეულებს შორის და განსხვავება მდგომარეობს შემდეგში:

1. ასეთი სუსპენზიების (ნარევიების) სიბლანტე იცვლება მოძრაობის სიჩქარის ცვლილებასთან ერთად.
2. ამ ნარევიებს აქვთ თვისება შეინარჩუნოს სტატიკურ მდგომარეობაში მხები ძაბვები, რაც მათ მიაძგავს მყარ სხეულებს. ასე მაგალითად: ნარევის თავისუფალ ზედაპირს უძრავ მდგომარეობაში შეიძლება ჰქონდეს ქანობი, ანდა იმავე ნარევი მყარი სხეული შეიძლება იყოს უფრო დიდი ხვედრითი წონის, ვიდრე შეტივანარებულ მდგომარეობაში თვითონ ნარევი [15].

აღნიშნულმა მოვლენამ უკვე დიდი ხანია მრავალი მკვლევარის ყურადღება მიიქცია. მიღებულია დამოკიდებულებები, რომლებიც განსაზღვრავს ასეთი გარემოს შიდა ხახუნის თავისებურებებს. აღნიშნული ნარევიების მოძრაობის აღწერისათვის მაქსველი [13] იღებს ჰიპოთეზას, რომ ძაბვები დროში მცირდება სიჩქარით, რომელიც პროპორციულია ამ ძაბვების სიდიდისა. ამ ჰიპოთეზის საფუძველზე მაქსველმა მიიღო განზოგადებული ხახუნის (სიბლანტის) კანონი:

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} + \tau_0 e^{-\frac{t}{T}} \quad (1)$$

სადაც μ სიბლანტის კოეფიციენტი;

τ_0 - ძვრის ზღვრული ძაბვა;

τ - ძვრის საერთო ძაბვა;

T - რელაქსაციის პერიოდი;

t - დროის ნებისმიერი მონაკვეთი.

ამ განზოგადოებული ხახუნის კანონიდან გამომდინარე, ყველა სითხე (ჰომოგენური და ჰეტეროგენური) მექანიკური თვისებების მიხედვით შეიძლება დაიყოს სამ ჯგუფად:

1. ნიუტონის სითხეები, რომელთათვისაც $\mu \neq 0$; $\tau = 0$; $T = 0$ ამ შემთხვევაში (1) ფორმულა გადადის ნიუტონის კანონში, ფორმულა (1)-ში.

2. სითხეები, რომელთათვისაც $\mu \neq 0$; $\tau \neq 0$; $T = \infty$, ამ შემთხვევაში განტოლება (1) ლებულობს შემდეგ სახეს:

$$\tau = \tau_0 + \mu \frac{du}{dy} \quad (2)$$

განტოლება (2)-ს ეწოდება შვედოვ-ბინგამის კანონი.

3. გარდა განხილული ორი ზღვრული შემთხვევისა, შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს სითხეები, რომელთათვისაც $\mu \neq 0$; $\tau \neq 0$; $T \neq 0$.

ამ პირობებიდან გამომდინარე, ტოლობა (1) აკავშირებს ხახუნის ძაბვებს იმ პარამეტრებთან, რომლებიც ახასიათებს სითხეებს და ეწოდება არანიუტონისებრი. ვინაიდან ეს გამოსახულება რთულია, მას არ იყენებენ თეორიული დამოკიდებულებების გამოყვანისას და მას ცვლიან დამოკიდებულებებით, რომლებიც მიღებულია ცდების გზით.

ჰეტეროგენული ნარევის სიბლანტის განსაზღვრისთვის ფართოდაა ცნობილი გამოსახულება, რომელიც იქნა მიღებული აინშტაინის [16] მიერ 1906 წელს.

$$\mu = \mu_0(1 + \alpha S) \quad (3)$$

სადაც μ დისპერსული გარემოს სიბლანტეა;

μ_0 - წყლის სიბლანტე;

α - მამრავლი, რომელიც განსაზღვრულია ნაწილაკის ფორმით;

S - დისპერსული ფაზის მოცულობითი კონცენტრაცია.

განტოლება (3)-ის გამოყენება შეიძლება მხოლოდ გარკვეულ პირობებში, როცა:

1. დისპერსული ფაზის კონცენტრაცია შედარებით დიდი არაა;
2. ნაწილაკებს შორის არ არსებობენ ურთიერთქმედებანი.

ამის გარდა, აუცილებელია, რომ სისტემა იყოს არაკუმშვადი, ხოლო სისტემაში დინებას ლამინარული ხასიათი უნდა ჰქონდეს, სითხესა და ნაწილაკებს შორის არ უნდა არსებობდეს სრიალი. ბოლოს კი, ნაწილაკები ბევრად დიდი უნდა იყოს გარემოს მოლეკულების თავისუფალ გარბენზე, მაგრამ პატარები უნდა იყვნენ ხელსაწყოს ზომებთან შედარებით, რომელშიც ხდება დინება.

ფორმულა (3)-დან გამომდინარეობს, რომ სისტემის სიბლანტესა და მასში დისპერსული ფაზის შემცველობას შორის უნდა არსებობდეს წრფივი დამოკიდებულება. სრულიად არსებითია აგრეთვე, რომ აინშტაინის თანახმად, სიბლანტე არ არის დამოკიდებული ნარევის დისპერსულობაზე.

განტოლება (3)-ის ექსპერიმენტული შემოწმება ჩაატარეს: ბანსელენმა -გუმოგუტის სუსპენზიებზე, ოუზენმა - ვერცხლის ზოლებსა და ეირიხმა [11] - შუშის უმცირესი ბურთულების სუსპენზიებზე.

ყველა ამ შემთხვევაში ნაწილაკები სფერული ფორმისაა და დისპერსული ფაზის პატარა კონცენტრაციის დროს რიცხვითი მამრავლი α -ს მნიშვნელობა იყო. მიახლოებით 2.5-ით გადახრები აღინიშნებოდა, როცა ნაწილაკებს ჰქონდათ არასფერული ფორმა, დიდი კონცენტრაციის დროს და იმ შემთხვევაში, როცა ნაწილაკებს შორის თავს იჩენდნენ ელექტრული ან სხვა ურთიერთქმედების ძალები. ნაწილაკების ელიფსური და ფირფიტური ფორმის დროს სიბლანტე იზრდებოდა და მეტი იყო, ვიდრე (3) ფორმულის მეშვეობით მიღებული მნიშვნელობა. ეს მოვლენა შეიძლება აიხსნას იმით, რომ სითხე, რომელიც მოხვედრილია მოცულობაში (ბრუნვის ელიფსოიდში) წარმოქმნილი არასფერული ფორმის ნაწილაკის ირგვლივ, იმყოფება ბროუნისეულ ინტენსიურ მოძრაობაში და არის ნაწილაკზე მიბმული. ამის ხარჯზე სისტემაში ჩნდება დისპერსული ფაზის მოცულობითი წილის მოჩვენებითი ზრდა, რასაც თან სდევს სიბლანტის ზრდაც [9, 14].

იმ განტოლებებიდან, რომლებიც გამოსახავს სიბლანტისა და ნაწილაკის ფორმის დამოკიდებულებას, ყველაზე მეტი გავრცელება ჰპოვა კუნის განტოლებამ [11]:

$$\mu = \mu_0 \left\{ 1 + \left[2.5 + \frac{1}{16} \left(\frac{l}{d} \right)^2 S \right] \right\} \quad (4)$$

სადაც l და d - გავლილი ელიფსის ბრუნვის დიდი და პატარა ნახევარღერძებია.

კიდევ ერთი მიზეზი მაღალკონცენტრირებული დისპერსული სისტემებისათვის, განტოლება (3)-ის შეზღუდული გამოყენების მიზეზი მდგომარეობს იმაში, რომ ნაწილაკებს შორის არსებული მიზიდულობის ძალების ხარჯზე ხდება ფხვიერი სტრუქტურების შექმნა.

ამგვარი იმობილიზაცია ზრდის სიბლანტეს, რომელიც ასეთ სისტემაში დამოკიდებულია დინების სიჩქარეზე, რადგან წარმოადგენს სტრუქტურულ სიბლანტეს და განპირობებულია სისტემაში ფხვიერი, ნაკლებად მდგრადი სივრცული ბადეების [12] არსებობით.

მეორე მხრივ, განტოლება (3)-ის მიუღებლობა მდგომარეობს დისპერსულ სისტემაში ერთნაირი ელექტრული მუხტის ნაწილაკების დაშორიშორებით, რაც ზრდის სისტემაში სიბლანტეს. ამ ეფექტს ეწოდება ელექტროვისკოზური ეფექტი [5, 14].

სმოლუხოვსკის მიერ [5] გამოყვანილია განტოლება, რომელიც აკავშირებს სიბლანტეს ნაწილაკის ელექტრონული ფენის პოტენციალთან:

$$\mu = \mu_0 \left\{ 1 + 2.5 \left[1 + \frac{1}{\mu_0 \lambda \tau^2} \left(\frac{\varepsilon \xi}{2\pi} \right)^2 \right] \right\} \quad (5)$$

სადაც λ ხვედრითი ელექტროგამტარიანობაა:

τ - ნაწილაკის რადიუსი;

ε - დიელექტრიკული გამტარიანობა;

ξ - ელექტრონული პოტენციალი.

განტოლება (5)-ში სმოლუხოვსკი არ ითვალისწინებს ნაწილაკების აგრეგაციის მოვლენას, რაც განაპირობებს სტრუქტურების შექმნასა და სტრუქტურული სიბლანტის წარმოქმნას.

აღსანიშნავია ისიც, რომ თუ განტოლება (5)-ში $\xi = 0$, ის გადადის აინშტაინის განტოლებაში.

სიმხი (6) და ვანგი (7) შეეცადნენ აინშტაინის განტოლება გაეგრძელებინათ მაღალკონცენტრირებულ ხსნარებზე:

$$\mu = \mu_0(1 + 2.5S + 14.18S^2) \quad (6)$$

და

$$\mu = \mu_0(1 + 2.5S + 7.35S^2) \quad (7)$$

ეს დამოკიდებულებები თეორიულია და მნიშვნელოვნად განსხვავდება პრაქტიკული გზით მიღებული შედეგებისგან. ამ ფორმულებში მიღებულია დაშვება, რომ სფერული ფორმის ერთი დიამეტრის მქონე ნაწილაკები განლაგებულნი არიან თანაბარდისპერსულად. სიბლანტე მიიღება, როგორც კონცენტრაციის ფუნქცია, ნაწილაკების ფორმის გათვალისწინების გარეშე.

ყველა განხილული ფორმულა, თეორიულების გარდა, მიღებულია ექსპერიმენტების საფუძველზე, რომლებიც ჩატარდა ტექნიკური ზეთებისა და სხვადასხვა ქიმიური შემადგენლობის ხსნარების გამოყენებით. ამის გარდა, გამოქვეყნებულ ნაშრომებში არ არის მითითებული მასალები ნაწილაკების განაწილებისა ჯგუფების მიხედვით, მათი დიამეტრისა და ფორმის გათვალისწინებით, რაც შეუძლებელს ხდის არსებული შედეგებით რაიმე კლასიფიკაციის შემოტანას.

ძირითადი ნაწილი

ამ ნაშრომში მიზნად დავისახეთ განგვესაზღვრა ბუნებრივი ღვარცოფული ნარევის რეოლოგიური მახასიათებლები. კვლევა განხორციელდა სამ ნიმუშზე. შესწავლილ იქნა მდ. დურუჯის კალაპოტიდან გამოტანის კონუსის ფრონტალური (ნიმუში 1), შუა (ნიმუში 2) და ბოლო (ნიმუში 3) ნაწილებიდან აღებული ბუნებრივი ღვარცოფული მასა. ჩატარდა ფიზიკურ-მექანიკური, ქიმიური და მინერალოგიური ანალიზები.

ფიზიკა-მექანიკური პარამეტრები. ლაბორატორიული კვლევების შედეგად დადგინდა ნიმუშების ძირითადი ფიზიკურ-მექანიკური პარამეტრები: მოცულობითი წონა - 1,8 გ/სმ³; ჩონჩხის მოცულობითი წონა - 1,5 გ/სმ³; ფორიანობა - 49,61%; ბუნებრივი ტენიანობა - 38,1%; ჰიგროსკოპული ტენიანობა - 2,32%; წყალგაჯერების კოეფიციენტი - 0,98; პლასტიურობის ზედა ზღვარი - 28,2; პლასტიურობის ქვედა ზღვარი -12,51; კონსისტენციის მაჩვენებელი - 0,4; ხახუნის შიდა კუთხე ბუნებრივი ტენიანობის დროს - 22°; შეჭიდულობა - 0,6 გ/სმ².

აგრეთვე განისაზღვრა კუთრი წონა სხვადასხვა დისპერგირების ძალების მქონე სითხეებში. დადგინდა, რომ წყალში, რომელშიც Ph=7,9, ნიმუშის კუთრი წონა - 2,77 გ/სმ³, ხოლო, როცა Ph =5,3, კუთრი წონა უდრის 2,65 გ/სმ³.

ქიმიური შემადგენლობა. ქიმიური ანალიზის შედეგებმა გვიჩვენა შემდეგი: SiO₂-60,35%, Fe-5,6%, Fe₂O₃-8%, Al-15,2%, Al₂O₃-20,12%, Ca-0,56%, Mg-0,87%, Ti-0,33%, TiO₂-0,55%, Mn-0,44%, S - არ არის წარმოდგენილი. მძიმე მეტალების, როგორცაა Cr, Cd, Mo, W ნიმუშებში არ იყო აღმოჩენილი. შეინიშნება ტყვიის უმნიშვნელო კვალი.

მინერალოგიური შემადგენლობა. ჩატარდა ნიმუშების მინერალოგიური კვლევა. სპექტრორენტგენოგრაფიამ ცხადყო, რომ ისინი შედგებიან ჰიდროქარსის, კვარცისა და პლაგიოკლასის წვრილი კრისტალებისაგან დიამეტრით - 0,001-დან 0,005-მდე.

აღსანიშნავია, რომ ნიმუშების პლასტიურობის მაჩვენებელი, წყალშემცველობა, ფილტრაცია, ფხვიერება და სხვა ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები განპირობებულია შესაბამისი ქიმიური და მინერალოგიური შემადგენლობით [6, 7, 8].

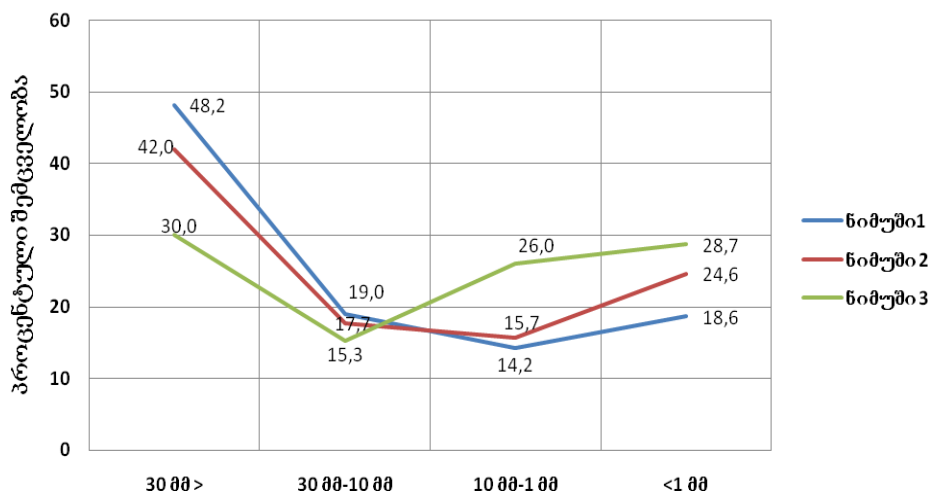
გრანულომეტრიული შემადგენლობა. კვლევის ძირითად ეტაპზე განისაზღვრა დაურღვეველი ნიმუშების გრანულომეტრიული შემადგენლობა, შედეგები წარმოდგენილია ცხრილ 1-ში და ნახ.1-ზე. შედეგების ანალიზი ცხადყოფს, რომ გამოტანის კონუსის სხვადასხვა ადგილში ღვარცოფული ნარევის გრანულომეტრიული შემადგენლობა განსხვავებულია. ნიმუშ 1-სა და ნიმუშ 2-ში 30 მმ-ზე მეტი დიამეტრის მქონე ჩანართების რაოდენობა 6,7%-იანი სხვაობით ხასიათდება მაშინ, როცა ნიმუშ 3-ში სხვაობა ნიმუშ 1-თან 18,2%-ს, ხოლო ნიმუშ 2-თან 11,5%-ს შეადგენს. სამივე ნიმუშში ჩანართები, რომელთა დიამეტრიც 30 მმ - 10 მმ-ის დიაპაზონშია სხვაობა 4%-ის ფარგლებშია. დიაპაზონში 10 მმ - 1 მმ ჩანართების პროცენტული შემცველობა ნიმუშ 3-ში ნიმუშ 1-ს 11,8%-ით, ხოლო ნიმუშ 2-ს 9,3%-ით აღემატება. ფრაქციას 1 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის მქონე ნაწილაკებისათვის სხვაობა ნიმუშ 3-სა და ნიმუშ 2-ს და ნიმუშ 3-სა და ნიმუშ 1-ს შორის შესაბამისად 5,6% და 10,1%-ს შეადგენს.

ცხრილი 1

მდ. დურუჯის კალაპოტიდან აღებული ღვარცოფული ნატანის ნიმუშების გრანულომეტრიული შემადგენლობა

რიგითი ნომერი	ქვები >30 მმ	ღორღი 30 - 10 მმ	ხრეში და მსხვილი ქვიშა 10 - 1 მმ	წვრილფრაქციული ნაწილი < 1 მმ
ნიმუში 1	48,20	19,00	14,20	18,60
ნიმუში 2	41,50	18,70	16,70	23,10
ნიმუში 3	30,00	15,30	26,00	28,70

ჩვენი ვარაუდით ეს განპირობებულია ბმული ღვარცოფის დინამიკის თავისებურებებით. გამოტანის კონუსზე გამოსვლისას საგრადიენტო შრე კარგავს თავის თვისებებს [1, 2, 3, 4], რის შედეგადაც კალაპოტის ზემოქმედებით ღვარცოფის ბირთვი იწყებს რღვევას [3, 4]. შედარებით დიდი დიამეტრის მქონე ჩანართები ინერციით აგრძელებს მოძრაობას და თავს იყრის გამოტანის კონუსის ფრონტალურ ნაწილში [4], ხოლო შედარებით მცირე ზომის ჩანართები გამოტანის კონუსზე ლაგდება დიამეტრის კლებით წყალსადენის სათავისაკენ. წვრილფრაქციული მასა კი, შეიძლება ითქვას, თანაბრად არის განაწილებული გამოტანის კონუსზე.

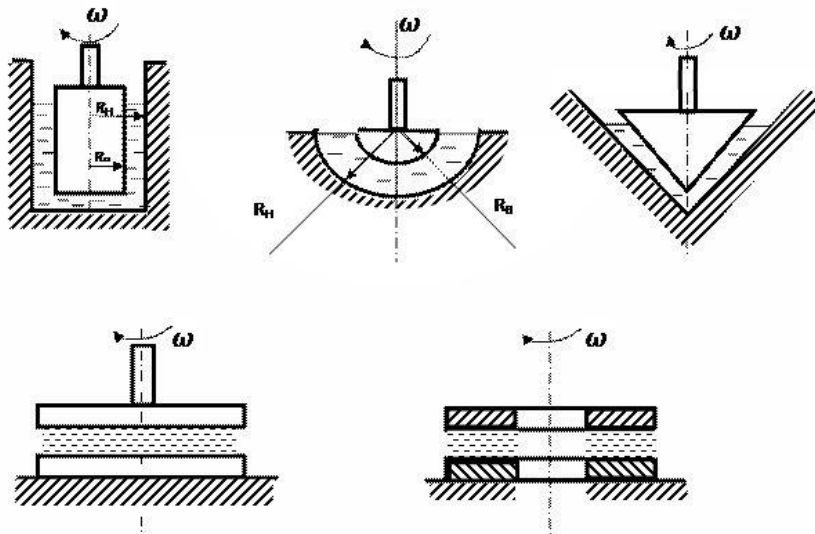


ნახ.1. მდ. დურუჯის კალაპოტიდან აღებული ღვარცოფული ნატანის ნიმუშების გრანულომეტრიული შემადგენლობა

საკვლევი ნიმუშების შესწავლისათვის, რომლებიც წარმოადგენენ პოლიდისპერსულ სისტემას და თავის შემადგენლობაში შეიცავენ თიხა-კოლოიდურ, ქვიშისა და ქვის ნაწილაკებს, გამოყენებულ იქნა როტაციული ვისკოზიმეტრი (ნახაზი 2), რომელიც შედგება ორი ძირითადი ნაწილისაგან, მოძრავი და უძრავი სხეულებისაგან. მათ შორის ღრეჩოში მოთავსებულია გამოსაკვლევი გარემო. ამ ელემენტების ფორმის გათვალისწინებით ვისკოზიმეტრის სამუშაო ორგანოები დაყოფილია შემდეგ მოდიფიკაციებად (ნახაზი 3.).



ნახ. 2. როტაციული ვისკოზიმეტრი Reotest - 2



ნახ.3. ვისკოზიმეტრის სამუშაო ორგანოები

როტაციულ ვისკოზიმეტრზე მიღებული კვლევის შედეგების დამუშავებას გარკვეული თავისებურებანი ახასიათებს. სხვადასხვა ორგანოების კოეფიციენტებთან ერთად საჭიროა გათვალისწინებულ იქნეს ნარევის გაცხელება იმ სითბოთი, რომელიც ექვივალენტურია ძვრის დეფორმაციებზე დახარჯული მექანიკური ენერჯისა [12]. ცილინდრებს შორის მოთავსებული გარემოს ქვეშარიტი ტემპერატურა შეიძლება იქნეს განსაზღვრული შემდეგი დამოკიდებულებებით:

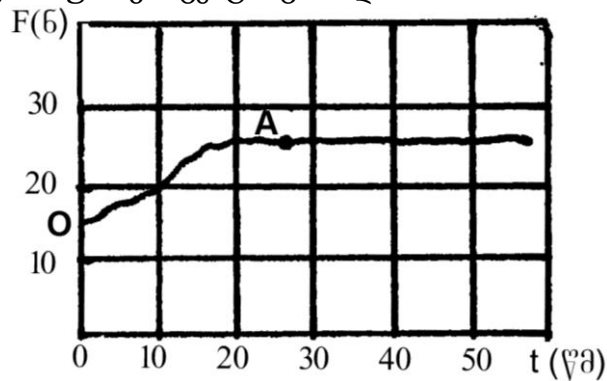
$$t = t_1 + \tau\gamma\delta \left(\frac{1}{\alpha} + \frac{\delta}{3\lambda} \right) \quad (13)$$

$$t = t_1 + \frac{\tau\gamma\delta^2}{3\lambda} \quad (14)$$

- სადაც α - თბოგადაცემის კოეფიციენტი;
 δ - გამოსაკვლევი ნარევის ფენის სისქე;
 t - გარემოს ტემპერატურა გარე ცილინდრის ზედაპირზე;
 t_1 - სითხის ტემპერატურა თერმოსტატში.

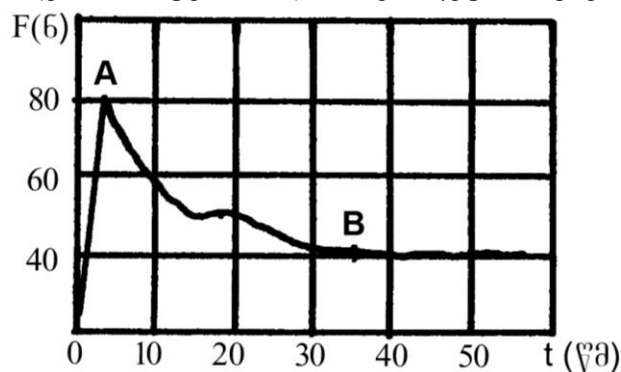
კვლევის საწყის ეტაპზე შესწავლილ იქნა წვრილდისპერსული ფაზის მასური კონცენტრაციის გავლენა მისი ხსნარების სტრუქტურულ-მექანიკურ მაჩვენებლებზე. ექსპერიმენტები ტარდებოდა მყარი შემადგენლის მასური კონცენტრაციის წილის მუდმივი ზრდით 0.1-დან 0.7-მდე, ბიჯით 0.05. ყველა ექსპერიმენტის მანძილზე საცდელი ხსნარის ტემპერატურა იყო 20°C. ყოველი ნიმუშისათვის ჩატარებულია ხუთ-ხუთი ცდა, ექსპერიმენტებს შორის ერთსაათიანი ინტერვალით.

ნახაზებზე 4-6 ნაჩვენებია კინეტიკის განვითარების დამახასიათებელი მრუდები მყარი შემადგენლის სხვადასხვა მასური კონცენტრაციის დროს.



ნახ. 4.

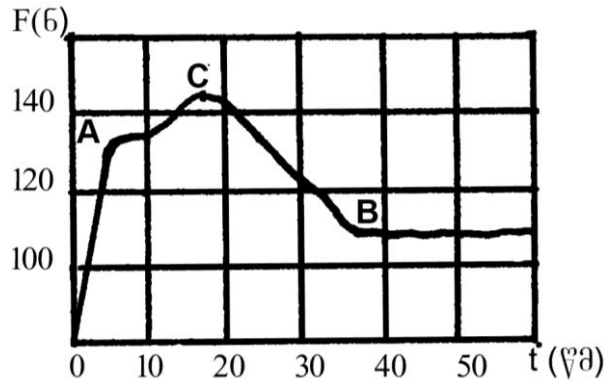
ნახ.4-დან ჩანს, რომ არადამყარებული პლასტიკური (მონაკვეთი OA) დინების გარდა, შეიძლება, გამოიყოს ბლანტი დინების A წერტილის მარჯვნივ მონაკვეთი [9, 10]. არადამყარებული დინების წარმოქმნის მიზეზს წარმოადგენს სისტემაში ძაბვების ზრდა, რასაც თან სდევს სტრუქტურის გარდაქმნა. ხოლო, როცა ძაბვების მნიშვნელობები მიაღწევს ხანგრძლივი სიმტკიცის ზღვარს, სისტემაში აღინიშნება დეფორმაციების სტაბილიზაცია [2, 17].



ნახ. 5.

ნარევი კონცენტრაციის მომატება ცვლის დეფორმაციების კინეტიკის განვითარებას (ნახაზი 5). სისტემის დატვირთვის საწყის ეტაპზე დეფორმაციები გადადიან დრეკად (ჰუკის) დეფორმაციებში (მონაკვეთი OA), რომელსაც თან სდევს კავშირების განმტკიცება. წერტილ A-ში ძაბვები სისტემაში აღწევენ თავის მაქსიმუმს, რის შემდეგაც სტრუქტურაში კავშირების წგრევა მათ აღდგენას სჭარბობს. შემდეგ აღინიშნება დეფორმაციების თანდათანობითი სტაბილიზაცია წერტილ B-მდე, რომელიც მთავრდება ბლანტი დინებით.

ნახაზზე 6, სადაც მყარი შემადგენლის კონცენტრაცია $P=0.7$, აღინიშნება AC მონაკვეთის გამოჩენა, რომელიც აღწერს კავშირების ნგრევის დასაწყისს მათი აღდგენის სიჭარბით. წერტილ C-ში დანგრეული და აღდგენილი კავშირების რაოდენობა გათანაბრებულია. მრუდის შემდეგი ნაწილი შეესაბამება დეფორმაციების სტაბილიზაციის დასაწყისს და პოტენციურ გადასვლას ბლანტ დინებაში [9].



ნახ. 6.

ბუნებაში იშვიათად გვხვდება ღვარცოფები, რომელთა მყარი შემადგენელი წარმოდგენილია მხოლოდ წვრილდისპერსული ფაზით. ღვარცოფის შემადგენელი ნაწილაკების დიამეტრი ფართოდ იცვლება და რამდენიმე მეტრსაც კი აღწევს.

თიხა-კოლოიდური ნაწილაკები ბევრად განსაზღვრავენ ღვარცოფის მოძრაობის ხასიათს, მის დინამიკურ და ჰიდრავლიკურ მაჩვენებლებს, რომლებიც შეიძლება შეიცვალოს ქვიშისა და ქვის შენაერთების რაოდენობრივი შემცველობით. მათი გავლენის დადგენა თიხა-კოლოიდური ხსნარების სტრუქტურულ-მექანიკურ მაჩვენებლებზე ნაშრომის გაგრძელებას წარმოადგენს.

ექსპერიმენტების გეგმარების მეთოდიკის საფუძველზე, სპეციალურად დამზადებული ცილინდრების ზომების გათვალისწინებით განსაზღვრული იქნა ნარევის კომპონენტების წილობრივი შემცველობა (15) და შენაერთების მაქსიმალური დიამეტრი, რომელიც ტოლი იყო 30 მმ-ის.

$$P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 1 \quad (15)$$

სადაც P_1 - წყლის მასური შემცველობაა;

P_2 - თიხაკოლოიდური ნაწილაკების მასური შემცველობა;

P_3 - ქვიშის მასური შემცველობა;

P_4 - ქვის მასური შემცველობა.

ნაერთის ელემენტების მასური კონცენტრაციის შეფარდების ცვალებადობის ხასიათი გამოიხატება დამოკიდებულებით:

$$K = \frac{P_2 + P_3 + P_4}{P_1} \quad (16)$$

ექსპერიმენტებში K -ს მნიშვნელობა ყოველი კონცენტრაციისათვის იცვლებოდა 1.5-დან 4-მდე ბიჯით 0.5.

ქვიშისა და ქვის შემცველობამ შეამცირა გარემოს წინააღმდეგობის უნარიანობა, რაც განპირობებულია თიხა-კოლოიდური ნაწილაკების რაოდენობრივი შემცირებით. აღინიშნება დეფორმაციის კინეტიკის მრუდების ცვალებადობა, რომლებიც რხევების მიღვევად ხასიათს ატარებს. ეს გარემოება მიგვანიშნებს იმაზე, რომ სისტემაში ნგრევისა და აღდგენის პროცესები ციკლურად ვითარდება. ხოლო რხევების ამპლიტუდის სიდიდე, ანუ დეფორმაციები, დამოკიდებულია სისტემაში ქვიშისა და ქვის ნაწილაკების განლაგებაზე.

თავის მაქსიმალურ მნიშვნელობას დეფორმაციები აღწევენ იმ მომენტში, როცა ცილინდრებს შორის ღრეჩოში მსხვილი ნაწილაკები ერთად გროვდებიან, რითაც წარმოიქმნება ჩასოლვის ეფექტი. ეს მოვლენა განპირობებულია შეჭიდულობის ძალებით, რომლებიც წარმოიქმნება ნაწილაკების არასწორი ფორმისა და ზედაპირის ხორკლიანობის მიზეზით. ხოლო, როცა ძაბვები აღწევენ სიდიდეს, რომელიც შლის აღნიშნულ სტრუქტურას, იწყება ნაწილაკების გადანაწილება მთელ მოცულობაში, რაც დეფორმაციების მნიშვნელობების შემცირების მიზეზია.

ჩატარებულმა კვლევებმა დაგვანახა ღვარცოფული ნარევის სიმტკიცის მახასიათებლების ცვალებადობის სურათი, მასში თიხა-კოლოიდური ქვიშისა და ქვის შენაერთების მასური შემადგენლობის გათვალისწინებით.

თიხა-კოლოიდური ხსნარების დინამიკის კინეტიკის განვითარების მრუდების დამუშავების შედეგად მიღებულ იქნა ძვრის წინააღობის ექსპერიმენტული მნიშვნელობები, ძვრის სიჩქარისა და მყარი შემადგენლის მასური კონცენტრაციის სხვადასხვა მნიშვნელობებისათვის.

შესწავლილი ნარევები შეიძლება განვიხილოთ როგორც წრფივი ბლანტ-პლასტიური სითხეები, დაქვემდებარებული შვედოვ-ბინგამის დამოკიდებულებას.

თიხა-კოლოიდური ხსნარების საწყისი ძვრის წინააღობა და მყარი შემადგენლის მასური კონცენტრაციის ფუნქციონალურ დამოკიდებულებას აქვს შემდეგი სახე:

$$\tau_0 = e^{(13.24P-0.053)} \quad (ნ/მ^2) \quad (17)$$

სადაც P - თიხა-კოლოიდური ნაწილაკების მასური კონცენტრაციაა.

შემდგომმა კვლევებმა გვაჩვენა, რომ ხსნარებში ქვიშისა და ქვის ნაწილაკები არ ცვლიან რეოლოგიური განტოლების სახეს. შვედოვ-ბინგამის დამოკიდებულება ძალაშია ამ შემთხვევაშიც. ძვრის საწყისი წინააღობის დამოკიდებულება ფარდობით კონცენტრაციასთან (K) გამოისახება როგორც:

$$\tau_0 = e^{(0.556+13.24P-0.609K)} \quad (ნ/მ^2) \quad (18)$$

სადაც P მყარი შემადგენლის მასური კონცენტრაციაა;

K - ფარდობითი მასური კონცენტრაცია.

დასკვნა

დადგენილია სხვადასხვა კონცენტრაციის ღვარცოფული ნარევების დეფორმაციების განვითარების კინეტიკა მათი შემადგენლობის გათვალისწინებით.

გამოკვლეულია ღვარცოფული ნარევების რეოლოგიური თვისებები და მიღებულია ემპირიული დამოკიდებულებები, რომლებიც აკავშირებს ღვარცოფის რეოლოგიურ მაჩვენებლებს ფარდობით მასურ კონცენტრაციასთან.

ფორმულებით (17) და (18) მიღებული შედეგები შედარებულია არსებული დამოკიდებულებებით მიღებულ მნიშვნელობებთან და ნატურულ მონაცემებთან. მათი გამოყენება რეკომენდებულია პრაქტიკულ საქმიანობაში.

ლიტერატურა

1. Арутюнов В.А., Бухмиров В.В., Крупенков С.А. Математическое моделирование тепловой работы промышленных печей. Изд. "Метеорология", Москва, 1990, с. 232.
2. Бабаевский П.Г., Кулик С.Г. Трещиноватость отвержденных полимерных композиций. Изд. "Химия", Москва, 1991, с. 332.
3. Бегишвили К.Р. Опыт геоморфологического изучения селевых явлений в бассейне р. Куры в связи с проектированием мостового перехода. Тезисы докладов Закавказск. геогр. конференции. АН ГССР, Тбилиси, 1956, с. 22-31.
4. Богомолова И.В. Селевые потоки и их распространение на территории СССР. Гидрометиздат. Ленинград. 1957, с.150.
5. Воютский С.С. Курс коллоидной химии. Изд. "Химия", Москва, 1964, с. 574.
6. Гагошидзе М.С. Селевые явления и борьба с ними. Изд. "Сабчота Сакартвело", Тбилиси, 1970, с. 378.
7. Гавардашвили Г.В., Квирквелиа И.Б., Гвишиани З.Г., Бицадзе М.К. Гидротехнические сооружения, регулирующие поступление твердого стока. Тезисы докладов отраслевой конференции. Алма-Ата, 1989, с. 50.
8. Гвишиани З.Г. Влияние температурного фактора на реологические показатели струящихся селевых потоков. Тезисы докладов Республиканской научной конференции. Тбилиси, 1991, с. 17-18.
9. Зарецкий Ю.К. Бязко-пластичность грунтов и расчеты сооружений. Стройиздат, Москва, 1988, с. 384.
10. Месчан С.Е. Экспериментальная реология глинистых грунтов. Изд. "Недра". Москва, 1985, с. 338.
11. Мори Е., Ототакэ Н. О вязкости суспензий. Кэмистри Ан, т. 20, 9, 1956, с. 488-493.
12. Ушаков В.Г. Основы инженерной реологии лечебных грязей. Пятигорский НИИ курорталогии и физиотерапии. Пятигорск. 1989, с. 1 95.
13. фукс Г.И. Вязкость и пластичность нефтепродуктов. Гостоптехиздат. Москва-Ленинград, 1951, с. 272.
14. Ходаков Ю.В. Коллоиды в природе и технике. Изд. АН СССР.
15. Кристианович С.А. Разложение неустановившегося движения в канале на прямую и обратную ВОЛНУ. Записки ГГИ, т. 15, 1936, с. 30-57.
16. Церетели Э.Д., Церетели Д.Д. Геологические условия развития селей в Грузии. Изд. "Мецნიერება", Тбилиси, 1985 г., 185 с.
17. Чанг Дей Кон. Реология в процессах переработки полимеров. Изд. "Химия", Москва, 1979, с. 366.

Ecology

ISSUES OF RHEOLOGICAL PARAMETERS OF MUDFLOW MIXTURE

Gvishiani Z.¹⁾, Nanitashvili M.¹⁾, Gurgeniidze D.¹⁾,
Mgebrishvili M.²⁾

¹ Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

² Ts.Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

Annotation. Issues of fluid viscosity were first reviewed by Newton and the main laws of internal friction were offered.

For non-homogeneous (heterogeneous) fluids, which include mudflow mixtures, internal friction is not subject to Newton's law due to the presence of solid phase particles.

The greater the volumetric or content by weight of the particles of the solid phase, the greater the entire system's viscosity is affected. The presence of solid phase particles leads not only to the change in viscosity, but also changes the law itself that characterizes this phenomenon.

Keywords: mudflow, mudflow mixture, rheological parameters, initial shear resistance, Newtonian fluids, non-Newtonian fluids.

Экология

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЕЛЕВОЙ СМЕСИ

Гвишиани З.¹⁾, Наниташвили М.¹⁾, Гургенидзе Д.¹⁾,
Мгебришвили М.²⁾

¹ *Грузинский технический университет
Тбилиси, Грузия*

² *Институт водного хозяйства им.Ц.Мицихулава
Грузинского технического университета
Тбилиси, Грузия*

Аннотация. Вопросы связанные с вязкостью жидкостей впервые были изучены Ньютоном, им же были предложены основные законы внутреннего трения.

Неоднородные (гетерогенные) жидкости, к которым относятся и селевые смеси, не подчиняются закону Ньютона из-за присутствия в них частиц твердой фазы.

Чем больше содержание частиц твердой фазы в смеси, тем больше вязкость всей системы. Наличие частиц твердой фазы приводит не только к изменению вязкости, но и к изменению самого закона, который характеризует это явление.

Ключевые слова: сель, селевая смесь, реологические параметры, начальное сопротивление сдвига, ньютоновские жидкости, неньютоновские жидкости

**POSSIBLE GRADELINES OF CHANNEL TRANSFORMATIONS
THE INFLUENCE OF EROSION PROCESSES ON MORPHOGENETIC
PROPERTIES OF MOUNTAIN BROWN FOREST SOILS OF AZERBAIJAN
IN THE CASE OF GADABAY REGION**

Hajiyev T., Novruzova K., Quliyev A.

Institute of Ecology of ANAS

S.S. Akhundov st.1, Baku AZ1115, Azerbaijan

E-mail: kemalnovruzova@mail.ru

Annotation. The paper deals with the results of studies of the effect of erosion on the morphogenetic properties of typically mountain brown soils formed in the mountain forest zone of the Gadabay region of Azerbaijan.

Keywords: oak, soil profile, forest, metamorphism, humus, slope.

INTRODUCTION

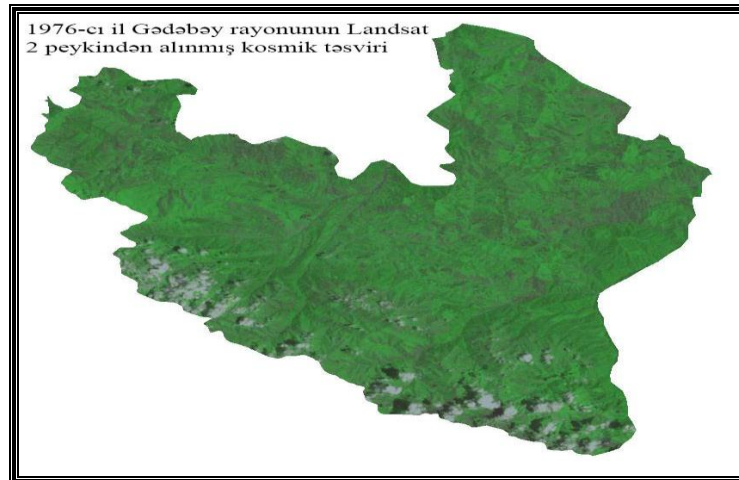
The mountain brown soils of Azerbaijan are found mainly in the forest zone of the southern slopes of the Greater Caucasus and the North, the northeast slopes of the Lesser Caucasus. Here, the main types of phytocenosis are oak, oak-hornbeam and beech trees, as well as shrubby (hawthorn, medlar, tree-keep, buckthorn, and etc.) and herbaceous communities [1,2,3,4]. Therefore, the underbrush and the grass cover are well developed here. The strong root system of herbaceous plants in places contributed to the development of a weak turf layer. These forests are severely eroded; the branches of the trees are lighter than forests, where brown leached soils are common. We studied the soil ecosystem formed in the north, north-western exposure of a shaded, well-moistened slope located in the territory of the Gadabay region.

THE METHOD OF RESEARCH

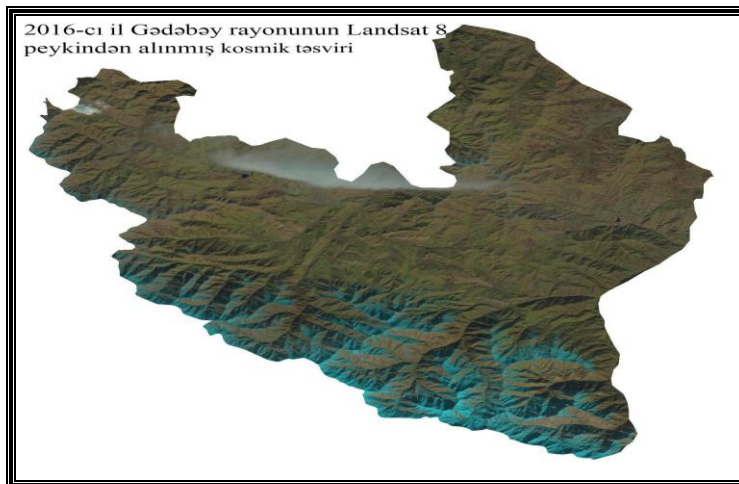
The degree of erosion of the investigated soils was carried out according to the comparative geographical method of K.A. Alekperov, and the results of laboratory analyzes and the grouping of the results obtained by the method proposed by R.G. Huseynov.

ANALYSIS

In order to study the influence of the shape and hypsometric indices of the terrain on the development of erosion processes, multispectral satellite imagery obtained from Landsat 2 and Landsat 8 satellites produced in active mode at different times (1976 and 2016) was considered [5,6,8,9]. The following is a graphic representation of electronic maps created on the basis of satellite imagery taken in 1976 and 2016, which were processed using the ARG GIS software version 10.3 software with the updated data of the field erosion process results occurring in the Gadabay region of Azerbaijan [7]. A comparison of these two images clearly shows that over the past 40 years the soils have undergone an average and severe degree of erosion, which threatens the ecosystem of the region mentioned above.



Cosmic picture 1



Cosmic picture 2

The following are the results of studies of the genetic profile of typical mountain-brown soils formed in the territories located near (100-150 m) from Narimankend village of Gadabay region. The soil sections were taken from convex slopes with steepness of 20-22%.

Section 14.

A₀ 0-3: the soil covering

A_w 3-11: dark brown, dry state grayish-dark brown, granular-nutty, well developed root system, transition noticeable, no effervescence or effervescence by sites

A_{iwz} 11-36: relatively dark brown (in wet condition), coarse-grained, clayey, clear transition, roots of vegetation are found, dry, but loose, no effervescence or effervescence by sites

B_m 36-65: brown, coarse-nutty-lumpy, heavily loamy, dry, but friable, small and large roots of vegetation occur, slightly dense transition noticeable, effervescent

B_{mdl} 65-102: dark gray-brown, coarse-grained, heavy-loamy, dry slightly dense, plant roots rarely occur, clear transition, effervesces strongly B/C_{cal} 02-169: light brown, coarse-grained, heavy-loamy, there are rarely plant roots, spots of carbonates in the form of white-eyed, the structure is not pronounced, yellow

rusty spots, effervesces strongly C/D_{cal} 169-205: yellowish brown, structure less, plant roots are rarely found, carbonates are prominent, the soil is slightly dense, the transition is noticeable, effervesces strongly

Alpine soils on the polygon we are exploring are characterized by the following morphological features:

- 1) The presence of a clear differentiation of the texture of the profile
- 2) The metamorphic profile horizon is highly dense, fused
- 3) Multi-color profile
- 4) Reddish color of the gilded horizon
- 5) A carbonate horizon in the lower layers of the profile (in the form of white soft spot).

Despite the global climate change (towards warming), the character of the humus flow in the depth of the profile did not change significantly on the brown soils studied after a 40-year period. This is confirmed by the observed increase in humus at the upper layer, and a gradual decrease in the lower layer of the horizon (A_w 3.8 ± 1.5). However, in some cases it was recorded that at depths of over 100 cm the percentage of humus was slightly more than 1%. The absorbing complex of brown typical soils was saturated with bases (for each 100 g of soil 41.5 ± 4.0 mg/ecv. alkali). The reaction of the soil solution is close to neutral or weakly alkaline medium (in the horizon of B_m). On the upper horizon of the soil section (the fertile layer), due to biogenic accumulation and the presence of ash elements, an increased content of exchangeable calcium is observed. At the same time, the amount of exchangeable magnesium gradually increases to the depth of the soil section. The features of typical brown soils indicated by us are more fertile and the most favorable environment for the development of bios enosis and application in agriculture. The granulometric composition varies depending on the exposure of the slopes. The laboratory analysis of the soil sections taken by us from the study area also confirms the fact that, depending on the sharpness of the slopes, the intensity of erosion increases. As a result of the fact that the upper fertile layer is washed out, the amount of physical clay increases (at the upper horizon the composition of the clay fraction is $19.60 \pm 2.80\%$, and the physical clay is $41.60 \pm 1.60\%$).

SUMMARY

By some morphological features the brown typical soils (textural differentiation and precise localization of the gilt horizon B_m) repeat the profile of the brown leached ones. Along with this, there are a number of signs that can be identified as diagnostic. Among them there is a shallow wash of the profile, a stretching of the humus horizon, and an appreciable compaction of the sub-humus horizon. A_{iwz} . These soils are also characterized by deep coloration of the profile with humus, predominance in the coloration of brown tones, the absence of obvious signs of silty particles, and a noticeable weakening of the clay content signs in the carbonate horizon B/C_{ca} .

REFERENCES

1. Prilipko L.I. Forest vegetation of Azerbaijan. Publishing house of the Academy of Sciences of Azerbaijan. SSR". Baku 1954, 488 p.
2. M. Salayev. Diagnosis and classification of soils in Azerbaijan. Elm Publishing House, Baku, 1991, p 153.
3. Salayev M.E. Soils of the Lesser Caucasus. AN. Az. SSR, Baku, 1966, p. 329.
4. Salamov G.A. Forest soils of the southern slope of the Greater Caucasus. Azerb. Baku, Elm Publishing House. 1978, p. 124.
5. Mishev D. Remote studies of the Earth from space. Moscow: "Mir" Publishing house, 1985, p. 287.
6. Knizhnikov Y.F., Kravtsova V.I., Tutubalina O.V. Aerospace methods of geographical research. "Academy" Publishing house, Moscow: 2004, p. 336.
7. Solovey T. Spatial analysis using the tools of geoinformation systems. Study Guide. Poland: 2012. p 95.
8. http://landsat.usgs.gov/products_productinformation.php.
9. <http://earthexplorer.usgs.gov>.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В БАССЕЙНАХ МАЛЫХ РЕК БЕЛАРУСИ

Гертман Л.Н., Дубенок С.А.

*РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов»
ул. Славинского 1, корп. 2, 220086, г. Минск, Республика Беларусь
E-mail: dsnega@list.ru, lubov.hertman@yandex.ru*

Аннотация. Статья посвящена вопросам исследований антропогенного воздействия на состояние малых рек, как важного элемента гидрографической сети, воздействие на который формирует состояние бассейнов рек в целом. В условиях трансграничного характера речных бассейнов требуются целенаправленные действия на основе научных исследований для комплексного решения имеющихся экологических проблем.

Ключевые слова: речной бассейн, малые реки, план управления.

ВВЕДЕНИЕ

Малые реки и ручьи являются основным элементом русловой сети водосборной площади и играют определяющую роль в формировании стока и экологического состояния средних и больших рек.

По характеру воздействия на водный режим и экологическое состояние малых рек выделяются три основных группы факторов:

- непосредственное изменение объемов стока (изъятие воды, отведение сточных вод, поступление поверхностных сточных вод – дождевых и талых);
- преобразование в русловой сети (создание водохранилищ и прудов), изменение русловых процессов;
- преобразование поверхности водосбора (сельскохозяйственное производство, мелиорация земель, урбанизация территорий, вырубка леса, рекреация).

Малые реки представляют собой один из важнейших элементов гидрографической среды. Они обладают рядом свойств и особенностей, одно из которых – ярко выраженная зависимость водности, гидрологического режима и качества воды от состояния поверхности водосбора.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Виды хозяйственного воздействия на элементы водного баланса и экологического состояния малых рек отличаются большим разнообразием. Находясь в сложном взаимодействии друг с другом они оказывают суммарное воздействие на элементы водного баланса и экологическое состояние малых рек. В таблице 1 приведены параметры ранжирования влияния хозяйственной деятельности по степени воздействия на малые реки [1].

Таблица 1

Параметры ранжирования влияния хозяйственной деятельности по степени воздействия на малые реки

Вид хозяйственной деятельности	Степень влияния			
	Нейтральное	Слабое	Сильное	Недопустимое
Изъятие воды	Менее 50 % от сред-немноголетнего су-точного минимального расхода воды 75% обеспеченности	От 50 до 75 % от среднемноголетнего суточного минимального расхода воды 75 % обеспеченности	Менее 50 % от среднемноголетнего суточного минимального расхода воды 95% обеспеченности	Более 50 % от средне-многолетнего суточ-ного минимального расхода воды 95 % обеспеченности
Сброс сточных вод		Нормативно очищен-ные сточные воды	Недостаточно очище-нные сточные воды	Сточные воды без очистки
Класс качества воды по экологи-ческому статусу	1-2	3	4	5
Гидротехн. стро-ительство в русле реки (строитель-ство плотин, прудов, водохр.)	При строительстве водохранилищ и прудов в соответст-вии требованиям эксплуатации	За счет увеличения испарения с водной поверхности	-	В случае разрушения плотин водохрани-лищ и прудов
Мелиорация земель	При осушении менее 10 % площади водосбора	При осушении 10-20 % площади водосбора	При осушении 20-25 % площади водосбора	При осушении более 50 % площади водосбора
Сельскохозяйственное производство:				
Растениевод-ство	При распахан-ности водосбора менее 10 %	При распахан-ности водосбора 10-20 %	При распахан-ности водосбора 20-40 %	При распахан-ности водосбора более 50 %
животноводство	При расчетной плот-ности скота усл. голов на 1 км ² менее 10 %	При расчетной плот-ности скота усл. го-лов на 1 км ² 10-20 %	При расчетной плот-ности скота усл. го-лов на 1 км ² 30-40 %	При расчетной плот-ности скота усл. го-лов на 1 км ² 65-70 %
Урбанизация территорий		При коэффициенте поверхностного стока близкого к 1 и 50 % очистке стока дожде-вых и талых вод	При коэффициенте поверхностного сток близкого к 1 и отсут-ствии очистки дож-девых и талых вод	-
Вырубка лесов	Санитарная рубка леса		При вырубке и одновременной его посадке леса	Сплошная 100 % вырубка леса
Рекреационное использование	При соблюдении рекреационной нагрузки	При нарушении рекреационной нагрузки	При использовании маломерных судов	
Изменение русловых процессов	Суммарная протя-женность регулируе-мых участков русел менее 10 %	Суммарная протя-женность регулируе-мых участков русел менее 10-20 %	Суммарная протя-женность регулируе-мых участков русел менее 30-50 %	Суммарная протя-женность регулируе-мых участков русел более 50 %

Существенное антропогенное воздействие испытывают малые реки, протекающие по территориям населенных пунктов, поскольку основной объем загрязняющих веществ поступает через системы городской дождевой канализации, имеющей выпуск

в водоток прямо в городской черте. Загрязнение поступает также в результате смыва с площади водосбора непосредственно по рельефу местности с городских территорий. При этом, водотоки в городской черте используются также в качестве объектов рекреации и источников водоснабжения. В результате разнонаправленного интенсивного использования поверхностных вод происходит изменение составляющих водного баланса и гидрологического режима малых водотоков. Для

определения самоочищающей способности водотока необходимо владеть информацией по уровню антропогенной нагрузки на водоток и возможным формам (вариантам) его реабилитации.

Проведенный РУП «ЦНИИКИВР» в 2016-2017 гг. анализ уровня антропогенной нагрузки на малые водотоки в пределах крупных населенных пунктов Республики Беларусь показал, что антропогенную нагрузку по комплексу показателей (водопользование, изменение условий и режима стока и ухудшение качества воды по длине водотока) испытывает большинство малых водотоков в пределах крупных населенных пунктов [2].

Слабая изученность малых водотоков, в том числе и трансграничных, не позволяет в полной мере дать оценку экологического состояния средних и больших рек. Для достижения экологического благополучия трансграничных водных объектов требуется особый подход, основанный на концепции управления водными экосистемами в условиях международного сотрудничества. В соответствии с принятым в 2014 г. Водным кодексом Республики Беларусь в стране реализуется бассейновый принцип управления в области охраны и использования вод, в котором заложена необходимость разработки планов управления речными бассейнами основных рек страны - Днепр, Западная Двина, Западный Буг, Неман и Припять. При этом, предыдущей редакцией Водного кодекса Республики Беларусь от 15 июля 1998 г. определялась необходимость разработки и реализации схем комплексного использования и охраны водных ресурсов (СКИОВР), как систематизированных материалов исследований и проектных разработок о состоянии, перспективном использовании и охране водных объектов на уровне крупных речных бассейнов.

РУП «ЦНИИКИВР» в период 2008-2014 гг. разработал СКИОВР для 3 из 5 бассейнов основных рек. Однако при разработке СКИОВР ряд международных принципов организации системы бассейнового управления были учтены только частично, поскольку на тот момент они еще не были имплементированы в национальное законодательство. Например, вопросы установления экологического состояния (статуса) поверхностных водных объектов в период разработки СКИОВР в национальном законодательстве отсутствовали. Соответственно, разработке планов управления речными бассейнами в стране предшествовала разработка целого ряда нормативных правовых и технических нормативных правовых актов, регламентирующих отдельные вопросы планов управления речными бассейнами.

После вступления в силу нового Водного кодекса в Республике Беларусь начали разрабатываться планы управления речными бассейнами. В период 2015-2018 гг. РУП «ЦНИИКИВР» разработаны проекты планов управления речными бассейнами Днепра, Западного Буга и Припяти на территории республики.

В целом, проводимые исследования водосборов малых рек показали, что для сохранения и улучшения экологического состояния для малых трансграничных водотоков необходимо использование следующего состава водоохранных мероприятий:

- соблюдение правил хозяйствования в пределах водоохранных зон и прибрежных полос водных объектов, включая работы по ликвидации источников их загрязнения;
- ограничение степени сельскохозяйственной освоенности и мелиорированности в пределах 30-35 % площади водосбора;
- ограничение рубки в пределах санитарной зоны, запрет на сплошную рубку леса;
- организация экологически защищенных полигонов сбора бытовых отходов в населенных пунктах, расположенных по берегам малых рек;
- мелиорация русел водотоков;
- проведение гидрологического обоснования объемов изъятия поверхностных вод с учетом минимально допустимого экологического расхода, величина которого не может быть меньше 75 % расхода 95 % обеспеченности межennaleго стока;
- ограничение регулирования русловой сети (создание водохранилищ и прудов), изменения русловых процессов;

– оптимизация сети наблюдений за гидрологическим и гидрохимическим режимом на малых водотоках, особенно в черте населенных пунктов.

Предлагаемые мероприятия являются долгосрочными и подлежат выполнению в процессе хозяйственной деятельности на территории водосборов трансграничных водотоков.

ВЫВОДЫ

Для обеспечения охраны водных объектов и рационального использования природно-ресурсного потенциала одним из действенных организационно-профилактических мероприятий является установление границ водоохранных зон и соблюдение режима их использования. Проблемы определения размеров таких зон и режима хозяйственной деятельности с учетом современных технологий для рационального использования природных ресурсов без ущерба окружающей среде являются весьма актуальными.

Выполнение общих и бассейновых водоохранных мероприятий позволит сохранить и улучшить экологическое состояние малых и средних трансграничных водотоков.

В условиях трансграничного характера речных бассейнов требуются целенаправленные совместные действия стран на основе научных исследований для комплексного решения имеющихся экологических проблем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юревич Р.А. Методические подходы к разработке рекомендаций по сохранению и восстановлению экологического состояния малых рек [Текст] / Р.А. Юревич, П.П. Рутковский, Л.Н. Гертман // Сб.: Актуальные проблемы наук о земле: использование природных ресурсов и сохранение окружающей среды: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Брест: БрГУ, 2017. – Ч. 2. – С. 256-259.

2. Оценить экологическое состояние малых водотоков в пределах крупных населенных пунктов Республики Беларусь и разработать мероприятия по их восстановлению на примере нескольких малых водотоков / Отчет о НИР. - РУП «ЦНИИКИВР», Рук. Дубенок С.А. - Минск, 2017.

Hydrology

CURRENT STATUS AND PROSPECTS OF RESEARCH IN THE BASINS OF SMALL RIVERS OF BELARUS

Hertman L., Dubenok S.

*Central Research Institute for Complex
Use of Water Resources
Minsk, Belarus*

Annotation. The article is devoted to the issues of research on the anthropogenic impact on the state of small rivers as an important element of the hydrographic network. The status of small rivers forms the state of the river basins as a whole. In the transboundary river basins, purposeful joint actions on the basis of scientific research are required for a comprehensive solution of existing environmental problems.

Keywords: river basin, small rivers, management plan.

CHANGES OF ANNUAL RUNOFF OF KURA RIVER DOWNSTREAM OF THE MINGACHEVIR WATER RESERVOIR

Imanov F.¹⁾, Mammadov Kh.²⁾

¹⁾“Azersu” Open Joint Stock Company

“Sukanal” Scientific-Research and Design Institute

Moscow av.73, Baku, AZ1012, Azerbaijan

²⁾Gandja State University

Geydar Aliyev av. 159, Gandja, AZ2000, Azerbaijan

E-mail: farda_imanov@mail.ru, x.mamedov@mail.ru

Annotation. The geographical comparison method was applied for a comprehensive assessment of the influence of anthropogenic factors on the annual flow of the Kura River below the Mingachevir reservoir. It was revealed that before the flow of the Araz River, the flow of the Kura River in different sections increased by 32-44% and in the closing section by 49.8%. Over the entire period of hydrological observations, the annual flow of the Aras River decreased by 44%.

Keywords: Kura river, Aras river, Mingachevir water reservoir, annual runoff, channel, collector.

INTRODUCTION

One of the pressing global problems of the 21st century is water provision for various sectors of the population and economy. Use of water resources is growing rapidly all over the world due to population growth and economic development, and water supply in most regions and countries is sharply deteriorating. A decreasing tendency in available water resources is observed as a result of global warming. Aggravation of these water problems has a direct impact on food supply for populations and the ecological safety of regions. Moreover, water has become recognized as one of the key factors for sustainable development.

GENERAL INFORMATION ABOUT THE KURA-ARAS RIVER BASIN

The Kura River is the longest transboundary river of the South Caucasus and five countries are located in its basin either fully or partially: Turkey, Georgia, Azerbaijan, Armenia and the Islamic Republic of Iran. The Kura River flows into the Caspian Sea and is the recipient of numerous tributaries as it flows downstream. Its water resources are widely used for different purposes in all five countries. Consequently, the annual flow of Kura River undergoes both natural and anthropogenic transformation along the river [4].

The total water resources of the Kura River basin are 25.9 km³. 16.8 km³ of those resources are formed in the Kura River basin, while 9.1 km³ in the Aras River basin. 9.39 km³ of water resources of the Kura River basin (excluding the Aras River basin) is formed in Georgia, 4.6 km³ in Azerbaijan and 1.54 km³ Armenia [5].

CHANGES OF ANNUAL RUNOFF OF KURA RIVER

The study area covers the Kura-Aras lowland of Azerbaijan. Dry climate, unequal distribution of water resources on territories, population growth, and the development of various sectors of the economy – especially the improvement of irrigation in Kura and Aras basins – has caused an increase in water demand and volume of water abstraction from natural water sources each year, primarily from rivers.

According to the sources of scientific literature, reports of various international and local projects implemented in the region, as well as personal experience of experts, the main types of pressure to Kura and Aras rivers in the considered parts are as following:

- Water withdrawal for irrigation and drinking water supply (both river water and groundwater);
- Hydromorphological changes in river channel;
- Discharging of untreated water to rivers used by population and industrial enterprises in river-based settlements;
- Access to rivers with groundwater, polluted due to the usage of different fertilizers.

The main impacts of these farm activities (pressure) implemented in river basins on water resources are following:

- Changing the natural water mode of rivers and reducing river flow;
- Deterioration of river water quality and ecological status of rivers.

A strong impact of anthropogenic factors on the runoff mode of the river began with the construction of the Varvara and Mingachevir water reservoirs in 1950-53. Later, the Shamkir (1982) and Yenikend (2000) water reservoirs over Kura River were built, as well as the Sarsang (1976) over the Terter River, in addition to other water reservoirs over the tributaries of the Kura [1].

The quantity of runoff transmitted below the Mingachevir water reservoir depends on the operating mode of the Mingachevir Hydropower Station, and the amount of water received by the Upper Shirvan (with capacity of $78 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) and Upper Karabakh (with capacity of $113 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) irrigation channels [3].

Kura - Araks lowland has extensive irrigated farmland. Therefore, the irrigation channel network is very intense. A collector - drainage network has been built to remove groundwater from irrigated areas. The main irrigation channels and collector-drainage network of the area are shown in Figure 1.

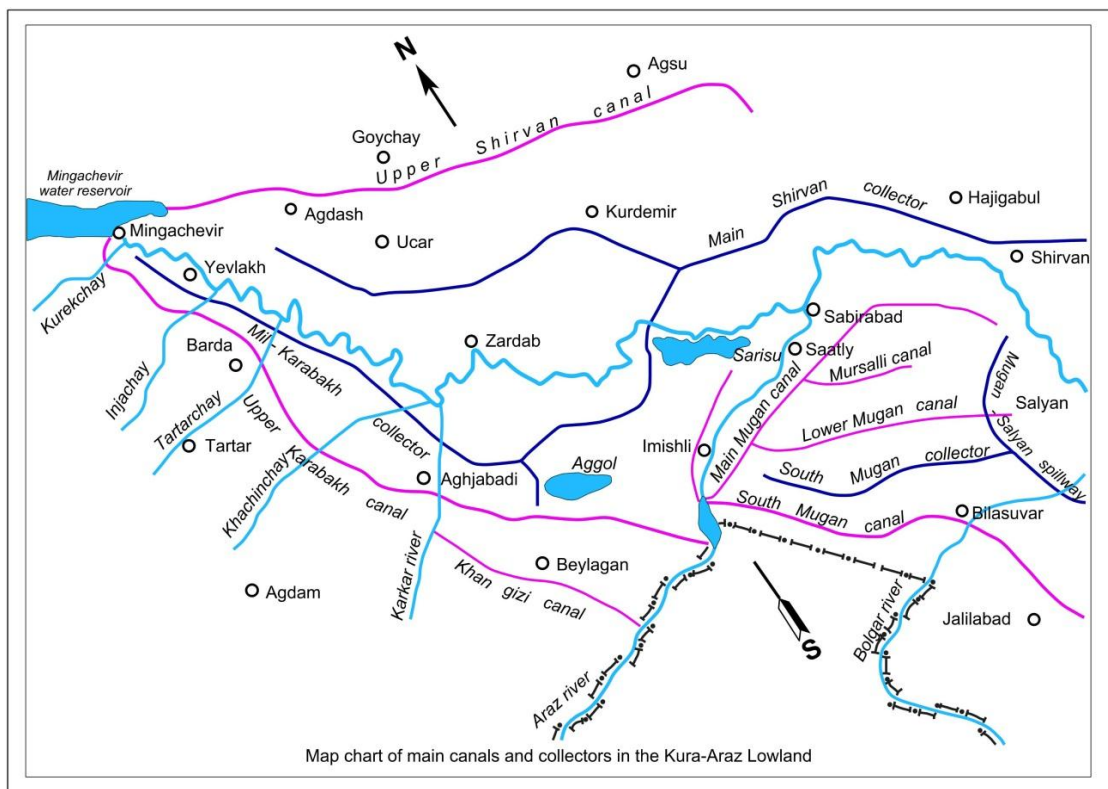


Fig. 1. Map chart of main channels and collectors in the Kura-Araz Lowland

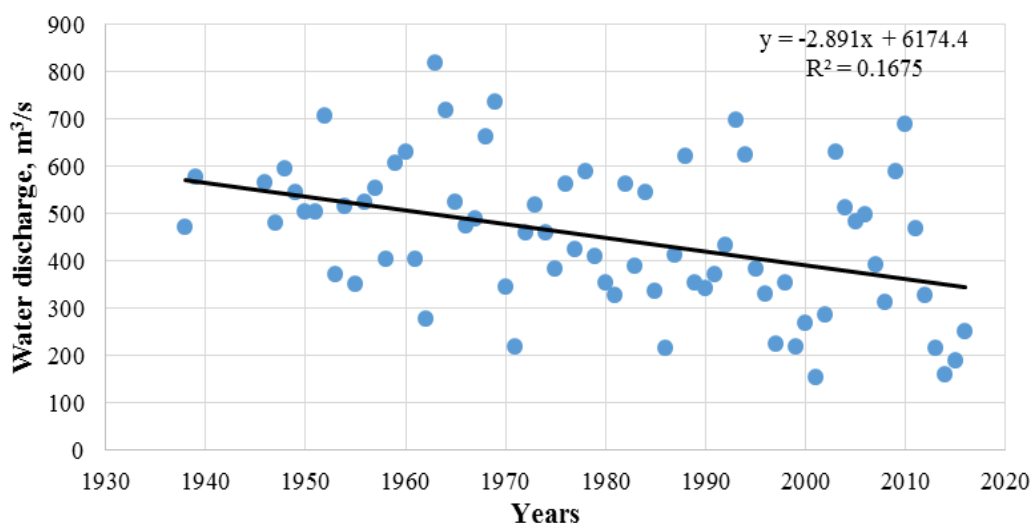


Fig. 2. Trend line schedule for the Kura river in Salyan station

Reduction of flow has been evaluated below the Mingachevir reservoir of the Kura River. This assessment has been carried out according to the 6 observation points on the Kura River (see Table 1).

Formerly, anthropogenic change of annual runoff along the Kura River on the territory of Azerbaijan was only estimated for different two periods – up to the time, which the Mingachevir water reservoir became operational (1953) and the period of 1953-1975. Taking this into account, annual runoff changes as a result of anthropogenic factors is assessed below for the years 1976-1990 and 1991-2012 (see Table 1) [2].

Table 1

Changes in the Kura river flow throughout the years 1976-1990 and 1991-2012

№	Stations	Q_{observed} , m^3/s	$Q_{\text{max. observed}}$ m^3/s	1976-1990 years			1991-2012 years		
				Q_{observed} , m^3/s	ΔQ		Q_{observed} , m^3/s	ΔQ	
					m^3/s	%		m^3/s	m^3/s
1	Mingachevir	318	473	277	196	41.4	253	200	42.3
2	Yevlakh	279	481	288	193	40.1	268	213	44.3
3	Zardab	333	529	336	193	36.5	360	169	31.9
4	Mollakend	344	563	386	227	40.3	-	-	-
5	Surra	485	853	471	382	44.8	446	407	47.7
6	Salyan	494	854	430	424	49.6	429	425	49.8

After the construction of the Mingachevir water reservoir (1953), river runoff significantly decreased in 1955-1975: in Mingachevir - $171 m^3 s^{-1}$; in Salyan - $351 m^3 s^{-1}$.

Runoff reduction from Mingachevir up to the mouth of the Aras River is 32-44%. At the closing section of the Kura River (Salyan station), annual runoff decreased by $425 m^3 s^{-1}$ or 49.8%: $325 m^3 s^{-1}$ reduction was observed directly in the Kura basin, and $100 m^3 s^{-1}$ reduction in Aras basin [2].

CHANGES OF ANNUAL RUNOFF OF ARAS RIVER

The natural mode of the Aras River on the territory of Azerbaijan is disturbed especially by the Aras, Mil-Mughan and Bahramtepe hydro-junctions. The Aras water reservoir with a capacity of 1.35 km³ started to be filled in 1970. Bahramtepe and Mil-Mughan hydro-junctions were put into operation in 1959 and 1972. Main Mughan (with capacity of 60 m³s⁻¹) and South Mughan (with capacity of 35 m³s⁻¹) channels are canalised from the Bahramtepe hydro-junction, and Main Mil channel (with capacity of 102 m³s⁻¹) from the Mil-Mughan hydro-junction. Iran also takes in the same amount of water from this hydro-junction [1].

An increase in the amount of water taken without recharge has caused significant changes in the mode of Aras river. Long-term annual runoff decreased by 128 m³s⁻¹ or 44% during the observation period, and in the years 1991-2010 by 34.5% at the closing section of the Aras River (Saatly station) (see Table 2). This decline will continue in the near future, thus, Iran built the Khudafarin water reservoir with a total capacity of 1,6 km³ over Aras River. Kiz Kalasy (62 mln.m³) is under construction.

Table 2

Changes in the Aras river flow throughout the year

№	Hydrological stations	Q naturalized, m ³ /s	All the observation period			1991-2010-years		
			Qobserved, m ³ /s	ΔQ		Qobserved, m ³ /s	ΔQ	
				m ³ /s	%		m ³ /s	%
1	Saatlı	290	162	-128	44.0	190	-100	34.5

As can be seen from Table 2, during the all observation period, during the last hydrological station of Araz river (Saatli), annual flow was 128 m³/s, or 44% and decreased by 34.5% in the years 1991-2010 [2].

Hydromorphological changes have been occurred in the Kura and Aras rivers' channel in the study area. 1016 km flood control dams have been created along the Kura River. 862 km of it is on the right bank and 154 km on the left bank. The total length of the dam along Aras River is 128 km (78 km on the right bank, 50 km on the left bank).

CONCLUSION

Decrease in runoff on the territory of Azerbaijan and the Kura River basin has environmental (degradation of specific ecosystems and natural landscapes, reduction in the river's natural ability to clean itself, increase in the concentration of pollutants, etc.) and socio-economic impacts (loss of productivity of agricultural land due to the lack of irrigation water, the reduction in income in the agricultural sector, intensive use of groundwater in order to compensate for the reduction of river runoff).

REFERENCES

1. Imanov F.A. Water infrastructure of Kura River Basin within Azerbaijan // International Congress River Basin Management. Volume I. Antalya-Turkey, 2007, pp.99-105.
2. Imanov F.A. Water resources and their use in the transboundary Kura river basin. “FSBI SHI“, St. Petersburg, Ones Own Publishing House. 2016, 164 p. (in Russian language)
3. Pashayev P.E., Hasanov F.H. History and development path of the Azerbaijan State Water Economy and Project Institute. Baku, " East-West", 2010. 192 p. (in Azerbaijani language)
4. UNDP/GEF 2013. Transboundary Diagnosnic Analysis (Up-dated) of the Kura-Aras River Basin. 202 p.
5. Water resources of the Caucasus (Ed. G.G.Svanidze and V.Sh.Tsomaya): Hydrometeoizdat, 1988. – 264 p. (in Russian language).

ДИНАМИКА КАЧЕСТВА ВОД ГОРНЫХ И ПРЕДГОРНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ ГРУЗИИ

**Иорданишвили И.К., Иремашвили И.Р., Итриашвили Л.А., Иорданишвили К.Т.,
Натрошвили Г.Т., Хосрошвили Е.З., Поцхверия Д.Ш., Биланишвили Л.Б.**

Институт водного хозяйства им. Ц. Мицихулава

Грузинского технического университета

пр. И. Чавчавадзе 60^b, 0179, Тбилиси, Грузия

E-mail: irinaord48@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по анализу изменения гидрохимического состава вод крупных горных и предгорных водохранилищ Грузии: Сионского, Тбилисского, Цалкского (Храмского) и Алгетского. Выявлено, что на качество вод в водохранилищах влияют природные и антропогенные факторы. Природный фактор это – уменьшение речного стока, антропогенные факторы – урбанизация, техногенизации региона и химизация сельского хозяйства. Выявлена необходимость проведения организационно – хозяйственных, лесо – мелиоративных, гидротехнических и охранных мероприятий.

Ключевые слова: водохранилища, гидрохимические показатели воды, водоохраные мероприятия.

ВВЕДЕНИЕ

После создания и эксплуатации водохранилищ изменяется качество воды в водохранилищах. Эти изменения связаны с воздействием природных и антропогенных факторов.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Качество воды в водохранилище является основным показателем эффективного и рационального использования водных ресурсов водохранилищ и нижерасположенных участков реки. Качество воды определяется пятью группами показателей:

I. Общефизические показатели и показатели концентрации включений (мг/л): температура, величина рН, количество растворенного кислорода, общее количество взвешенных и растворенных веществ, жесткость, содержание хлоридов, сульфатов, железа, марганца, аммония, нитратов и т.п.

II. Показатели концентрации органических веществ: окисляемость перманганатная (ХПК мг O₂ /л) и бихроматная (ХБК мг O₂ /л), биохимическое потребление кислорода (ПБК₅ и O₂ /л), экстрагируемые вещества, органический углерод и органический азот.

III. Показатели концентрации неорганических загрязняющих веществ: ртуть, кадмий, свинец, медь, мышьяк, хром, никель(мкг/л); цианиды, сульфиды, фториды (мг/л).

IV. Показатели концентрации органических промышленных загрязняющих веществ: анионоактивные детергенты, летучие фенолы, производные нефти (мг/л).

V. Биологические показатели: сапробность, общая численность микроорганизмов и специфические показатели: цветность, запах и наличие бария, бора, лития, молибдена и др.

Формирование качества воды в водохранилище определяется природными условиями и антропогенным воздействием. Создание и размещение водохранилищ определяется спецификой региональных природных и хозяйственных условий, особенностей водопотребления, оптимального режима использования водотоков и спецификой взаимодействия водохранилищ и окружающей среды. Такой подход определяет необходимость отдельного рассмотрения предгорной и горной зоны,

отличающейся спецификой природных условий, которая обуславливается (табл.1): большой обеспеченностью регионов водными ресурсами с высоким энергетическим потенциалом; возможностью повышения продуктивности орошаемых земель; высокими показателями эффективности использования предгорных и горных водохранилищ и меньшими негативными последствиями.

Таблица 1

Основные средненные морфометрические показатели водохранилищ различных типов

№	Основные показатели	Обозначения	Единица измерения	Количественные показатели		
				Равнинные вдхц	Предгорные вдхц	Горные вдхц
1	Отметка НПУ	∇	М	<400м	400-800	>800м
2	Соотносительный показатель глубины и площади вдхц	H^2 / F	б/р	$9 \cdot 10^{-9} \div 2 \cdot 10^{-7}$	$9 \cdot 10^{-7} \div 2 \cdot 10^{-5}$	$9 \cdot 10^{-4} \div 2 \cdot 10^{-3}$
3	Амплитуда колебания уровня воды	A	М	не менее 6	6÷20	более 20
4	Использование объема	$\frac{V_{\text{полез}}}{V_{\text{пол}}}$	б/р	0,4÷0,6	0,5÷0,7	0,÷0,95
5	Приращение объема на 1 м напора	$\frac{V_{\text{пол}}}{H}$	$\frac{\text{млнм}^3}{\text{м}}$	500÷2000	50÷500	1,0÷50,0
6	Соотношение объема и площади зеркала	$\frac{V_{\text{пол}}}{F}$	$\frac{\text{млнм}^3}{\text{км}^2}$	5÷15	20÷50	50÷120
7	Соотношение площади затопления и полезного объема	$\frac{S_{\text{зат}}}{V_{\text{полез}}}$	$\frac{\text{км}^2}{\text{млнм}^3}$	120÷150	50÷110	25÷46
8	Площадь затопления на 1 м напора	$\frac{S_{\text{зат}}}{H}$	$\frac{\text{км}^2}{\text{м}}$	250÷65	3÷50	0.08÷0,25
9	Соотношение площади затопления и приращенной площадей орошения (компенсация)	$\frac{S_{\text{зат}}}{S_{\text{орош}}}$	б/р	0,024	0,025÷0.1	0,46÷0,90
10	Выработка электроэнергии на единицу объема	$\frac{W_{\text{эл}}}{V_{\text{пол}}}$	$\frac{\text{квтч}}{\text{м}^3}$	0,115÷0,65	0,60÷0,80	0,80÷2.90
11	Выработка электроэнергии на единицу площади затопления	$\frac{W_{\text{эл}}}{S_{\text{рфн}}}$	$\frac{\text{млрдквтч}^2}{\text{км}^2}$	0.50÷0,65	0,65÷0,80	0,80÷1,80
12	Процент площади мелководий от общей площади зеркала воды на отметке НПУ	$\frac{F_{\text{мел}}}{F}$	%%	15÷20	6÷10	4÷6

Из комплекса природных условий, влияющих на качество воды, выделяются биотические и абиотические факторы.

Из биотических факторов наиболее существенное влияние на формирование качества воды в водохранилищах оказывают растительный, животный мир и развитие микроорганизмов в водоеме. Из абиотических факторов наиболее существенное влияние на формирование качества воды в водохранилищах оказывает изменение гидрологического режима водотока при зарегулировании стока, которое определяет: замедление скорости течения воды, снижение водообмена, изменение типа круговорота веществ и, как следствие, изменение гидрохимического режима, уровенный режим водоема, глубина сработки в годовом цикле и характеристики использования водных ресурсов и гидрологический режим посредством изменения метеорологических и климатических характеристик - влияние деятельности человека на состав атмосферы в результате повышения концентрации в

атмосфере CO₂, газовых составляющих (фреоны, окислы азота и др.) и атмосферного аэрозоля, обусловленного все возрастающим сжиганием топлива в Мире и приводящего к повышению температуры нижнего слоя воздуха, изменению циркуляции атмосферы, осадков, испарения из водных ресурсов в региональном и глобальном масштабах.

Наиболее существенным является влияние антропогенных факторов, комплекс которых может быть представлен основными 4-мя группами: а) ландшафтные: степень засоленности прилегающей территории и характер урбанизации, объемы и характер использования земель на водосборе, степень лесистости и характер растительности на прилегающей территории; б) физические – изменение объема воды, температуры, мутности и т. п.; в) химические (качество воды) – состав и количество химически загрязненных веществ, поступающих в водоемы - из сточных вод, поверхностного стока с сельхозугодий, стока с животноводческих комплексов и населенных пунктов, а также степень загрязненности стока рек, питающих водохранилище; г) хозяйственное использование водохранилища с учетом объема безвозвратного водопотребления, характера и интенсивности использования воды ГЭС и ГАЭС, объема и состава сбросов ТЭЦ, отвода вод на орошение и характеристик воды в сбросах вод с орошаемых массивов; использование прибрежной зоны водоема для рекреации, объемы и характеристики водного транспорта.

На основе анализа факторов, влияющих на качество водохранилищ, выделены основные факторы – изменение **речного стока** и **химический** состав приточных вод.

Изменение речного стока. Исследования, проведенные в рамках проекта HOT BLEACK SEA (2015), показали, что в результате строительства в верхнем течении р. Чорохи (на территории Турции) после 2010 г. десяти водохранилищ объемом более 1,0 млн м³ наблюдается резкое уменьшение расходов реки и речного стока (рис. 1).

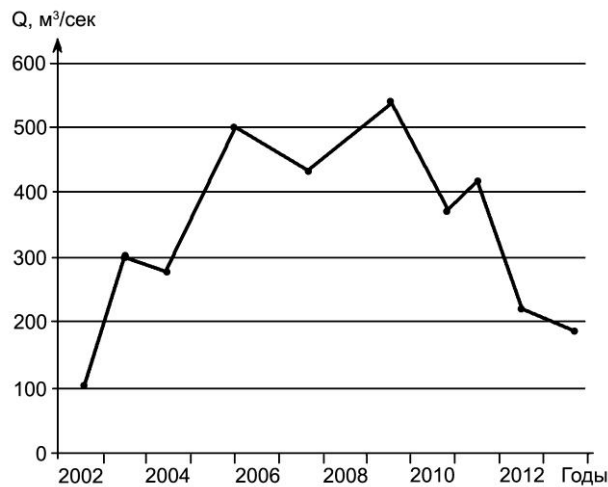


Рис. 1. Гидрограф среднегодовых расходов реки Чорохи (на территории Западной Грузии)

Что касается основной реки Восточной Грузии, р. Кура – в многолетнем разрезе существенных изменений в стоке не произошло (от границы с Турцией до г. Тбилиси), уменьшение же ее стока ниже г. Тбилиси связано с забором воды на орошение. Так, из р. Куры – Гардабанский канал забирает 40 м³/сек, а Ташикарский – 12 м³/сек. Притоки р. Куры – р. Алазани и р. Иори берут начало в Грузии и впадают в Мингчевирское водохранилище. В Грузии из р. Иори вода забирается Верхне-Самгорской и Нижне-Самгорской оросительными системами, а из реки Алазани – Алазанским, Главным Магистральным и другими каналами. Уменьшение годового стока р. Куры под влиянием антропогенных факторов продолжается на территории Азербайджана. Здесь наиболее существенное изменение стока реки началось в 1950-1953 гг., в связи со строительством Варваринского и Мингчевирского водохранилищ. Позже на р. Кура были построены Шамхорское (1982 г.) и

Еникендское (2000 г.) водохранилища, на реке Тертер - Сарсангское (1976 г.) водохранилище и др. В этих водохранилищах накоплено около 21,5 км³ воды [Ахмедзаде, 2003; Иманов Ф., 2016] (рис. 2).

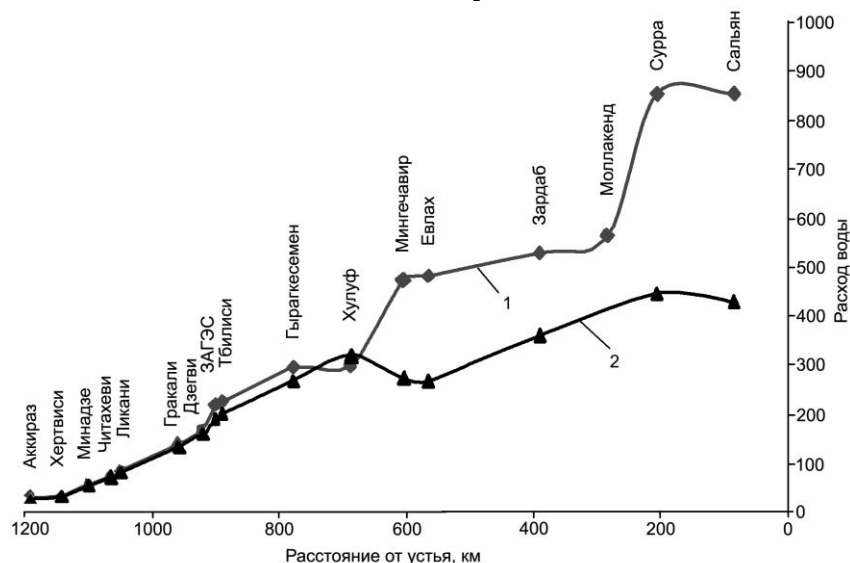


Рис. 2. Естественная и антропогенная трансформация годового стока реки Кура по ее длине: 1 – условно-естественный сток; 2-наблюденный сток (1991-2012 гг.)

Условно-естественный годовой сток реки Кура в створе Тбилиси к 1980 году уменьшился на 13-16 м³/сек [Глинская Л.В., 1979; Цомаи В.Ш., 1980; Хмаладзе Г.Н., 1982]. Причиной уменьшения стока являются водозаборы для орошения из притоков р. Кура (Большая Лиахви, Малая Лиахви, Ксани, Арагви) [Рустамов С.Т., Кашкай Р.М., 1989]. Такая же картина наблюдается и на других крупных реках Грузии. Так, р. Алазани является основным источником оросительной воды в Восточной Грузии. Уменьшение стока р. Алазани за период 1991-2010 годы составило 9,18 м³/сек (7,65%).

Общие тенденции изменения речного стока в длительном промежутке времени и техногенизация региона, химизация сельского хозяйства отражаются на содержании главных ионов в речных водах [Jordania i., 2015] (рис. 3).

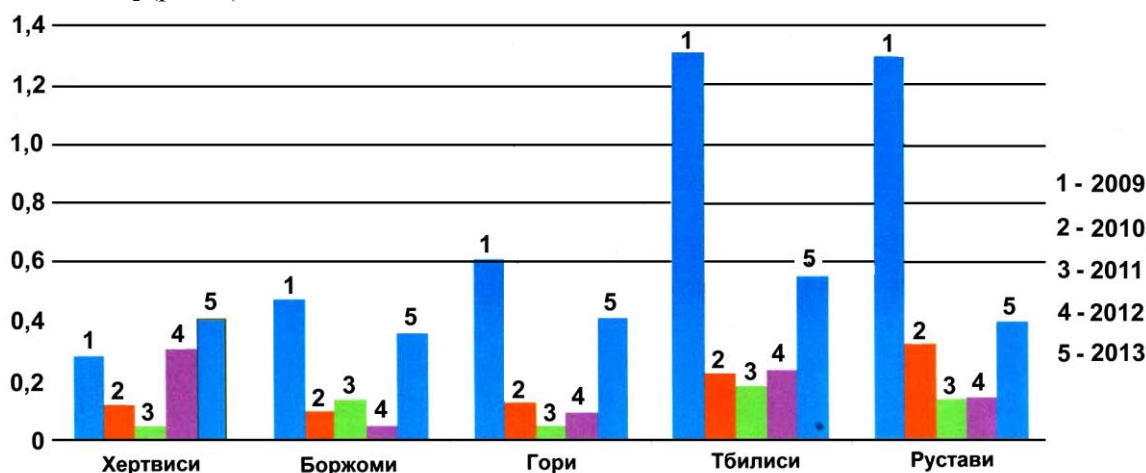


Рис. 3. Среднегодовая концентрация ионов аммония в р. Кура, мг/л (2009-2013)

Судя по тангенсу угла наклона линии зависимости $\sum i$ мгл⁻¹ от времени, наибольшее наращивание $\sum i$ наблюдается в водах р. Куры. При этом в 1887-1913 гг. сумма ($\sum i$) воды р. Куры у г.Тбилиси была стабильной – 200÷202 мгл⁻¹ [Супаташвили Г.Д., 2003] (рис. 4).

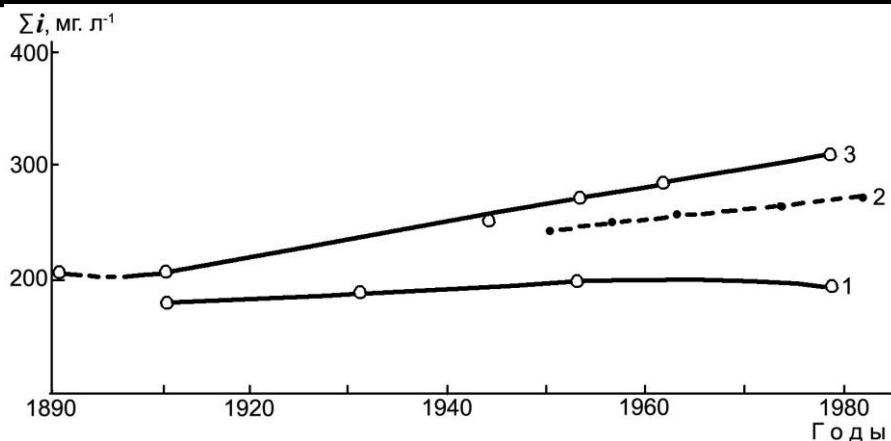


Рис. 4. Изменение суммы главных ионов Σi воды во времени в реках Грузии:
1 - р. Риони, 2 - р. Арагви, 3 - р. Кура

При этом увеличение минерализации речной воды наблюдается в устьевых участках зарегулированных рек. К примеру, среднегодовая минерализация воды по замыкающему створу реки Куры после зарегулирования повысилась на 47%.

Формирование солевого режима водохранилища определяет изменение показателей химического состава речной воды, в зависимости от сезонности года.

По химическому составу вода в водохранилищах классифицируется на 3 класса: гидрокарбонатные (карбонатные), сульфатные и хлоридные. Гидрокарбонатные воды в свою очередь подразделяются на 3 группы в зависимости от значимости ионов – кальция, магния, натрия (калия). Каждый из выделенных групп, в свою очередь, делится на типы в зависимости от содержания анионов и катионов в каждой из групп [Справочник гидрогеолога, 1962]. Т. к. водохранилища Грузии, в основном, относятся к речным типам [Иорданишвили И. К. и др, 2018], поэтому химический состав водохранилищных вод зависит от приточных речных вод, химический состав которых, в свою очередь, зависит от сезонности года: как правило, весной и осенью – в период многоводия минерализация вод значительно уменьшается; летом – в период интенсивного использования воды, резкого уменьшения уровня воды в водохранилищах, увеличения испаряемости воды с поверхности водохранилищ - минерализация воды значительно увеличивается.

Динамика формирования качества вод – Сионского, Храмского, Алгетского и Тбилисского водохранилищ – проведена на основе гидрохимического анализа вод водохранилищ, морфogeометрические показатели которых приведены в табл. 2.

Таблица 2

Морфogeометрические показатели Сионского, Алгетского, Тбилисского и Храмского водохранилищ

№	Основные показатели	Един. измер.	Количественные данные вдхщ			
			Сионское вдхщ	Алгетское вдхщ	Тбилисское вдхщ	Храмское вдхщ
1	2	3	4	5	6	7
1	Полный объем, $V_{\text{полн}}$	млн м ³	325,0	65,0	216,0	312,0
2	Максимальная глубина, $H_{\text{макс}}$	м	68,0	72,5	35,0	25,0
3	Высота призмы сработки, А	м	54,0	47,5	7,0	14,5
4	Соотношение полного и полезного объемов, $V_{\text{полн}}/V_{\text{полез}}$		1,08	1,08	1,39	1,06
5	Срок эксплуатации к 2019 г.	лет	56	36	63	70
6	Показатель водообмена	лет	0,95	0,50	1,69	1,0

Результаты химического анализа вод ряда водохранилищ приведены в табл. 3-8.

Таблица 3

Результаты химического анализа поверхностной воды
Алгетского водохранилища (зима 2018 г.)

#	Показатели	Место взятия проб воды				
		У левого борта плотины	У правого борта плотины	В средней части в-ща	В устье	В нижнем бьефе
1	2	3	4	5	6	7
1	pH	8,00	8,10	8,10	8,00	8,10
2	Сухой остаток мг/л	383,530	379,290	389,81	385,19	385,41
3	Жесткость мг.эquiv/л	6,128	5,781	6,031	5,981	5,833
4	Минерализация мг/л	495,130	492,690	500,810	498,590	497,010
5	NH_4^+ , мг/л	-	-	-	-	-
6	Ca^{2+} , мг/л	87,00	86,00	91,00	90,00	89,00
7	Mg^{2+} , мг/л	21,60	18,00	18,00	18,00	16,80
8	Na^+ , мг/л	19,60	19,60	21,00	20,00	19,50
9	K^+ , мг/л	2,10	2,10	2,10	2,10	2,00
10	Cl , мг/л	7,09	7,09	7,09	7,09	7,09
11	HCO_3^- мг/л	226,92	230,58	225,70	230,58	226,92
12	CO_3^{2-} мг/л	ND	ND	4,80	ND	4,80
13	SO_4^{2-} , мг/л	126,00	124,00	126,00	126,00	126,00
14	NO_2^- , мг/л	0,22	0,22	0,22	0,22	ND
15	NO_3^- , мг/л	4,60	5,10	4,90	4,60	4,90
16	$t^{\circ}C$	5,0	5,4	6,0	6,5	6,9

Таблица 4

Содержание растворимых газов поверхностной воды
Алгетского водохранилища, мл/л (зима 2018 г.)

№№	Место взятия проб воды	N_2	O_2	CH_4	CO	CO_2
		мл/л				
1	У левого борта плотины	47,80	12,82	0,57	0	0
2	У правого борта плотины	42,28	11,34	0,50	0	0
3	В ср. части в-ща	49,92	11,51	0,51	0	0
4	В устье	44,71	12,00	0,53	0	0
5	В нижнем бьефе	45,33	12,16	0,54	0	0

Таблица 5

Результаты химического анализа воды
Сионского водохранилища (зима 2018 г.)

Показатели	Место взятия проб У плотины	Место взятия проб		
		У плотины	В устье	на глубине 14 м
1	2	3	4	5
1	pH	7,950	7,800	8,000
2	Сухой остаток, мг/л	184,035	183,135	229,144
3	Жесткость, мг.эquiv/л	3,244	2,994	4,336
4	Минерализация, мг/л	271,035	273,135	325,144
5	NH_4^+ , мг/л	-	-	1,5
6	Ca^{2+} , мг/л	55,0	50,0	65,0
7	Mg^{2+} мг/л	6,0	6,0	13,2
8	Na^+ , мг/л	4,3	4,5	11,2

9	K^+ , мг/л	1,2	1,2	1,2
10	Cl , мг/л	10,635	10,635	11,344
11	HCO_3^- , мг/л	176,9	183,0	195,0
12	CO_3^{2-} , мг/л	ND	ND	ND
13	SO_4^{2-} , мг/л	15,0	15,0	25,0
14	NO_2^- , мг/л	ND	ND	ND
15	NO_3^- , мг/л	2,0	2,8	1,5
16	$t^{\circ}C$	6,9	6,2	5,6

Таблица 6

Содержание растворенных газов в Сионском водохранилище (зима 2018 г)

Место взятия проб	N_2	O_2	CH_4^+	CO	CO_2
1	2	3	4	5	6
У плотины	46.16	12.38	0.55	0	0
В устье	47.73	12.80	0.57	0	0
У плотины на глубине 14 м	45.50	12.21	0.54	0	0

Таблица 7

Состав вод некоторых водохранилищ Грузии в летний период (2018 г.)

*) В псевдоформуле Курлова в числителе записывается процент – эквивалент анионов, а в знаменателе – катионов, перед дробью величина минерализации, мг/л

№	Место отбора проб воды в в-ще, название в-ща	Твердый остаток, г/л	ммгг/экв						Общая жест- кость, ммгг/экв	Осадок, г/л	Тип воды в водохранилище по ф-ле Курлова *)
			Анионы			Катионы					
			HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	$Na^+ + K^+$	Ca^{++}	Mg^{++}			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Алгетское (у плотины)	0,496	2,47	4,74	2,23	2,90	3,09	3,45	6,9	0,34	$M_{0,497} \frac{SO_4^{2-} 26,3 \cdot HCO_3^- 26,1 \cdot Cl^- 25,2}{Ca^{++} 60,4 \cdot Mg^{++} 14,0 \cdot Na^+ 25,6}$ кальций – гидрокарбонатно – сульфатно - натриевая
2	Сионское (у плотины)	0.208	1,90	0,39	1,44	0,23	3,09	0,41	3,7	0,38	$M_{0,208} \frac{SO_4^{2-} 38,7 \cdot HCO_3^- 50,9 \cdot Cl^- 10,4}{Ca^{++} 82,8 \cdot Mg^{++} 11,1}$ кальций – гидрокарбонатно – сульфатно- магний - хлоридная
3	Тбилиское (у земляных плотин Варкетильском р-не)	0,327	3,440	0,030	1,666	1,236	2,11	1,49	–	–	$M_{0,327} \frac{HCO_3^- 67,0 \cdot SO_4^{2-} 32,4}{Ca^{++} 46,9 \cdot Na^+ 24,1 \cdot Mg^{++} 29,0}$ гидрокарбонатно – кальциево – сульфатно – магний - натриумная

Таблица 8

Основные показатели качества воды в ряде водохранилищ
Грузии (2010–2018 г.г.)

№ п.п.	Группы	Осредненные показатели	Значение	Водохранилища				Характер распределения
				Сионское	Тбилисское	Храмское (Цалкское)	Алгетское	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	I. Общефизические показатели	Водородный показатель, pH	сред.	6,75	7,82	7,51		Изменение по глубине и по длине водохранилища незначительное. Изменение по сезонам незначительное; Макс. – зима, осень
			макс.	8,38	9,38	8,95		
2		Растворенный кислород, O ₂ , мг/л	сред.	8,42	9,31	8,50	6,40	Уменьшается от поверхности ко дну и от устья к плотине. Макс. – зима, мин. – лето, осень
			макс.	13,50	11,95	11,90	13,00	
3		Содержание хлоридов, мг/л	сред.	8,20	21,30	12,10		Увеличивается ко дну одинаково по длине водохранилища. Макс. – зимой, мин. – летом
			макс.	31,30	53,10	18,30		
4		Содержание сульфатов, мг/л	сред.	26,10	166,10	17,20		Изменение по глубине и по длине водохранилища незначительно, меняется по сезонам. Макс. – зима, мин.- весной
			макс.	64,25	352,00	60,80		
5		Железо общее, мг/л	сред.	0,04	0,03	0,01	0,21	Изменение по длине и по глубине водохранилища незначительно, меняется по сезонам. Макс. – весной
	макс.		0,15	0,12	0,15	0,72		
6	Минеральный фосфор, мг/л	сред.	0,013	0,008	0,025		Изменения по глубине и по длине незначительны (у дна несколько больше). Мин. – зима, макс. – лето	
		макс.	0,046	0,038	0,060			
7	Нитраты, мг/л	сред.	1,78	2,18	2,32		Увеличивается ко дну. Изменение вдоль водохранилища незначительно. Макс. – весна, мин. – лето	
		макс.	9,98	6,12	4,21			
8	Сумма главных ионов, мг/л	сред.	216,8	325,2	141,7	228,0	Увеличивается от поверхности воды ко дну и от устья к плотине. Макс. – зима, мин. – лето, весна	
		макс.	348,5	516,4	196,0	420,0		
9	II. Органические вещества	Перманганатная окисляемость, ХПК, мг O ₂ /л	сред.	1,86	1,72			Увеличивается от устья к плотине и от поверхности ко дну. Макс. – летом, мин. – осенью
			макс.	3,98	7,21			

10		Бихроматная окисляемость, ХПК, мг/л	сред.	11,32	11,60	8,20	8,23	—
			макс.	25,60	37,80	15,80	40,3	
11	Газовый режим	Содержание двуокси углерода, CO ₂ , мг/л	сред.	2,41	3,42	3,11	9,60	Увеличивается ко дну и к плотине. Макс. – зима, мин. – лето, осень
			макс.	11,20	12,61	6,80	17,62	
12		Содержание гидрокарбонатных ионов, HCO ₃ мг-экв/л	сред.	2,48	2,68	1,62		Увеличивается ко дну и от устья к плотине. Макс. - весна, мин. - лето

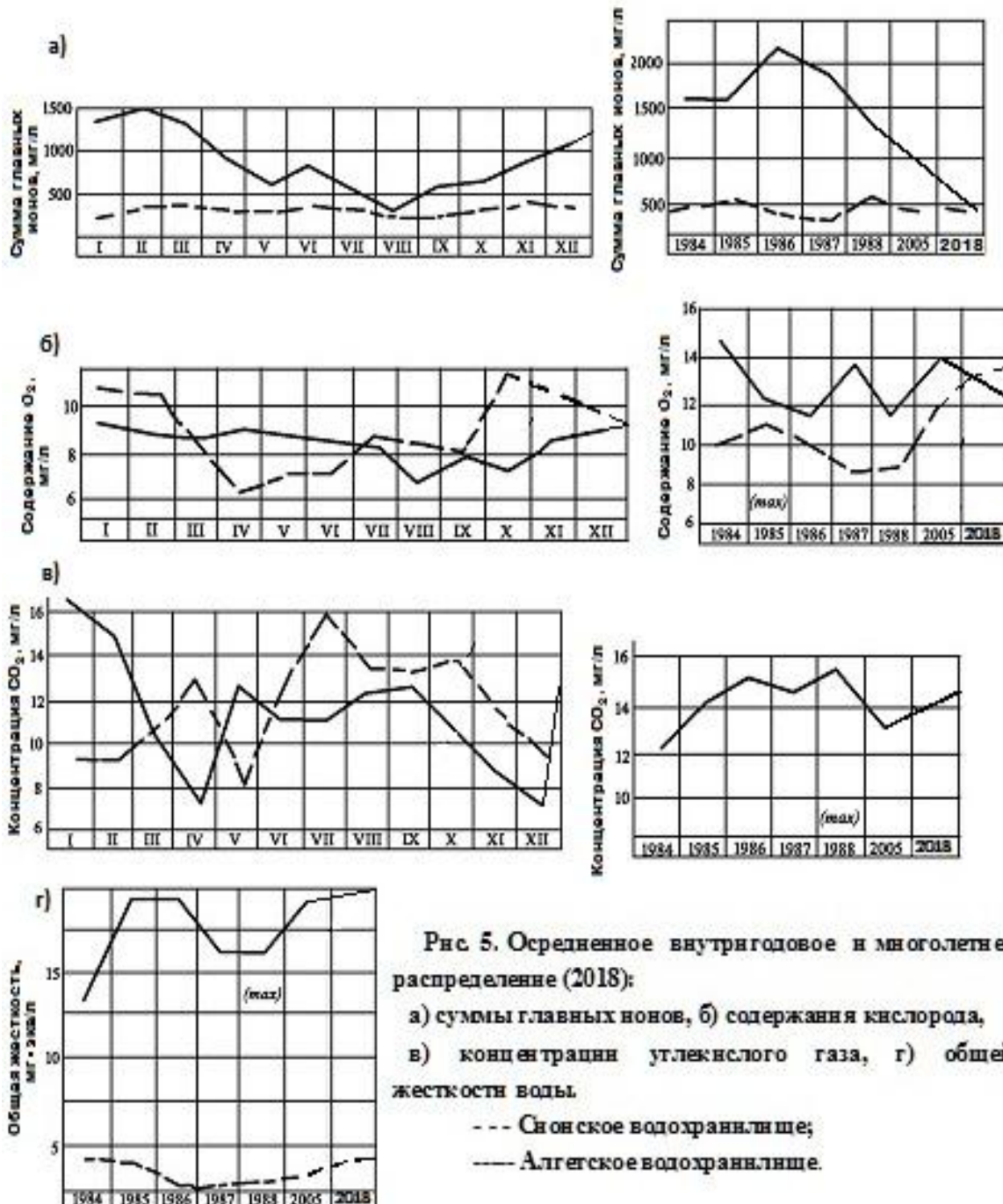


Рис 5. Осредненное внутригодовое и многолетнее распределение (2018):
 а) суммы главных ионов, б) содержания кислорода,
 в) концентрации углекислого газа, г) общей жесткости воды
 --- Снонское водохранилище;
 — Алгеское водохранилище.

Газовый режим водохранилища определяется кислородным режимом, который является одним из основных факторов формирования качества воды, а также степенью снижения скоростей потока и, соответственно, интенсивности турбулентного перемешивания водных масс и уменьшения проточности. Падение уровня кислородного насыщения существенно влияет на качество воды, поскольку определяет снижение интенсивности процессов самоочищения и накопления продуктов анаэробного распада (сероводород, аммиак и др.), а также перераспределение химических элементов (железа, фосфора, цинка, марганца и др.), которые накапливаются в придонных слоях.

Минеральные и органические вещества, поступающие в водохранилища с речными и поверхностными стоками, способствуют нарушению экологического равновесия в водных системах, обуславливают уменьшение способности самоочищения водоема, снижают полезную экологическую продуктивность. Одним из источников загрязнения водохранилищ биогенными веществами можно считать донные отложения с высоким содержанием илистой фракции. Большие запасы биогенных элементов и органических соединений являются основными факторами эвтрофирования и загрязнения водоемов и, соответственно, формирования качества воды. В ряде водохранилищ до 50% минеральных и органических веществ поступают со стоком с сельскохозяйственных угодий и промышленно-бытовых сбросов. При расположении водохранилищ в низовьях рек возможен вынос минеральных и органических веществ в их устьевые участки.

Очевидно, содержание суммы главных ионов в Алгетском водохранилище как в внутригодовом, так и в многолетнем периоде – более высокое, чем в Сионском, рис.5,а. Это объясняется расположением Алгетского водохранилища в более засушливом районе и промышленными сбросами. Надо отметить, что на обоих водохранилищах наблюдается многолетняя тенденция уменьшения суммы главных ионов.

Содержание кислорода (O_2) в многолетнем разрезе в обоих водохранилищах незначительно уменьшается, рис.5,б. Это объясняется уменьшением водной растительности. Концентрация (O_2) в обоих водохранилищах возрастает от плотины к верховью, и от дна – к поверхности, табл. 3.

Содержание углекислого газа (CO_2) в многолетнем разрезе в Сионском и Алгетском водохранилищах – уменьшается, рис. 5,в. Это объясняется развитием анаэробного распада вследствие некачественной очистки ложа водохранилищ.

Общая жесткость воды – на обоих водохранилищах увеличивается, причем на Алгетском водохранилище этот показатель намного больше, рис. 5, г.

Применение очистных сооружений требуется во всех случаях сброса вод в водохранилище. Эти условия определяют предотвращение поступления в водохранилище биогенных и загрязняющих веществ. Комплексные мероприятия должны обеспечивать устойчивость функционирования как водохранилищ, так и окружающей природной среды. По времени реализации выделяются мероприятия: заранее планируемые, проектируемые, осуществляемые в процессе строительства и в процессе эксплуатации водохранилищ. По характеру использования выделяются организационно-хозяйственные, специальные, агротехнические, лесо-мелиоративные.

Организационно-хозяйственные мероприятия предусматривают почво- и водоохранную организацию водосборов, рациональное сочетание размещение компонентов почвенно-водоохранного комплекса с учетом рельефа и почв, а также формирования оптимального состояния компонентов ландшафта в пределах водосбора. Агротехнические мероприятия применяются для регулирования поверхностного стока и предупреждения эрозии почв. К ним относятся фитомелиорация и противоэрозионные способы обработки почвы. Лесо-мелиоративные мероприятия осуществляются в виде защитных лесонасаждений для регулирования снегонакопления и снеготаяния, улучшения гидрологического режима рек, предотвращения обвально-оползневых смещений, очистки поверхностного стока от загрязнений и т.п.

Поскольку основные объемы загрязнений формируются на прилегающих к водохранилищу территориях, создание водоохранных зон практически на всех водных объектах является наиболее существенным в вопросах регулирования качества воды. В пределах этих зон ограничивается хозяйственная деятельность и осуществляется комплекс вышеуказанных мероприятий. Разработка положения о водоохране, установление границ водоохранной зоны (ВЗ) должны разрабатываться как на эксплуатируемых, так и на проектируемых объектах для каждого конкретного водохранилища. Основные положения при назначении водоохранных зон водохранилищ следующие: в первом приближении ширина водоохранной зоны водохранилища назначается 500,0 м. При этом первая зона шириной 300,0 м, примыкающая к МПУ водохранилища - зона строгого режима; вторая зона шириной 100,0 м – зона ограниченного режима; третья зона шириной 100,0 м – зона наблюдений, рис. 6.



Рис. 6. Водоохранные границы зон Сионского водохранилища

В первой водоохраной зоне (ширина 300 м) запрещается строительство новых объектов, обработка почв ядохимикатами, использование хлорорганических веществ для борьбы с полевыми вредителями, внесение азотосодержащих удобрений, устройство кладбищ, создание скотоводческих и птицеферм и др. Во второй и третьей водоохраной зоне (ширина по 100 м) запрещается создание новых поселений и животноводческих ферм, внесение растворимых в воде удобрений.

Т.о., при создании водохозяйственных систем с водохранилищами изменяется общая санитарная обстановка в районах, прилегающих к водохранилищу и качество воды в водоеме. Эти изменения связаны с воздействием как биотических, так и абиотических факторов, включая влияние антропогена.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на основании проведенных исследований по качеству вод в водохранилищах Грузии выявлены основные действующие факторы – это изменение речного стока и химический состав речных и водохранилищных вод. Разработаны основные положения о назначении водоохраных зон водохранилищ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kresin V., Utkina K., Brook V., Devidze M. – Dynamics of Pollutants Inflow From the main Ukrainian and Georgian Rivers Into the Black Sea. Сб. научн. трудов №70 Института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава Грузинского технического Университета, Тбилиси, 2015, с.87-95.
2. Ахмедзаде А., Дж. Гейдар Алиев – Водное хозяйство Азербайджана. Азербешр, 2003 г., 2016 стр.
3. Иманов Ф.А. – Водные ресурсы и их использование в трансграничном бассейне р. Куры. Санкт-Петербург, 2016 г., 163 стр.
4. Глинская Л.В. – Оценка влияния орошаемого земледелия на сток рек Восточной Грузии. //Тр.ЗакНИГМИ, вып. 69(74), 1979 г., стр. 57÷67.
5. Цомая В.Ш. – Характеристика стока междуречий по долине рек Кавказа. //Труды ЗакНИГМИ, вып. 72(78), 1980 г., Тбилиси, стр. 30÷42.
6. Хмаладзе Г.Н. – Влияние антропогенной деятельности на сток рек Риони и Куры. //Труды ЗакНИГМИ, вып. 77(83), 1982 г., Тбилиси, стр. 10÷23.
7. Рустамов С.Т., Кашкай Р.М. –Водные ресурсы Азербайджанской ССР. Баку, ЭЛМ, 1989 г., 184 стр.
8. 4 Jordania i. da sxv. saqarTvelos bunebrivi resursebi da maTi gamoyenebis perspeqtivebi (wylis resursebi). saqarTvelos mecnierebaTa erovnuli azademia, t. I,II Tbilisi, 2015 წ, 1184 gv.
9. Супаташвили Г.Д. – Гидрохимия Грузии. Изд. Тбилисского университета, Тбилиси, 2003 г., 399 стр.
10. Справочник гидрогеолога, М., 1962 г., стр. 89.
11. Иорданишвили И.К., Гавардашвили Г.В., Иремашвили И.Р., Вартанов М.В., Иорданишвили К.Т. – Кадастр водных запасов Грузии. "Универсал", Тбилиси, 2018 г., 260 стр.

**DYNAMICS OF WATER QUALITY OF MOUNTAIN AND FOOTHILL
OF THE RESERVOIRS**

**Iordanishvili I., Iremashvili I., Itriashvili L., Iordanishvili K.,
Natroshvili G., Khosroshvili E., Potskhveria D., Bilanishvili L.**

Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

Annotation. The paper presents the results of studies with regard to the analysis of changes in the hydrochemical composition of the waters of the following large mountain and foothill reservoirs of Georgia: Sioni, Tbilisi, Tsalka (Khrami) and Algeti. It was revealed that natural and anthropogenic factors are influenced on the quality of water in reservoirs. The natural factor is the decrease of river flow; the anthropogenic factors are - urbanization, the technogenization of the region and the chemical application of agriculture. The need for organizational, economic, forest-reclamation, hydrotechnical and protection measures has been identified.

Keywords: reservoirs, hydro-chemical indicators of water, water protection measure.

ОЦЕНКА АГРОИРРИГАЦИОННЫХ ЛАНДШАФТОВ ПРЕДГОРНЫХ РАВНИН МАЛОГО КAVKAZA РЕНТГЕНОДИФРАКТОМЕТРИЧЕСКИМ АНАЛИЗОМ

Исмаилова Н.С., Гарибов Я.А., Агаев З.Б., Исмаилова Л.Г., Гасымова Т.В.

Бакинский государственный университет

Ул. Захид Халилов 23, Баку AZ 1148, Азербайджан

E-mail: ismailova-nigar2018@mail.ru, yaqub.qaribov@mail.ru

Аннотация. В статье системно анализируется формирование и функционирование агроирригационных ландшафтов в предгорных наклонных равнинах Малого Кавказа в пределах Азербайджана с помощью рентгенодифрактометрических анализов.

Ключевые слова: рентгенодифрактометрический анализ, агроирригационный нанос, орошение, мелиорация, дифрактограмма.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы увеличивается территория орошаемых земель не только в равнинных регионах республики, но и на предгорных наклонных и пологих равнинах Большого, Малого Кавказа, где четко наблюдается дефицит водообеспечения. Поэтому для освоения новых ландшафтов с целью создания агроирригационных комплексов необходимо учесть ряд негативных процессов, связанных с орошением, в том числе заболочение, засоление и т.д. Для выполнения таких важных задач необходимо анализировать состав ирригационных вод, воднофизические, химические свойства различных почв, речных и канальных вод.

В различных естественных ландшафтах Азербайджана планомерное урегулирование создания агроирригационных, садово-плантационных ландшафтов имеет огромное значение. Однако, до сих пор ряд вопросов закономерностей формирования агроирригационных ландшафтов практически не изучены. Это относится, в основном, к орошаемым регионам республики, где во многих местах мелиоративная обстановка неблагоприятна, и без учета этой обстановки невозможно рациональное планирование формирования различных антропогенных ландшафтов.

Урегулирование агроирригационных ландшафтов – длительный и очень сложный процесс, охватывающий большой комплекс мероприятий, в том числе мелиоративных, инженерных, агротехнических, экологических, санитарно-гигиенических и т.д. Многие вопросы формирования, функционирования, урегулирования агроирригационных ландшафтов в различных экологических условиях Азербайджана не изучено.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В данной статье впервые рентгенодифрактометрическим методом изучен кристаллический состав речных вод Малого Кавказа. В результате анализа гумуса, механического состава, воднофизических и химических свойств различных почв установлены основные тенденции формирования и развития агроирригационных ландшафтов.

Оросительная вода, увеличивая влажность почвы и принося с собой растворимые и взвешенные вещества, оказывает существенное влияние на характер почвенных процессов и способствует образованию агроирригационных (культурно-поливных) ландшафтов [1].

Для анализа вод и взвешенные наносы были взяты образцы из р. Хачынчая, Кюракчая,

Шамкирчая, Гаргарчая, Тертерчая и др. Анализы проводились в Аналитическом центре Института геологии НАН Азербайджана в рентген-аппарате ДРОП-II. Для каждой реки составлены отдельные дифрактограммы [2], где указаны цифрами расстояния между плоскостями атомов кристаллической решетки минералов ангстремами(рисунки 1–5).

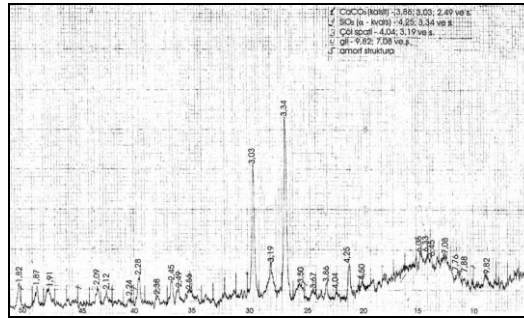


Рис.1. Дифрактограмма р. Хачынчая

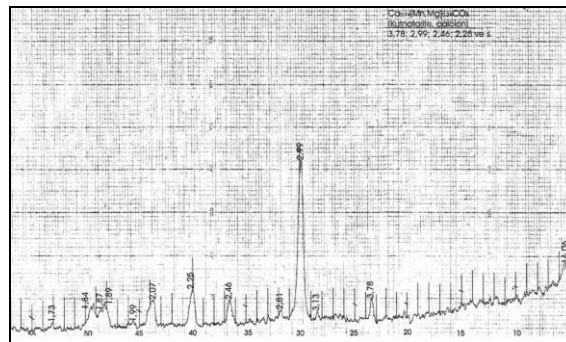


Рис.2. Дифрактограмма р. Кюракчая

Установлено, что в дифрактограмме р. Хачынчая преобладают кальцит (CaCO_3 - 3,86,3,03, 2,49), кварцит (SiO_2 -4,25, 3,34), полевой шпат (4,04, 3,19), глина, аморфные структуры, а в р. Кюракчая Ca (0,74), Mn, Mg(0,24), CO_3 , также кутнаторит(3,78, 2,99, 2,46, 2,25), кальцион и другие минералы. Указанные соотношения минералов очень благоприятно влияет на формирование зерновых, огородово-бахчевых, кормовых, садово-плантационных и других агроирригационных комплексов. Поэтому в этих районах целесообразно увеличить территории данных агроландшафтов.

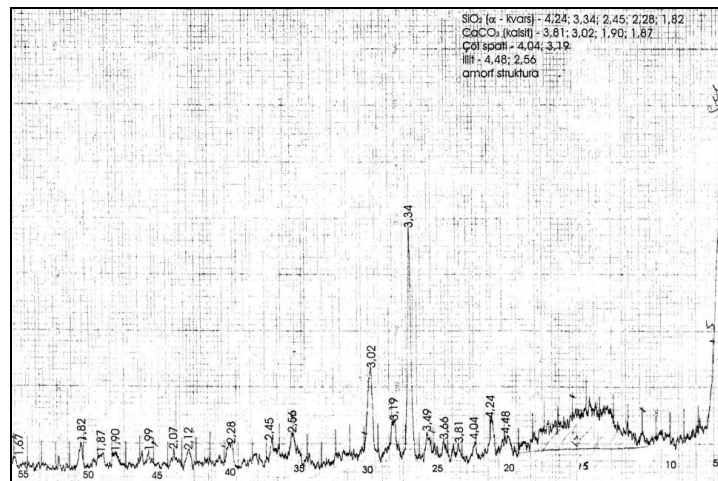


Рис.3. Дифрактограмма р. Шамкирчая

В дифрактограмме р. Шамкирчая преобладают силикатные и карбонатные минералы, в том числе кварцит(SiO_2 -4,24, 36,34, 2,45, 2,28, 1,82), кальцит(CaCO_3 -3,81, 3,02, 1,90, 1,87), полевой шпат(4,04, 3,19), и т.д. Они очень положительно влияют на производительность виноградно-плантационных, огородовых и орехово-плантационных комплексов. Однако, до сих пор в этих районах преобладают зерновые, кормовые, огородово-бахчевые агроирригационные комплексы.

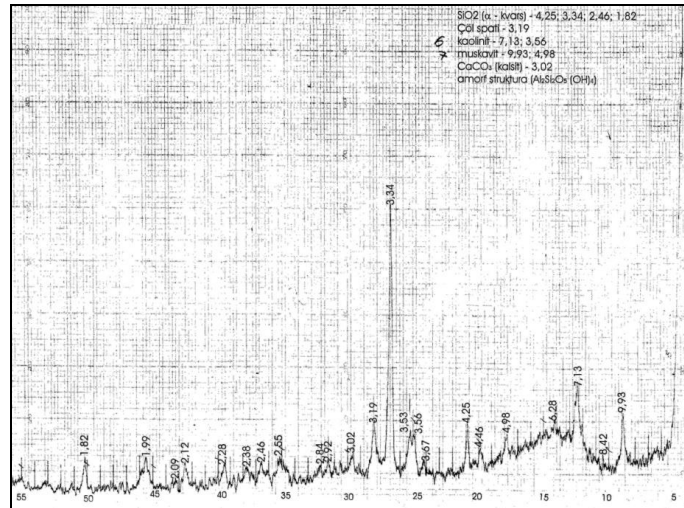


Рис. 4. Дифрактограмма р.Терттерчая

Р. Тертерчай характеризуется наиболее сложными дифрактограммами. Это связано с тем, что р. Тертерчай берет начало в Карабахском Вулканическом нагорье, так как вулканические породы чрезмерно богаты многими минералами, горными породами аморфными соединениями. В минералогическом составе преобладает кварцит (SiO_2 -4,25, 3,34, 2,46, 1,82), полевой шпат (3,19), каолинит (7,13, 3, 56), мускавит (9,93, 4,98), кальцит (CaCO_3 -3,02), аморфные структуры и др. В результате чего в данном районе почвообразующие породы состоят из аллювиально-делювиальных карбонатных суглинков, подстилаемыми на глубине 2,5–3,0 м аллювиально-пролювиальными мелкоземисто-галечниковыми отложениями.

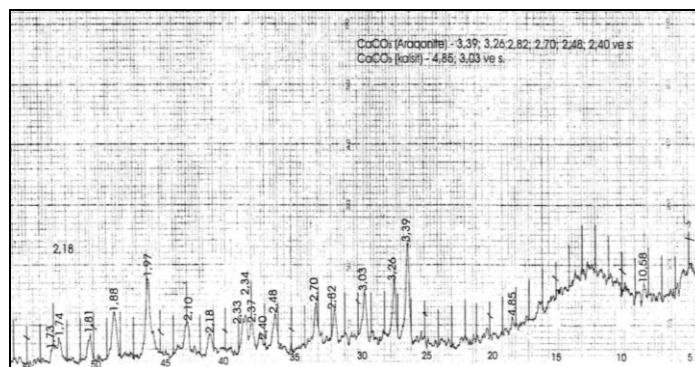


Рис.5. дифрактограмма р.Гаргарчая

В отличие от других рек Гаргарчай относится к слабообеспеченным минеральными веществами, так как р. Гаргарчай берет начало от среднегорья, а многие притоки от низкогорья, где преобладает карбонатные породы, глинистые субглинистые шисты относительно слабым минеральным составом. Так как здесь больше наблюдается аргонит (CaCO_3 -3,39, 3,26, 2,82, 2, 70, 2,48, 2,40), кальцит (CaCO_3 -4,85, 3,03), кроме того увеличивается количество минеральных солей.

Поэтому водами р. Гаргарчая целесообразно использовать в хлопководстве, садоводстве и бахчеводстве.

Мутность поливных вод р.р Хачынчая, Шамкирчая, Кюракчая, Тертерчая колеблется в пределах 2000–4000 г/м³, а в Гаргарчае – 400–1000 г/м³ в год.

Ирригационные наносы данного района достаточно богаты питательными элементами и минералами. По нашим анализам они содержат в среднем 0,21–0,34 мг/л гумуса (или 1,25–1,85%), 0,28–0,34 мг/л валового азота (или 0,08–0,12%) 129–182 мг/л обменного калия.

Нами рассчитано количество питательных элементов, во взвешенных наносах, поступающие на орошаемую территорию предгорных равнин Малого Кавказа. На орошаемое поле поступает в среднем 280–350 кг/га гумуса, в том числе 0,96 кг/га водорастворимого гумуса, валового азота 18–24 кг/га, подвижного фосфора 0,30–0,53 кг/га, карбонатов 900–1100 кг/га, обменного калия 6,50–7,76 кг/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаев М.П. Орошаемые почвы Кура-Аразской низменности и их производительная способность// Баку, Элм, 1984, 172 с
2. Гарибов Я.А. Антропогенная трансформация современных ландшафтов Азербайджанской Республики// Баку, «Mars Print» NRF, 2011. 298 с
3. Гарибов Я.А., Исмаилова Н.С. Рентгенодифрактометрический анализ речных вод северо-восточного склона Большого Кавказа и их влияние на формирование агроирригационных ландшафтов // Вопросы географии и геоэкологии Казахстана. – №2. – Алматы, 2008. – С. 60–63.
4. Мусеибов М.А. Ландшафты Азербайджанской Республики Баку. – Изд-во БГУ, 2013.

Reclamation

ESTIMATION OF AGROIRRIGATION LANDSCAPES OF FOOTHAFAL PLAINS OF THE SMALL CAUCASUS BY RENTGENODIFRAKTOMETRICAL ANALYSIS

Ismailova N.S., Garibov Y.A., Agayev Z.B.,

Ismailova L.H., Gasimova T.V.

Baku State University

Baku, Azerbaijan

Annotation. The article systematically analyzes the formation and functioning of agro-irrigation landscapes in the foothill sloping plains of the Lesser Caucasus within Azerbaijan using X-ray diffraction analyzes.

Keywords: rentgenodifraktometrical analysis, agro-irrigation sediment, irrigation, land reclamation, diffractogram.

CONCEPTION OF RIVER RESTORATION: CASE STUDY GANJACHAY RIVER

Ismayilov R., Islamov S.

"Azersu" Open Joint Stock Company,
"Sukanal" Scientific-Research and Design Institute
Moscow av. 73, Baku, AZ1012, Azerbaijan
E-mail: rashail.ismayilov@gmail.com

Annotation. The article provides an analysis of conception of river restoration in case study of Ganjachay River. In study has been analyzed the main types of pressure and impact in the basin. Suggested possible measures to restore the river.

Keywords: river restoration, restoration projects, restoration outcomes, an integrated approach.

INTRODUCTION

Human development has resulted in a significant decline in the health of rivers globally. This is in turn impacting the many benefits that rivers provide to society - that is 'ecosystem services'. Population growth, urbanization and climate change, among other factors, are expected to place further pressure on river ecosystems over coming decades. River restoration is now a common response to declining river health and its importance to water resources management can only be expected to grow. River restoration includes any action aimed at improving the health of a river, including improving ecosystem function and any related ecosystem services.

PRINCIPAL PART

Ganjachay River starts from the northern slope of the Murovdagh massive of the Lesser Caucasus. The river basin borders the basin of Terterchay River along the Murovdagh massive, the basin of Koshkarchay River to the west, and the basin of Kurakchay River to east. The average width of the basin is 7,6 km, the average height – 1119 m. The total fall of the river is 2744 m, the density of the river network – 0,64 km/km². It flows into the Mingechavir Reservoir on Kura River at 82 m a.s.l. (Mamedov, 2012 and Rustamov, et al., 1989).

River restoration is an important part of the water resources management system in the Ganjachay River basin. It can assist with balancing the needs of people for freshwater ecosystem services with anthropogenic pressures on the Ganjachay River ecosystems.

The main pressure on Ganjachay River is follows

- water abstraction for irrigation and household needs;
- household and industrial wastewater;
- agriculture and crop production;
- industry, food and non-food products;
- solid waste disposal;
- deforestation;
- fortification of river banks, hydro-morphological changes, etc.

Pressures can therefore be divided into four major groups

- water abstractions
- diffused sources of pollution;
- point sources of pollution;
- physical and morphological changes to water bodies.

Significant challenges in restoring Ganjachay River ecosystems include:

1. Returning Ganjachay River to a natural state is not feasible in most situations. Traditional approaches to river restoration have relied on the use of natural rivers as a benchmark. The degree of change in river basins around the world means that in many cases returning rivers to a pre-development condition is now physically or economically impractical.

2. Balancing the multiple roles of a Ganjachay River. River restoration is now often required to achieve multiple objectives, by balancing the natural functions of the river with specific human needs, which can require trade-offs in the planning process.

3. Complexity and scale. Many restoration projects have failed as a result of tackling issues at the wrong spatial scale, often failing to consider basin-level processes. Operating at a larger scale requires consideration of a greater number of issues, engagement with a wider range of stakeholders and linking to a wider range of planning and management instruments.

4. Increasing uncertainty over future conditions. The gross uncertainty over the future of Ganjachay River basins makes it challenging to ensure that restored rivers are suited to the future world. Among other factors, uncertainty exists around changes in climate, land use, population growth and urban development.

Ganjachay River restoration interventions are unlikely to be able to respond to these challenges. Rather, the dynamic and complex nature of Ganjachay River ecosystems requires a more strategic approach. This requires:

- a systems-based approach, recognizing physical, socioeconomic, political and cultural aspects of the connected Ganjachay River and human systems;
- a greater role for Ganjachay River restoration planning in balancing trade-offs within the basin;
- an adaptive approach, which tests the assumptions that underpin restoration efforts and allows for changes to goals and approaches over time. Restoration strategies need to identify and respond to the links between external drivers, catchment and river processes, river health and the provision of ecosystem services and societal priorities.

Ganjachay River restoration can be supported by a combination of policies, strategies and project-level plans. These different instruments should be aligned and develop synergies with one another, as well as with other regulatory and planning instruments. This includes Ganjachay River basin, development, and conservation plans.

Rules for Ganjachay River restoration are follows:

1. Identify, understand and work with the catchment and riverine processes. Understanding the physical, chemical and biological processes that drive Ganjachay River health is critical to understanding the causes of declines in river health, the loss of ecosystem services and to identifying the most effective and efficient restoration measures. Restoration projects that work with, rather than against, natural processes are more likely to be self-sustaining.
2. Link to socio-economic values and integrate with broader planning and development activities. A strategic river restoration plan should recognize, incorporate and involve all of the existing strategies that affect the river, or are affected by it, to identify achievable objectives. Planning should reflect the priorities of different types of community while at the same time ensuring broad consistency with strategic objectives.
3. Restore ecosystem structure and function by working at the appropriate scale to address limiting factors to Ganjachay River health. Restoration measures need to respond to factors that are limiting Ganjachay River health wherever they may be. In most cases, coordinated delivery of planning, implementation and monitoring of restoration activities is required on a regional scale with local-scale delivery capabilities.

4. Set clear, achievable and measurable goals. Goals and objectives should be framed as much as possible in terms of measurable changes to ecosystem function, the provision of ecosystem services and, where feasible, socioeconomic factors.
5. Build resilience to future change. Planning and implementation needs to consider likely changes in the landscape over time, including to the climate, land use, hydrology, pollutant loads and the Ganjachay River corridor. Given the gross uncertainty over future conditions, Ganjachay River restoration should aim to provide resilience to a range of scenarios.
6. Ensure the sustainability of restoration outcomes. Ganjachay River restoration strategies should be planned, implemented and managed with a view to achieving outcomes that are sustained over the long term.
7. Involve all relevant stakeholders. An integrated approach, addressing land and water issues, and involving interagency and community collaboration, is likely to achieve the best results.
8. Monitor, evaluate, adapt and provide evidence of Ganjachay River restoration outcomes. Monitoring against defined and measurable objectives is critical as a means of guiding adaptive management.

The issues assessment should identify:

❖ Threats and drivers: those factors that are affecting or threatening the condition of the Ganjachay River ecosystem. This should include any activities or processes that may affect the rivers key ecosystem functions, for example.

- factors affecting the capacity of the river to act as a conduit, such as barriers to lateral or longitudinal connectivity, or changes to the river channel that affect its ability to transport flood waters;
- factors affecting the capacity of the Ganjachay River to act as a barrier or filter, such as the loss of riparian vegetation;
- factors affecting the capacity of the river to act as a source and a sink, such as pollution, which limits the ability of the Ganjachay River to assimilate waste and to provide clean drinking water supplies;
- factors that reduce the habitat provided by the Ganjachay River, such as mining or clearing of instream vegetation.

❖ Issues and impacts: what are the challenges within the basin.

❖ Opportunities and constraints: Ganjachay River restoration planning needs to consider where there is potential for restoration to support or benefit from other water-related activities within the basin, and the potential for synergies. The planning process also needs to recognize any constraints on future restoration activities - these may include legal, physical, practical, political, or financial constraints.

Ganjachay River restoration needs to be considered in terms of three dimensions:

1. spatial scale: where within the basin different restoration measures are undertaken.
2. time scale: when different measures should be implemented, as well as the timeframe for responses, i.e. improvements in Ganjachay River health.
3. range of measures: the different types of activities that can be undertaken to achieve restoration objectives.

Spatial scale is important for Ganjachay River restoration for a number of reasons. Firstly, it is important because of its ecological significance. Different ecosystem processes can occur at the regional or landscape scale, or at a basin, river corridor, reach, or local scale. Understanding the scale at which different processes occur helps inform the most appropriate response.

Secondly, spatial scale is important because of its political dimension. Where rivers cross administrative boundaries, restoration objectives and actions need to link to other planning instruments at the appropriate scale. Administrative boundaries may also limit the extent to which a planning agency has a mandate to undertake restoration activities.

Finally, spatial scale is relevant because different steps in formulating and implementing river restoration strategies and plans will necessarily need to take place at different scales. For example, the

process of setting a vision and identifying problems might need to take place at the basin scale. Based on this, priorities might be set at a sub-catchment scale, and ultimately restoration projects designed and implemented at the reach level or at an individual location (see Figure 1).

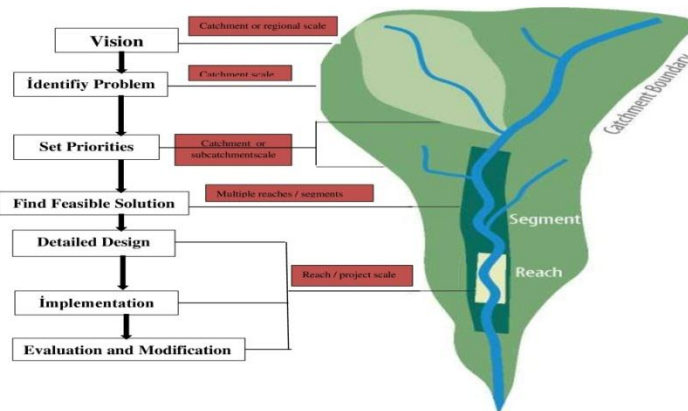


Figure 5.1. Spatial scale relevant to different steps in the Ganjachay River restoration planning process

Some restoration interventions may need to be implemented across scales. Therefore, a particular river reach might be identified as a problem area by catchment scale analysis; more detailed analysis might then be required at a local scale to understand the drivers of degradation (i.e. the specific causes of the problems) and the options for restoration action within that reach.

Evidence suggests that many river restoration projects fall short of their objectives as a result of failure to focus on the appropriate time scale, including the failure to recognize the long timeframes required to achieve effective restoration (Hilderbrand et al., 2005).

As with the spatial scale, the time scale is relevant to Ganjachay River restoration for a number of reasons. The first relates to the natural evolution of Ganjachay River systems. Rivers naturally undergo a process of evolution over hundreds and thousands of years. It is important to recognize the history of a river and the way the river has evolved over time.

There is no standard typology of river restoration costs. However, Ayres et al. (2014) assessed river restoration costs according to whether they were recurring or non-recurring as follows:

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ❖ Non-recurring costs ✓ planning and design costs ✓ transaction costs ✓ land acquisition costs ✓ other construction/investment costs | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Recurring costs ✓ annual maintenance costs ✓ annual monitoring costs. |
|---|--|

This typology is helpful because it specifically requires costing of both initial restoration measures and ongoing maintenance and monitoring costs that have often been under-funded or unfunded in the past (Bernhardt et al., 2007; Smith et al., 2014). It may be important to also think beyond the financial costs of individual project interventions and to consider the indirect economic and social costs of river restoration. These costs might include the opportunity cost of any river restoration intervention, non-recurring and recurring costs for regulators who must maintain oversight of the restoration project, or the costs of any subsidies or incentives (such as tax incentives) associated with overarching policy for river restoration.

Costs of Ganjachay River restoration should be compared with costs of other management approaches that could contribute to the desired water management goal.

CONCLUSION

Ganjachay River restoration improves the stability of river systems as well as it provides conditions for continuous multifunctional use of river estuary, river flow. Ganjachay River restoration is an integral part of sustainable water management of Azerbaijan and directly supports the objectives of the Water Framework Directive and national and regional water policies. Restoration of Ganjachay River reflects extensive ecological, physical, spatial and management measures and practices. These include the restoration of the natural condition and functioning of the river for biodiversity, recreation, flood management and landscape development.

REFERENCES

1. Mamedov, M. A., Hydrography of Azerbaijan, Baku, 2012, p. 265.
2. Rustamov, S.G., and R. M. Kashkay. Water Resources of the Azerbaijan SSR, Elm, Baku, 1989, p. 180.
3. Ayres, A., Gerdes, H., Goeller, B., Lago, M., Catalinas, M., Canton, A., Brouwer, R., Shermet, O., Vermaat, J., Angelopoulos, N., and Cowx, I. 2014. Inventory of river restoration measures: effects, costs and benefits. REFORM, European Commission.
4. Bernhardt, E.S. and Palmer, M.A. 2007. Restoring streams in an urbanizing world. Freshwater Biology, 52, pp. 738-751.
5. Hilderbrand, R. H., Watts, A.C. and Randle, A.M. 2005. The myths of restoration ecology. Ecology and Society 10(1): 19. www.ecologyandsociety.org/vol10/iss1/art19/.
6. Smith, B., Clifford, N. J. and Mant, J. 2014. The changing nature of river restoration. Wiley Interdisciplinary Reviews: Water, 1, pp. 249-261.

Гидрология и метеорология

КОНЦЕПЦИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕКИ: ПРИМЕРНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РЕКИ ГЯНДЖАЧАЙ

Исмаилов Р., Исламов С.

*Открытое акционерное общество «Азерсу»,
Научно-Исследовательский и Проектный Институт «Суканал»
Баку, Азербайджан*

Аннотация. В статье выполнен концепции восстановления рек на примере р. Гянджачай. Рассмотрены основные виды давления и воздействия в бассейне этой реки. Предложены возможные меры по восстановлению реки.

Ключевые слова: восстановление реки, реставрационные проекты, результаты восстановления, комплексный подход.

ИНЖЕНЕРНО-МЕЛИОРАТИВНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕЛИОРАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ТЯЖЕЛЫХ ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ ПОЧВОГРУНТАХ

Итриашвили Л.А., Иремашвили И.Р., Хосрошвили Е.З.,

Натрошвили Г.Н., Поцхверия Д.Ш.

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава

Грузинского технического университета

пр. И. Чавчавадзе 60^b, 0179, Тбилиси, Грузия

E-mail: itriashvili@mail.ru

Аннотация. В статье анализируются причины низкой эффективности агромелиоративных мероприятий на тяжелых глинистых почвогрунтах Колхиды.

Показано, что низкая эффективность агромелиоративных мероприятий может быть объяснена неблагоприятными условиями формирования структуры в глинистых переувлажненных почвах Колхиды.

Делается вывод, что все перечисленные факторы препятствуют образованию прочной агрономически ценной структуры глинистых набухающих почв Колхиды и обуславливают малую эффективность агромелиоративных мероприятий.

Ключевые слова: тяжелые глины, набухание, усадка, пористость, влажность, аэрация, водно-воздушный режим.

ВВЕДЕНИЕ

Основной задачей осуществляемых агромелиоративных мероприятий, предназначенных для эффективного сельскохозяйственного использования осушаемых земель, является создание и поддержание в корнеобитаемой толще растений определенного уровня почвенной влажности и аэрации, обеспечивающих водно-воздушный режим, соответствующий физиологическим потребностям возделываемых культур для их устойчивой урожайности.

Наиболее распространенным в мелиоративной практике способом регулирования почвенной влажности и связанной с ней аэрацией является дренаж, предназначенный для отвода избыточных поверхностных и почвенно-грунтовых вод за пределы распространения основной массы корневой системы растений. При этом предполагается, что понижение существующего уровня грунтовых вод, получившее название «норма осушения», создает условия для обеспечения оптимального водно-воздушного режима в корнеобитаемой толще.

Кроме того, в связи с тем, что вода и воздух в почвогрунтах расположены в поровом пространстве, а величина пористости находится в прямой зависимости от объемной массы, предполагается, что после отвода поверхностного стока и грунтовых вод, вспашка (уменьшение объемной массы) обеспечит оптимальный водно-воздушный режим корнеобитаемой толщи.

Однако, если такой подход вполне правомерен для большинства почвогрунтов, то применительно к природно-климатическим и почвенно-мелиоративным условиям тяжелых переувлажненных почвогрунтов Колхиды, обладающим высокой влагоемкостью и чрезвычайно низкой водопроницаемостью, и очень высоким содержанием связанной, недоступной для растений воды, эти представления являются неправомерными.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Многолетние исследования гидрофизических свойств тяжелых глинистых почвогрунтов центральной части Колхидской низменности (Хорга, Хоби, Чаладиди, Окрос Сацмиси) показали, что в природно-климатических и почвенно-мелиоративных условиях этой зоны основная часть влажности находится в связанном состоянии (пленочная вода) и подвержена капиллярному (отрицательному) давлению. Это ограничивает возможность ее гравитационного стока.

В результате, даже при понижении уровня почвенно-грунтовых вод значительная часть почвенных пор оказывается заполненной связанной водой при недостатке продуктивной влаги необходимой для развития растений, а при ее наличии испытывает недостаток воздуха необходимого для их дыхания.

Поэтому, прежде чем планировать и проектировать агро-мелиоративные и осушительные мероприятия этой зоны, необходимо заранее прогнозировать их эффективность и результаты полученные после их осуществления.

В связи с этим, была предложена методика установления показателей для оценки мелиоративного состояния подлежащих сельскохозяйственному освоению избыточно увлажненных почв и эффективности осуществляемых агро-мелиоративных мероприятий.

В основу этой методики положены показатели количественно характеризующие степень заполненности почвенных пор водой или воздухом.

Для оценки использованы легко определяемые показатели:

ρ - объемная масса, г/см³;

γ - удельная масса, г/см³;

n - пористость $\frac{\gamma - \rho}{\gamma}, \%$;

W_m - максимальная влагоемкость, $W_m = \frac{H}{\rho} \%$;

W_H - наименьшая влагоемкость, %;

W_{MMB} - максимальная молекулярная влагоемкость, % (нижний критериальный предел допустимой влажности);

$W_{A \min}$ - минимально допустимое содержание воздуха

(выраженное в влажностном показателе) $W_{A \min} = \frac{A}{\rho} = \frac{20}{\rho} \%$;

$W_{A \max}$ - максимально возможное содержание воздуха $W_{A \max} = W_m - W_H \%$;

W_A - содержание воздуха при конкретной влажности $W_A = W_m - W \%$;

$W_{pp \max}$ - максимально возможное содержание продуктивной влаги $W_{pp \max} = W_H - W_{MMB}$;

W_{pp} - содержание продуктивной влаги $W_{pp} = W - W_{MMB} \%$;

W_{\max} - максимальная допустимая влажность $W_{\max} = W_H - W_{A \min} \%$;

Состояние почвогрунта, обеспечивающее оптимальный водно-воздушный режим должно удовлетворять следующим условиям:

$$W_A \geq W_{A \min}; \quad W_{pp} > 0; \quad W \leq W_{\max}; \quad W_{MMB} < W \leq W_{\max};$$

Методика была опробована на конкретных объектах центральной зоны Колхиды. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты исследования

Наименование объекта	ρ	γ	n	W_m	W_n	W_{MMB}	W_{Amn}	W_A	W_{np}	$W_{конкр.}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Хорга 1										
Целина дренаж	1,3	2,67	51,3	39,6	40,0	33,0	15,4	0	7,0	25,0
Обработ. дренаж	1,2	2,67	55,0	45,8	42,0	33,0	16,6	3,5	9,0	29,2
	1,15	2,67	56,9	49,5	43,0	33,0	17,4	6,5	10,0	32,1
	1,1	2,67	58,8	53,5	46,0	33,0	18,2	7,5	13,0	35,3
	1,0	2,67	62,5	62,5	48,0	33,0	29,0	14,5	15,0	42,5
0,9	2,67	66,3	73,6	48,0	33,0	22,2	25,6	15,0	51,4	
Хорга 2										
Целина	1,35	2,65	49,0	39,0	36,3	34,0	14,8	2,7	2,3	24,2
Обработ. дренаж	1,2	2,65	54,7	45,6	38,0	34,0	16,6	7,6	4,0	29,0
	1,1	2,65	58,5	53,2	42,0	34,0	18,2	11,2	8,0	35,0
	1,0	2,65	62,2	62,2	46,0	34,0	20,0	16,2	12,0	42,2
	0,9	2,65	66,0	73,3	48,0	34,0	22,2	25,3	14,1	51,1
Хоби, Окрос Сацмиси										
Целина дренаж	1,35	2,65	48,6	35,7	34,0	24,3	14,7	1,7	9,7	21,0
Обработ. дренаж	1,2	2,65	54,7	45,5	38,0	24,3	16,6	7,5	13,7	28,5
	1,1	2,65	58,5	53,2	41,0	24,3	18,2	12,2	16,7	35,0
	1,0	2,65	62,2	62,2	44,0	24,3	20,0	18,2	19,7	42,2
	0,9	2,65	66,0	73,3	46,0	24,3	22,2	27,3	21,7	51,1

Как видно из таблицы 1, при объемных массах 1,1 г/см³ и более, как без дренажа, так и с дренажом, исследуемые грунты не могут обеспечить нужный водно-воздушный режим. При достаточном содержании воздуха практически полностью отсутствует продуктивная вода, так как максимальная молекулярная влагоемкость равна или же превышает максимально допустимую влажность. При наличии же продуктивной воды резко снижается содержание воздуха.

Обеспечение необходимого для растений водно-воздушного режима возможно лишь только при условии рыхления до объемной массы 0,9 г/см³ и менее, что в условиях высокопластичных тяжелых глин практически невозможно как с технической, так и с экономической стороны.

Кроме вышесказанного, следует также учитывать, что в течении всего года максимальная влажность практически близка к максимальной молекулярной влагоемкости, а в отдельные периоды полностью заполняет поровое пространство, что хорошо видно на рис. 1.

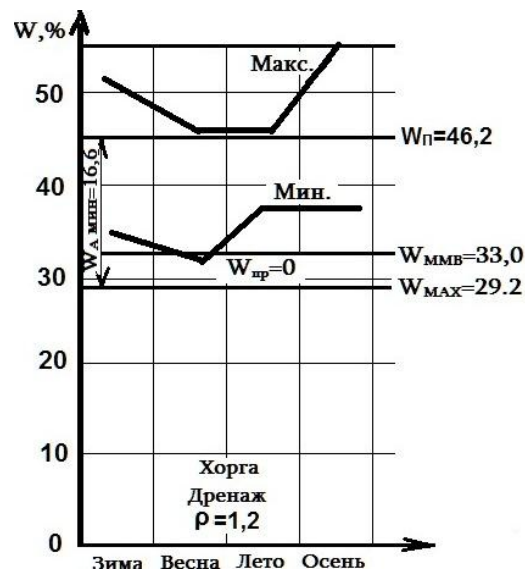


Рис. 1

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вышесказанное показывает, что на тяжелых, высокопластичных, переувлажненных почвогрунтах Колхиды, устройство дренажа не оказывает практически никакого влияния на улучшение водно-воздушного режима и его устройство в этих целях неоправдано.

Осушение этих территорий без коренного изменения их водно-физических свойств невозможно, применение же таких мероприятий связано с огромными затратами, которые вряд ли окупятся в приемлемые сроки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Итриашвили Л.А., Кикнадзе Х.Л., Хосрошвили Е.З. Влажность завядания и ее энергетически эквивалентный показатель. Известия аграрной науки, т.8, №2, Тбилиси, 2010, стр. 45-50.
2. Костава Г.А., Рамишвили Т.Д. Процессы почвообразования и мелиорация заболоченных земель Колхидской низменности. «Сабчота Сакартвелო», Тбилиси, 1987, 170 с.
3. Моцерелия И.А. Почвы Колхидской низменности – объект мелиорации. «Сабчота Сакартвелო», Тбилиси, 1989, 80 с.
4. Чхиквишвили Р.А. О некоторых специфических особенностях тяжелых глинистых заболоченных почв Колхиды в связи с мелиорацией. Тр. ГрузНИИГиМ, вып.24, Тбилиси, 1966, с. 116-121.
5. Итриашвили Л.А. Совершенствование приемов осушения и освоения тяжелых глинистых почвогрунтов Колхидской низменности. Сб. «Водохозяйственное строительство, мелиорация и водное хозяйство». ЦБНТИ, М., 1985.
6. Итриашвили Л.А. Целевое управление свойствами грунтов. Монография, «Мецниереба», Тбилиси, 2005, 322 стр.
7. Итриашвили Л. А. Формы воды в почвогрунтах (энергетика связи, классификация и методы определения. Монография, «Мецниереба», Тбилиси, 2011, 172 с.
8. Izchak Hausenberg, Relation ships soil – vater-plant, Ministry of agriculture, Irrigation Department, Tel-Aviv, 1995, 88 p.

მელიორაცია

მძიმე ჭარბტენიან ნიადაგებზე მელიორაციული ღონისძიებების ეფექტურობის
საინჟინრო-მელიორაციული შეფასება

ლ. იტრიაშვილი, ი. ირემაშვილი, ე. ხოსროშვილი, გ. ნატროშვილი,
დ. ფოცხვერია

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო*

ანოტაცია. სტატიაში გაანალიზებულია კოლხეთის მძიმე ნიადაგებზე აგრომელიორაციული ღონისძიებების დაბალი ეფექტიანობის მიზეზები.

ნაჩვენებია, რომ აგრომელიორაციული ღონისძიებების დაბალი ეფექტიანობა განპირობებულია ნიადაგის სტრუქტურის ფორმირების არახელსაყრელი პირობებით.

კეთდება დასკვნა, რომ ეს ფაქტორები ხელს უშლის აგრონომიულად ღირებული მდგრადი სტრუქტურის არსებობას, რაც თავის მხრივ განაპირობებს აგრომელიორაციული ღონისძიებების დაბალ ეფექტიანობას.

საკვანძო სიტყვები: მძიმე თიხები, გაჯირჯვება, ფორიანობა, ტენიანობა, აერაცია, წყალ-ჰაერის რეჟიმი.

Reclamation

**ENGINEERING AND AMELIORATIVE ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS
OF LAND RECLAMATION ACTIVITIES ON HEAVY WATER-WET SOILS**

Itriashvili L., Iremashvili I., Khosroshvili E., Natroshvili G., Potskhveria D.

*Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia*

Annotation. The article analyzes the reasons for the low efficiency of ameliorative measures on heavy clay soils of Kolkhida.

It is shown that: the low efficiency of the investigated ameliorative measures can be explained by the unfavorable conditions of the formation of the structure in clay soils of wetlands Colchis.

In conclusion, all of the above factors prevent the formation of a solid agronomical valuable structure of the clay swelling soils of Colchis and determine the low effectiveness of ameliorative measures.

Keywords: heavy clays, swelling, shrinkage, porosity, humidity, aeration, water-air regime.

სედიმენტაციური პროცესების განვითარების საწინააღმდეგო ღონისძიებები მთის წყალსაცავებში

ნ. კანდელაკი, შ. კუპრეიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

კოსტავას 77, თბილისი, 0175, საქართველო

E-mail: kandelaki@rocketmail.com; Shorena_12@mail.ru

ანოტაცია. სტატიაში წარმოდგენილია მთის წყალსაცავების ფსკერზე სედიმენტაციური პროცესების განვითარების საწინააღმდეგო რიგი ღონისძიებების ეფექტურობა.

საკვანძო სიტყვები: წყალსაცავები, სედიმენტაცია, სედიმენტაციის საწინააღმდეგო ღონისძიებები.

შესავალი

მთისა და მთისწინეთის წყალსაცავების ექსპლუატაციის პრაქტიკის ანალიზმა აჩვენა, რომ მათში სედიმენტაციური პროცესები უფრო მაღალი ინტენსივობით მიმდინარეობს, ვიდრე ვაკის წყალსაცავებში [Иорданишвили И. К., 2012, Мамедов А. Ш., 2016]. ეს პრობლემა აქტუალურია ამიერკავკასიის, შუა აზიის და სხვა მთიან რეგიონებში.

ძირითადი ნაწილი

მთის წყალსაცავების დაპროექტებისას აუცილებელია წინასწარ განისაზღვროს მთის მდინარეების წლიური ჩამონადენის როგორც მნიშვნელოვანი არათანაბრობა, ასევე წყლის მყარი ნაწილაკებით გაჯერების მაჩვენებლები. სედიმენტაციური პროცესების შემცირების ღონისძიებები შეიძლება დაგყოს ორ ჯგუფად – **გამაფრთხილებელი და საექსპლუატაციო.**

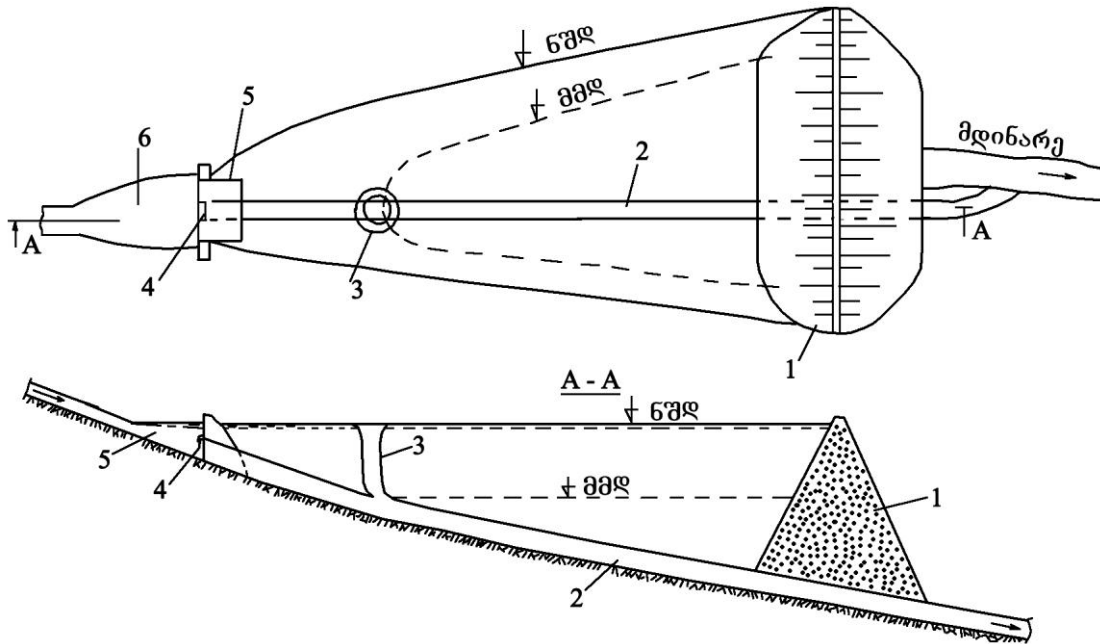
გამაფრთხილებელი ღონისძიებებია – წყალსაცავში შემოსული ნატანის მოცულობის საერთო შემცირება მთის ნაკადის აუზში ნიადაგის ეროზიის შემცირებით. ესენია, მდინარის სათავეში ტყის გაშენების ღონისძიებები, წყალსაცავის და მდინარეების წყალდამცავი ზონების დანიშვნა და სხვ.

საექსპლუატაციო ღონისძიებებია – წყალსაცავის ფსკერის ჰიდრავლიკური ჩარეცხვები ფსკერული გალერეების მეშვეობით; მექანიკური გაწმენდა; კაშხლის ქიმის ამალგება წყალსაცავის მოცულობის გაზრდის მიზნით; წყლის ტრანზიტული ჩამოგდება გვერდითი წყალგამშვები მოწყობილობების (გამყვანი არხების, ტუნელის, ნატანამცილების) მეშვეობით.

შვეიცარიაში ნ. კანდელაკის მივლინების დროს, რომელიც იყო დაფინანსებული შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მაგისტრანტის სასწავლო-კვლევითი პროგრამის საგრანტო პროექტის MR-2016-1-106 მიერ, ვერზასკას (Verzasca) წყალსაცავის ექსპლუატაციის პირობების შესწავლისას გამოვლინდა, რომ კაშხლის ძირში მოწყობილია ორი გამრეცხი გალერეა 200,0 მ სიღრმეზე, რომლებიც დღემდე ნორმალურად მუშაობს. ასეთივე

გამრეცხი გალერეები მოწყობილია შვეიცარიის მრავალი სხვა მაღალი კაშხლის ძირში. ამ მეთოდის მთავარი ნაკლია – წყალსაცავის ფსკერზე, კაშხალთან, ვიწრო ღრმა კალაპოტის წარმოქმნა გამრეცხი მიმართული ნაკადის მიერ, წყალსაცავის ფსკერის ძირითადი ნაწილი კი რჩება დასილული.

მთის წყალსაცავების ნატანისგან გაწმენდის საინტერესო შემოთავაზებაა აზერბაიჯანელი მეცნიერის მიერ [Мамедов А. Ш., 2016] წყალსაგდები ნაგებობების სათავე ნაწილის (წყალამღები კოშკის სახით) განლაგება მდინარის კალაპოტში წყალსაცავის ნორმალური დონისა და მკვდარი მოცულობის დონეებს შორის (ნახ. 1).



ნახ. 1. მთის წყალსაცავების ფსკერის ნატანისგან აცილების ნაგებობა [Мамедов А. Ш., 2016].

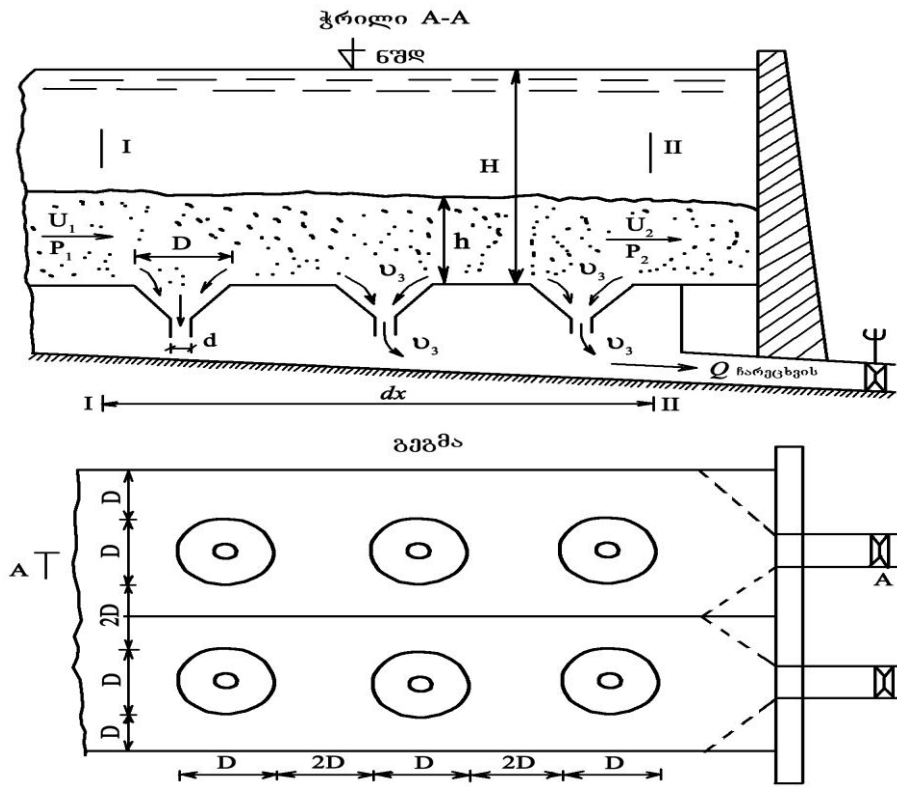
- 1 – კაშხალი; 2 – ფსკერული მილები; 3 – ზედაპირული წყალსაგდები; 4 – ფსკერული წყალმიმღები; 5 – ნატანდამჭერი კაშხალი; 6 – ნატანის წინასწარი დალექვის აუზი

ჩვენი აზრით, ასეთი ტიპის ნატანდამჭერი ნაგებობა მთის მდინარეების პირობებში, სადაც მაღალია ნატანის სიმღვრივე, ძალიან მალე დასილდება.

ასევე საინტერესო შემოთავაზებაა – ნატანის ჩამოგდება კაშხლის წინ ჩადირული სალექარის მოწყობით [Мамедов А. Ш., 2016] (ნახ. 2).

საქართველოს მთის წყალსაცავებთან კაშხლების ძირში ყველგან მოწყობილია გამრეცხი გალერეები.

დღეისათვის საქართველოს წყალსაცავების რეგულარული ჰიდრავლიკური ჩარევებები არ ტარდება, რის გამოც ზოგიერთი მათგანი (გუმათის, ლაჯანურის, ვარციხის) დასილულია ფსკერული ნატანით. ტყიბულის წყალსაცავის ფსკერი დასილულია ნახშირის შლამით; თბილისის წყალსაცავის წყალი, რომელსაც ვიყენებთ სასმელად, დაბინძურებულია შხამქიმიკატებითა და მინერალური სასუქებით [კუპრეიშვილი შ., და სხვ. . . . 2013].



ნახ. 2. ჩაძირული სალექარების სქემა

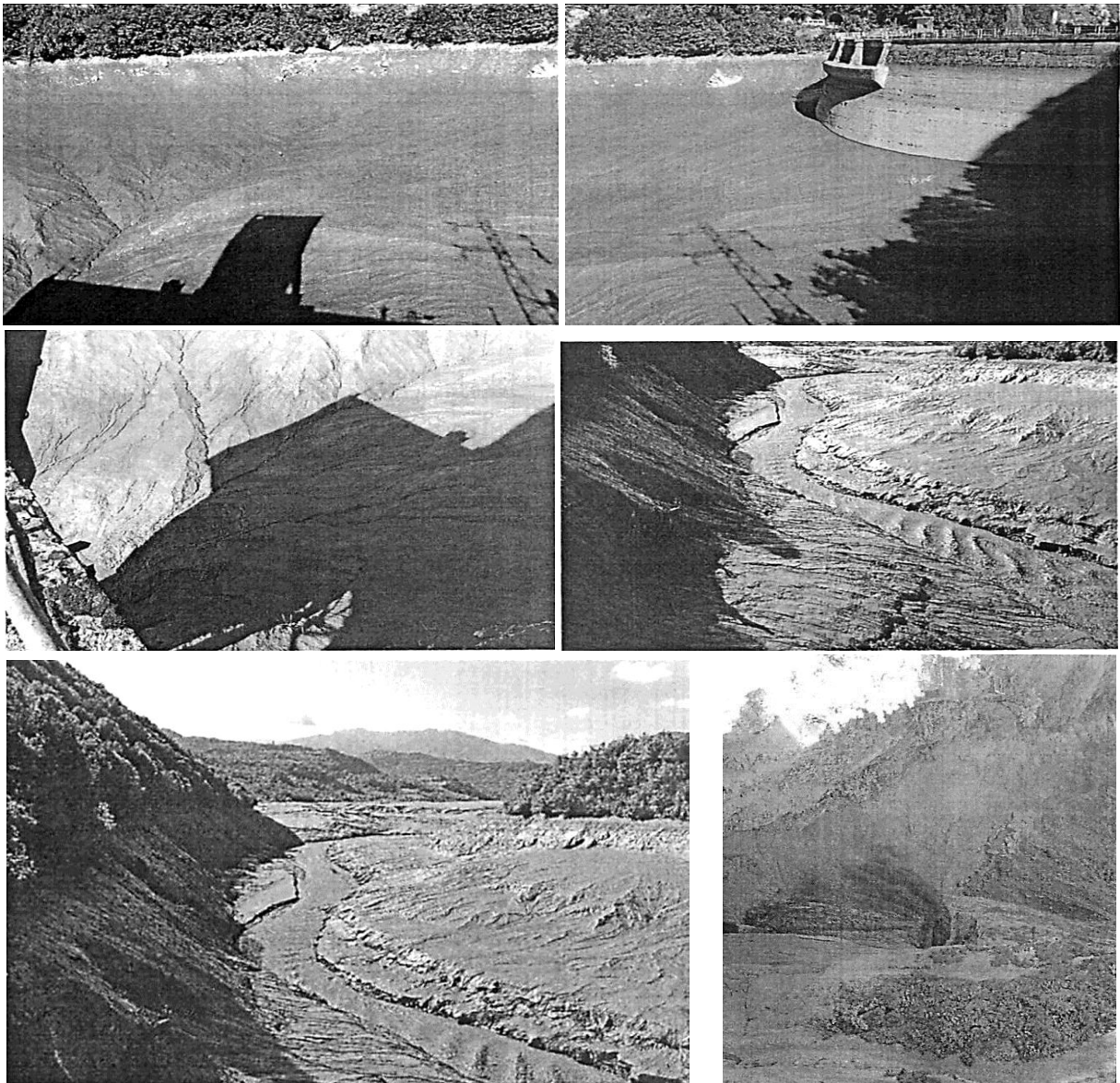
ლაჯანურის წყალსაცავის ფსკერის ნატანისგან ჰიდრავლიკური წარეცხვა ჩატარდა 2012 წელს (იხ. ფოტო), მაგრამ დადებითი ეფექტი არ ჰქონდა, რადგან ნატანი უკვე ჩაკირულია და წყლის მიმართული ნაკადი ვერ მოერია. სიონის წყალსაცავის ფსკერის გაწმენდა მექანიკურად განხორციელდა წყალსაცავის წყლის დონის მთლიანი დაწვეის დროს, მეტი საქართველოში ასეთი ტიპის სამუშაოები არ ჩატარებულა.

ამრიგად, ანალიზმა გვიჩვენა, რომ საქართველოს წყალსაცავებში დაგროვილი ნატანით სრული შევსების საორიენტაციო პერიოდი (T) 200 წელზე ნაკლებია (ლაჯანურის წყალსაცავის გარდა), ცხრ. 1.

ცხრილი 1

საქართველოს წყალსაცავების ფსკერზე ნატანის დაგროვების დინამიკა

№	წყალსაცავის დასახელება	წყალსაცავის სრული მოცულობა, $V_{სრ}$, მლნ. მ ³	წყალსაცავის სასარგებლო მოცულობა, $V_{სას.}$, მლნ. მ ³	ნატანის დაგროვების დინამიკა, $V_{ნ}$, მლნ. მ ³ /წელ.	წყალსაცავის ნატანით შევსების საორიენტაციო პერიოდი, წელი
1	2	3	4	5	6
1	ჟინვალის	510,0	370,0	2,5	208,0
2	სიონის	325,0	300,0	0,43	756,0
3	ხრამის (წალკის)	312,0	292,0	0,20	1560,0
4	თბილისის	215,0	155,0	0,20	1075,0
5	შაორის	90,0	87,0	0,05	1800,0
6	ლაჯანურის	24,6	17,6	0,64	38,0
7	ტყიბულის	84,0	62,0	3,91	22,0



ფოტო. ლაჯანურის წყალსაცავის ფსკერის ნატანისგან
ჰიდრაულიკური ჩარეცხვის პროცესი, 2012 წელი

წყალსაცავის ფსკერის ნატანისაგან გაწმენდის საერთო რეკომენდაციები

წყალსაცავის ფსკერის ნატანისაგან გაწმენდისათვის საჭიროა შემდეგი მოსამზადებელი სამუშაოების ჩატარება:

ა) მოსამზადებელი სამუშაოები:

1. წყალსაცავის ფსკერის საპროექტო გემის და პროფილების მოძიება;
2. წყალსაცავის ფსკერზე დაგროვილი ნატანის მოცულობის დასადგენად უნდა ჩატარდეს მისი ფსკერის ექოლოტირება ყოველ 100×100 მ და ფსკერის თანამედროვე პროფილების აგეგმვა;
3. დაგროვილი ნატანის მოცულობის (W_6 , მ³) გაანგარიშება საპროექტო და თანამედროვე პროფილების შედარებით;

4. ნატანის სიმსხოს (d_6) და მისი ხვედრითი წონის (γ_6) დასადგენად ფსკერიდან გრუნტის სინჯების ამოღება და გრანულომეტრიული შემადგენლობის გაანგარიშება.

ბ) წყალსაცავის ფსკერიდან ნატანის გამორეცხვის პროცესი:

1. წყალსაცავის დონის დაწევა, თუნდაც მკვდარი მოცულობის დონემდე დონის დაცლის სიჩქარე არ უნდა აღემატებოდეს 1,0 მ/დღე-ღამეში (დაცლის პროცესი სასურველია ჩატარდეს გაზაფხულის წყალდიდობის პერიოდის დაწყებამდე);
2. წყალსაგდები არხის ფაქტობრივი განივკვეთის ფართობის ($W_{ფაქ.}, m^2$), დახრილობის ($i_{ფაქ.}$) და სიგრძის ($L_{ფაქ.}, m$) გაზომვა;
3. წყალსაგდებ არხში წყლის დინების ფაქტობრივი სიჩქარის ($V_{ფაქ.}, m/წმ$) გაზომვა წყალსაცავის დონის საანგარიშო შესაბამისი ნიშნულის (∇ მმ) დროს.

წყალსაგდებ არხში წყლის ფაქტობრივი სიჩქარის ($V_{ფაქ.}, m/წმ$) და ნატანით გაჯერებული წყლის კრიტიკული სიჩქარის ($V_{კრ. არადალექვადი}$) სიდიდეების შედარება უნდა ხორციელდებოდეს

$$V_{ფაქ.} > V_{კრ. არადალექვადი} \quad (1)$$

პირობის დაცვით.

წყალსაგდებ არხში არადალექვის კრიტიკული სიჩქარე ($V_{კრ. არადალექვადი}$) შესაბამისი წყლის დინების ფაქტობრივი სიჩქარის ($V_{ფაქ.}$), ნატანის საშუალო სიმსხოს ($d_{საშ.}, mm$) და წყალსაგდები არხის დახრილობის (i) დროს იანგარიშება ა.ა. ჩერკასოვის ფორმულით [Киселев П.Г. , 1971 г.]:

$$V_{კრ. არადალექ.} = 0,646 \alpha \beta R^{0,5}, m/წმ \quad (2)$$

სადაც α არის კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობა დამოკიდებულია ($R \cdot i \cdot 10^6$) სმ-ზე (იხ. ცხრ. 2).

ცხრილი 2

α -ს მნიშვნელობები

$R \cdot i \cdot 10^6$	α	$R \cdot i \cdot 10^6$	α	$R \cdot i \cdot 10^6$	α
50	0,97	200	0,995	350	1,015
75	0,975	225	1,00	400	11,02
100	0,98	275	1,005	450	1,095
125	0,985	300	1,01	500	1,03
150	0,99				

$$R = \frac{\omega}{N} \quad (მ) - \text{გამყვანი არხის ჰიდრაულიკური რადიუსი; } \omega \quad (m^2) - \text{გამყვანი არხის}$$

ცოცხალი კვეთი; χ (მ) – გამყვანი არხის სველი პერიმეტრი; i - გამყვანი არხის დახრილობა; β – კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობა დამოკიდებულია ნატანის ჰიდრო-მექანიკურ ექვივალენტზე (η), (β)-ს მნიშვნელობები მოყვანილია ცხრილში 3.

β-ს მნიშვნელობები

η, გრ-სმ/ლ-წმ	β	η, გრ-სმ/ლ-წმ	β	η, გრ-სმ/ლ-წმ	β
0,001	0,735	0,2	0,950	1,5	1,075
0,01	0,815	0,3	0,975	2,0	1,090
0,2	0,840	0,4	0,990	3,0	1,120
0,03	0,860	0,5	1,005	4,0	1,140
0,04	0,870	0,6	1,015	5,0	1,160
0,05	0,880	0,7	1,025	7,0	1,180
0,06	0,880	0,8	1,030	10,0	1,215
0,08	0,900	0,9	1,040	15,0	1,250
0,10	0,915	1,0	1,045	20,0	1,270
0,15	0,935				

η – ნატანის ჰიდრომექანიკური ექვივალენტია. მისი მნიშვნელობა ტოლია:

$$\eta = \frac{\gamma_1 - \gamma}{\gamma_1} \cdot \varepsilon \frac{\sum (\omega_i \cdot P_i)}{\sum P_i}, \quad (3)$$

სადაც γ წყლის და ნატანის ხვედრითი წონაა; ε – გამყვან არხში ნაკადის სიმღვრივე (ანუ ნატანით გაჯერებული ნაკადის 1,0 ლიტრში ნატანის რაოდენობა გრამებში); ω_i – ნატანის i -ური ხარისხის ნაწილაკების გასაშუალებული ჰიდრაულიკური სიმსხო (სმ/წმ); P_i – ამ ფრაქციის ნატანის რაოდენობა (%-ში).

თუ $\gamma_1 = 2,66$ ტ/მ³ და $\gamma = 1,0$ ტ/მ³, მაშინ:

$$\eta = 0,634\varepsilon \frac{\sum (\omega_i \cdot P_i)}{\sum P_i}, \quad (4)$$

სადაც ω_i -ს მნიშვნელობები მოყვანილია ცხრილი 4-ში.

ჰიდრაულიკური სიმსხოს (ω_i) გასაშუალებული მნიშვნელობები (სმ/წმ)

ფრაქციების დიამეტრი, მმ	ჰიდრაულიკური სიმსხოს გასაშუალებული მნიშვნელობა, (ω_i), სმ/წმ
0,001	0,00005
0,001-0,005	0,00158
0,005-0,010	0,01635
0,010-0,05	0,124
0,05-0,25	1,272
0,25-0,50	3,899
0,50-1,00	7,527

ამრიგად, ფორმულა (2)-ის გამოყენებით გაანგარიშებული ($V_{კრ. არადაღეჯ.}$)-ის მნიშვნელობა ნაკლები უნდა იყოს ($V_{ფაქ.}$)-ზე (იხ. ფორმულა 1).

პრაქტიკული გაანგარიშებისას ($V_{კრ. არადაღეჯ.}$)-ის მნიშვნელობები დასაშვებია მივიღოთ ცხრ. 5-ის მიხედვით.

კრიტიკული არადალეკვადი სიჩქარის მნიშვნელობები ($V_{კრ. არადალექ. მ/წმ}$)

შეთიწინებელი ნატანის შემადგენლობა	არხის საშუალო სიღრმე,მ	$V_{კრ. არადალექ. მ/წმ}$						
		P=0,1%	P=0,5%	P=1,0%	P=2,5%	P=5,0%	P=7,5%	P=10%
0,25±0,05 მმ 25%	0,30	0,22	0,28	0,32	0,39	0,45	0,49	0,52
	0,60	0,28	0,37	0,43	0,52	0,60	0,66	0,70
	1,00	0,34	0,45	0,52	0,64	0,75	0,82	0,87
0,05±0,005 მმ 75%	1,50	0,39	0,54	0,62	0,76	0,89	0,97	1,04
	2,0	0,44	0,60	0,70	0,86	1,01	1,10	1,18
	2,5	0,48	0,66	0,77	0,94	1,11	1,22	1,30
	3,0	0,51	0,71	0,83	1,02	1,20	1,32	1,41
0,025±0,05 მმ 75%	0,30	0,28	0,37	0,42	0,50	0,58	0,64	0,68
	0,60	0,36	0,48	0,55	0,67	0,78	0,85	0,91
	1,00	0,43	0,59	0,68	0,83	0,97	1,06	1,13
0,05±0,005 მმ 25%	1,50	0,51	0,69	0,80	0,98	1,15	1,26	1,35
	2,00	0,57	0,48	0,91	1,11	1,31	1,43	1,53
	2,50	0,61	0,86	0,99	1,22	1,44	1,57	1,69
	3,00	0,65	0,92	1,07	1,32	1,55	1,70	1,82
1,0±0,25 მმ 25%	0,30	0,39	0,51	0,58	0,70	0,81	0,88	0,94
	0,60	0,50	0,67	0,76	0,93	1,06	1,18	1,26
	1,00	0,60	0,82	0,94	1,15	1,34	1,47	1,57
0,25±0,05 მმ 75%	1,50	0,70	0,96	1,11	1,36	1,59	1,75	1,87
	2,00	0,78	1,08	1,26	1,54	1,80	1,98	2,12
	2,50	0,85	1,19	1,38	1,69	1,99	2,18	2,33
	3,00	0,92	1,28	1,49	1,83	2,15	2,36	2,53
1,0±0,25 მმ 75%	0,30	0,57	0,73	0,84	1,00	1,16	1,27	1,35
	0,60	0,72	0,96	1,10	1,34	1,56	1,70	1,82
	1,00	0,87	1,18	1,36	1,66	1,93	2,12	2,22
0,25±0,05 მმ 25%	1,50	1,01	1,39	1,61	1,96	2,30	2,52	2,70
	2,00	1,13	1,56	1,81	2,22	2,60	2,86	3,06
	2,50	1,23	1,71	1,99	2,44	2,87	3,15	3,37
	3,00	1,32	1,85	2,15	2,64	3,10	3,41	3,65

დასკვნა

ამრიგად, თუ $V_{ფაქტ.} > V_{კრ. არადალექ.}$, ნატანი არ დაილექება გამყვან არხში და ჩაირეცხება. წინააღმდეგ შემთხვევაში, საჭირო იქნება არხის კალაპოტის დალექილი ნატანისაგან პერიოდული მექანიკური გაწმენდა. გარდა ამისა, საჭირო იქნება წყალსაცავის ფსკერის პერიოდული ექოლოტირება – გამოტანილი ნატანის მოცულობების დასადგენად.

ლიტერატურა

1. კუპრეიშვილი შ., დიაკონიძე რ., ჩახაია გ., წულუკიძე ლ., ვარაზაშვილი ზ., სუპატაშვილი თ., მთიულშიშვილი ნ. – თბილისის ზღვის ეკოლოგიური პრობლემები და მათი პრევენციის ღონისძიებები. //საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული №68, თბილისი, 2013 წ., გვ. 57-63.
2. Protecting the Marine Drive sea-wall at Bombay. //Indian Concrete J. 1959, vol. 33, №7, pp. 225-227.
3. Иорданишвили И.К., Иорданишвили К.Т., Хосрошвили Е.З., Канделаки Н.В. Оценка занесения горных водохранилищ Грузии. //2-я Международная научно-техническая конференция «Современные проблемы охраны окружающей среды, архитектуры и строительства». Тбилиси–Кобuleти, 2012 г., ISSN 1512–2344, стр. 70-75.
4. Киселев П.Г. Справочник по гидравлическим расчётам. М., Энергия, 1971 г., 312 стр.
5. Мамедов А.Ш., Мамедли А.А. Заиление горных водохранилищ и борьба с ним. // Collected Papers 6th International scientific and technical conference “Modern problems of water management, environmental protection, architecture and construction”, Tbilisi, 2016, pp. 121-123.

Hydraulics

DEVELOPMENT OF AGAINST MEASURES SEDIMENTARY PROCESSES IN MOUNTAIN RESERVOIRS

Kandelaki N., Kupreishvili Sh.

Georgian Technical University

Tbilisi, Georgia

Annotation. The article presents the effectiveness of measures against the development of sedimentation processes on the bottom of the mountain reservoirs.

Keywords: water reservoirs, sedimentation, anti-sedimentary measures.

Гидротехника

ПРОТИВОСЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ НА ГОРНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ

Канделаки Н.В., Купреишвили Ш.З.

Грузинский Технический Университет

Тбилиси, Грузия

Аннотация. В статье представлена эффективность ряда мероприятий против развития седиментационных процессов в горных водохранилищах.

Ключевые слова: водохранилища, седиментация, противоседиментационные мероприятия.

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE CONDITION OF THE ATMOSPHERIC AIR DURING THE CONSTRUCTION OF A SMALL HYDROELECTRIC POWER STATION (SHEPS)

Khuchunaev B., Tashilova A., Kesheva L., Teunova N.

Federal State Budgetary Institution "High-Mountain Geophysical institute"

2 Lenin Av., Nalchik, 360030, Russia

E-mail: kesheva.lara@yandex.ru

Annotation. The problem of human exposure to the atmosphere is at the center of attention of specialists and ecologists from around the world. Atmospheric air occupies a special position among other components of the biosphere. Its value for all life on Earth cannot be overemphasized. The air must have a certain purity and any deviation from the norm is dangerous to health.

The purpose of this work is the environmental assessment of the environmental impact of the construction process of the Upper-Balkar Small hydroelectric power station.

The paper provides an assessment of the anthropogenic impact on the state of atmospheric air, based on an inventory and a project of maximum permissible discharges of pollutants into the atmosphere.

Keywords: atmospheric air, pollutant, maximum permissible discharges, concentration, maximum single discharge, gross emission.

INTRODUCTION

The environment is a combination of the natural environment components, natural objects and anthropogenic ones. It is necessary to assess the impact of pollutant emissions on the environment when carrying out any construction work.

This article discusses the area of construction of the Small hydroelectric power station (SHEPS) located in the highlands of the Kabardino-Balkaria Republic near the rural settlement of Verkhnyaya Balkariya and the Kabardino-Balkaria State Nature Reserve. All the Verkhnebalkarskaya SHEPS constructions are located on the right bank of the r. Cherek Balkarsky (Fig. 1).



Fig. 1. River Cherek-Balkarsky

Small HEPS is a hydroelectric power plant that generates a relatively small amount of electricity and is based on hydropower plants with a capacity from 1 to 3000 kW. One of the main advantages of small hydropower plants is the environmental damage is much less harmful than large hydroelectric power plants.

Recently, the problem of the natural environment protecting from pollution by industrial emissions, waste and human waste products has become increasingly acute [1, 2].

MAIN PART

To determine the degree of negative impact on the environment, an inventory of sources of pollutants emissions into the atmosphere was carried out and their dispersion was calculated during the construction period for the Verkhnebalkarskaya Small Hydroelectric Station [3-5].

All works envisaged by the project are carried out in the open area of the construction of the SHPS structures. The impact on the atmospheric air during construction will turn out to be diesel installations, diesel engines of special road equipment (hydrohammer, excavator, bulldozer, skating rink, pneumatic rollers, etc.), diesel engines of automobiles (truck cranes, dump trucks, concrete mixers, on-board car and all.), during land management and planning works, mobile welding units, as well as during the application of protective paintwork and waterproofing coatings and emissions from concrete mixing plants.

According to the inventory of sources of pollutants emissions into the atmosphere as a result of construction work, 20 pollutants belonging to classes 1-4 of hazard class for the environment in the amount of 77.53089 tons/per year are formed.

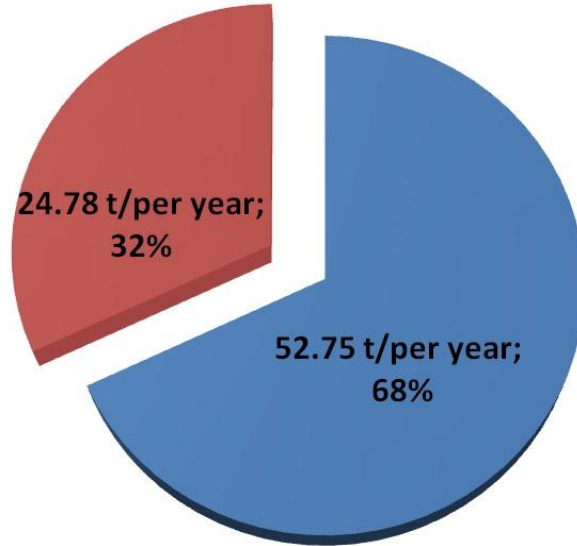
The list of pollutants emitted into the atmosphere is given in Table 1. The maximum permissible concentrations (MPC) are given for all substances: MPC m/s – maximum single concentration, MPC a/d – average daily concentration and ASLE – approximately safe level of exposure.

Table 1

List of pollutants emitted into the atmosphere

Contaminant		Use criteria	Criterion value, mg/m ³	Hazard class	The total release of a substance	
code	name				g/per sec	t/per year
1	2	3	4	5	6	7
0123	Ferric oxide	MPC a/d	0.04000	3	0.00134	0,21647
0143	Manganese and its compounds	MPC m/s	0.01000	2	0.00012	0,01863
0301	Nitrogen dioxide	MPC m/s	0.20000	3	1.71399	8,57549
0304	Nitrogen oxide	MPC m/s	0.40000	3	0.2785	1,38858
0328	Carbon (Soot)	MPC m/s	0.15000	3	0.24253	1,37942
0330	Sulfur dioxide	MPC m/s	0.50000	3	0.38963	1,24964
0337	Carbon oxide	MPC m/s	5.00000	4	4.55763	10,49605
0342	Gaseous fluorides	MPC m/s	0.02000	2	0.00018	0,02835
0344	Fluorides poorly soluble	MPC m/s	0.20000	2	0.00009	0,06683
0621	Toluene	MPC m/s	0.60000	3	0.47361	0,00196
0703	Benz / a / pyrene	MPC a/d	0.000001	1	0.0000004	0,000001
1210	Butyl acetate	MPC m/s	0.10000	4	0.09167	0,00038
1325	Formaldehyde	MPC m/s	0.05000	2	0.00394	0,00632
1401	Acetone	MPC m/s	0.35000	4	0.19861	0,00082
2704	Gasoline oil	MPC m/s	5.00000	4	0.10733	0,05688
2732	Kerosene	ASLE	1.20000	0	0.61196	2,35954
2752	White Spirit	ASLE	1.00000	0	1.38889	0,00680
2754	Hydrocarbons limit C12-C19	MPC m/s	1.00000	4	8.45000	0,60840
2907	Inorganic dust > 70% SiO ₂	MPC m/s	0.15000	3	1.34164	28,08783
2908	Inorganic dust: 70-20% SiO ₂	MPC m/s	0.30000	3	1.28644	22,98249
Total substances: 20					21.13810	77.53089

It can be seen from Table 1 and Figure 2 that 68% of all emissions are solid pollutant emissions. Inorganic dust, which is formed during land surveying and planning works, as well as during the preparation of the concrete mix for construction, accounts for 66% of the total emissions and amounts to 51.07032 tons (Fig. 3).



■ solid pollutants ■ liquid and gaseous pollutants

Fig. 2. The distribution of emissions by their state of aggregation
Emissions of liquid and gaseous substances are 32% of the total discharges.
There are 25% of carbon monoxide and nitrogen dioxide, formed from the work of the diesel special and automotive equipment, and amount to 19.07154 tons

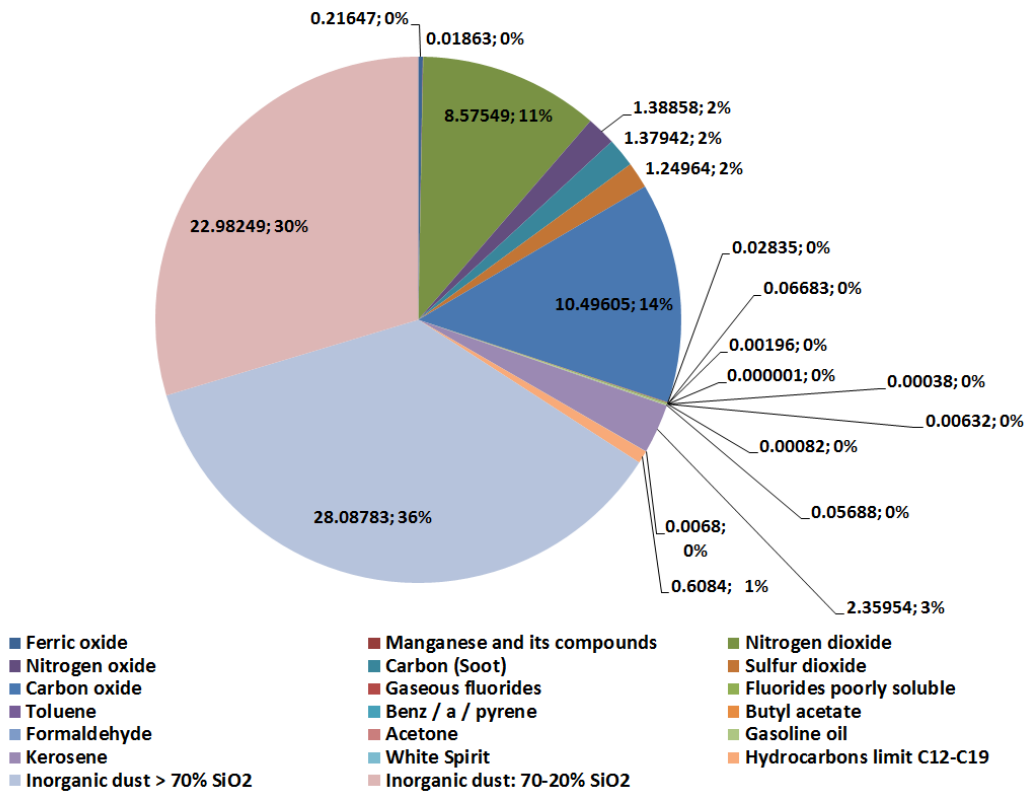


Fig. 3. Gross emissions of pollutants

The maximum single discharge is the most significant for the following substances: hydrocarbons limit C12-C19 8.45000 g/per sec, carbon monoxide - 4.55763 g/per sec, nitrogen dioxide –1.71399 g/per sec, white spirit – 1.38889 g/per sec, inorganic dust > 70% SiO₂ - 1.34164 g/per sec, inorganic dust: 70-20% SiO₂ - 1.28644 g/per sec (Fig. 4).

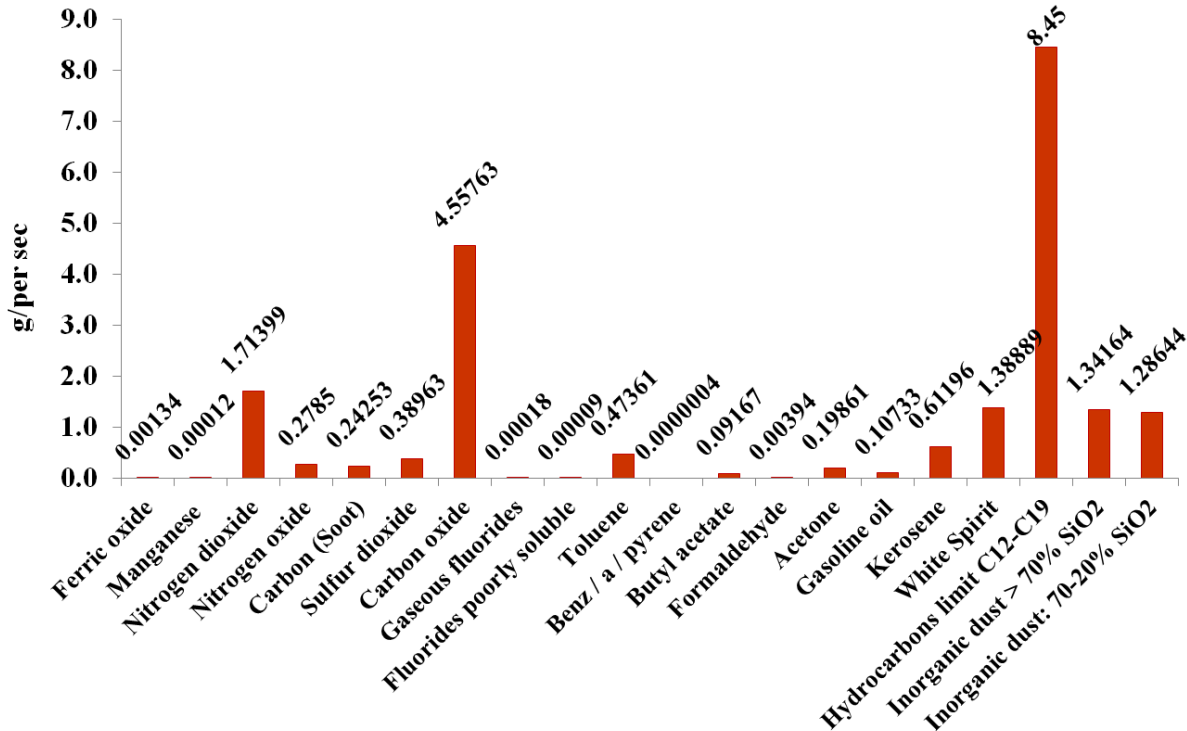


Fig. 4. Maximum single discharge of pollutants

Scattering was calculated using the Ecology 4.5 program to determine the surface concentrations of pollutants. The program allows determine the maximum concentrations values of pollutants in the surface layer of the atmosphere, identify the sources giving the greatest contribution to environmental pollution, and determine the zone of influence of enterprise emissions on pollution of the surface layer of the atmosphere.

The main criteria for the quality of atmospheric air the maximum permissible concentration (MPC) of harmful substances in atmospheric air, approved in the prescribed manner in accordance with [5].

At the same time for each i-th substance emitted by the sources of the enterprise, the following ratio is required:

$$q_i = \frac{C_i}{MPC_i} \leq 1$$

Where C_i is the calculated concentration of the harmful substance in the surface air layer;

MPC_i is the maximum permissible concentration of the relevant substance.

The nearest town, v. Verkhnyaya Balkariya, located at a distance of 10 km from the border of the enterprise from the north-east side. At a distance of 6 km to the northeast, there is a frontier post with residential houses for military families. On the other sides at a distance of 5-7 km is the territory of the State Reserve. For the period of the sanitary protection zone (SPZ) construction is not established, since the emissions are short-term.

To assess the negative impact of pollutant emissions on the environment, control points were set at the boundary of the construction zone. Calculations showed that at selected points, there is an excess of the maximum permissible concentration 1.4-2 times for the following substances: nitrogen dioxide, hydrocarbons limit C12-C19, inorganic dust, containing > 70% SiO₂ and inorganic dust, containing 70-20 % SiO₂.

Since the frontier post and the territory of the state reserve are located at a considerable distance from the construction site, it can be assumed that these emissions will not have a negative impact. The calculation of the distribution of harmful substances at points located on the border of the border post and on the border of the State Reserve was carried out. The calculation confirmed compliance with hygienic requirements (Table 2). For other substances concentration levels make an insignificant contribution to air pollution.

The greatest contribution to environmental pollution by nitrogen dioxide is observed when working with diesel installations and construction equipment, with hydrocarbons limit C12-C19 - when conducting waterproofing works using bitumen, inorganic dust - when sanding, crushed stone and other bulk materials.

Table 2

The list of substances that make the greatest contributions to the level of air pollution

The name of the pollutant	The highest level of concentration (MPC shares)		
	On the border of the construction zone	On the border of the frontier	On the border of the State Reserve
Nitrogen dioxide	1,5	0,20	0,11
Hydrocarbons limit C12-C19	1,7	0,60	0,10
Inorganic dust containing > 70% SiO ₂	2,0	0,93	0,09
Inorganic dust containing 70- 20% SiO ₂	1,4	0,38	0,05

As can be seen from Table 2, as the result the calculation of dispersion, no excess of the pollutant concentration was detected for all emitted substances at the calculation points located at the border of the frontier post and at the border of the State Reserve. Thus, during the implementation of design decisions, the impact on the atmospheric air will fit the sanitary and hygienic standards for the quality of atmospheric air in settlements.

CONCLUSIONS

Summarizing the above, the following should be noted: taking into account the fact that there are no industrial enterprises in the construction area and, accordingly, the cleanest mountain air and a favorable climate, air pollution can be considered an insignificant negative influence factor.

But, nevertheless, during the construction works, a set of preventing measures to reduce possible environmental risks will have to be foreseen and carried out. At each stage of construction the number of measures should be carried out aimed at reducing the harmful effects on the environment.

BIBLIOGRAPHY

1. Tashilova A.A., Kesheva L.A., Teunova N.V. Evaluation of the impact of emissions of pollutants into the atmosphere on the environment from the enterprises of the glass industry LLC «Glass-Technologies», Chegem. Reports of the third international scientific conference with elements of the scientific school «Innovative methods and means of research in the field of atmospheric physics, hydrometeorology, ecology and climate change». September 24-28, 2018 Russia, Stavropol. pp. 277-281.
2. Tashilova A.A., Kesheva L.A., Teunova N.V. Algorithm for calculating and assessing the impact of pollutant emissions from industrial enterprises using the example of the Baksan-Avtzapchast LLC plant Materials of the Second International Scientific Conference dedicated to the 25th anniversary of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2018. pp. 281-285.
3. The list of documents on the calculation of emissions (emissions) of pollutants into the atmospheric air, operating in 2018. St. Petersburg: FSUE «Research Institute Atmosphere», 2017.
4. Inventory of sources of emission of pollutants into the atmosphere.
5. Methodological manual for calculating, rationing and controlling emissions of harmful (polluting) substances into the atmospheric air. - St. Petersburg: FSUE «Research Institute Atmosphere», 2012.

STUDY OF MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF THE DEBRIS FLOW RIVER-BED

Kiknadze Kh., Dadiani K., Kekelishvili L., Nibladze N.

*Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University*

60–b Ave. Chavchavadze, 0179 Tbilisi, Georgia

E-mail: khkiknadze@mail.ru

Annotation. The climate change on earth has brought people's attention to the environment. Global warming on the background of climate change primarily leads to intense melting of ice and consequently causes the natural disasters such as floods, avalanches and catastrophic debris flows.

In the article, based on the equation of prediction of processes and movement conditions of the debris flow processes, the parameters of the morphometric characteristics are calculated which can be used to elaborate scientifically developed norms and rules for mudslide regulation projects of morphometric characteristics of the river-bed.

Keywords: debris flow, river-bed, flow, slope.

INTRODUCTION

The climate change on earth has brought people's attention to the environment. Global warming on the background of climate change primarily leads to intense melting of ice and consequently causes the natural disasters such as floods, avalanches and catastrophic debris flows.

Among the anomalies, the debris flows have a special place and can be attributed to the high risk category of threats due to exhaustion of the underlying objects, disasters, economic losses and human victims [5].

MAIN PART

The process of washing off in debris flows canals, prediction of change of their calculation characteristics, assessment of the traffic conditions at the transit points and output cones, and enhancement of the methods used in theoretical-experimental surveys, regulation of debris flows, and the study of debris flows processes remain an important problem actually.

The problem of study of debris flows has emerged mainly in the last century in mountainous relief countries. According to the data of the past 20 years, the extreme activation of erosive- debris flows in Georgia has been placed above the permissible level in Racha-Lechkhumi, Samegrelo Mtistsineti, Adjara, Upper Imereti and Kakheti, Mtskheta-Mtianeti, partly Borjomi, Akhaltsikhe-Aspindza, Mestia and Tbilisi [4].

According to today's data, the level of use of environmental measures is low and the loss of water and land resources is very high. Construction, projection of environmental protection measures is done without consideration of expected anomalies. The majority of those in operation are outdated and are inadequately exploited, and the constructive sustainability recourses of the system and environmental measures are in poor condition. As a result of erosive events, a large part of the debris flow causing foundation pits are filled, the debris flow canal river-debs are in a severe condition and they need to be regulated, also the debris flows regulation buildings are in a very poor condition or they just don't exist.

Considering the fact that erosive- debris flows are experiencing periodic variation (activation and temporary stabilization) It is impossible to provide reliable information on the probability of the risk periodically by assessing the situation, identifying the expected disaster and without the fundamental study of their possible factors which cause their activation. This everything should be the foundation of risk assessment, for determining their spatial boundaries and development.

The formation of the debris flows, the special feature of the dynamics and the conditions of movement on output cones, the distinguishability from the other events, the selection and adaptation of the process models, the special approaches require the proper selection of solutions for solving individual tasks [1].

Forecasting the current canal processes in the natural waterways, determining the regularity between geometric and hydraulic elements, specifying and adjusting the existing correlation due to the complexity of the event, requires the extensive research. It is known that the interaction between the flow and the canal establishes the connection between the geometric and hydraulic characteristics which is reflected in the scientific research works [2, 3].

While assessing the sustainable forms of the canals one group of the scientists rely on the results obtained by the equations of sustainability, and the second group considers the coefficient of the river-bed form to determine the characteristics of the sustainability.

Impacts of debris flows are detected to be the deformation of riverbeds and destruction. Therefore, the main purpose of the research is to improve the calculation methods of the regularity of the deformation of the beds of the debris flows canals, also predicting the process of stabilization from the process of self-development and perfection of existing calculation methods. As a result of the study of deformations of riverbeds on the basis of research conducted to solve the problem, the calculation of the sustainable shape of the bed is adopted: it connects to the water expansion, the slide, the size of the soil particle diameter in the canal and the flow of the water when the transverse cross section is in a marginal condition [1].

$$B = \frac{Q^{0,5}}{I^{0,2}} \cdot \frac{K}{\sqrt{V_{ms}}} \quad (1)$$

Where: B is the width of the water canal surface (m);

Q - the cost of forming the cross section of the canal (3 m/sec);

I - linear slide of the canal;

K - coefficient and it equals almost to one.

The submitted model corresponds to the results of the impact of water flow in the canals, often such cases are formed in the river-beds which are covered with mudslide causing soil. In the identical condition cases we can write the following [1]:

$$B_{ms} = \frac{1 + 0,625 \tan \varphi}{0,16 \tan \varphi} H^{0,82} \quad (2)$$

Considering (2) in the (1)

$$\frac{1 + 0,625 \tan \varphi H^{0,82}}{0,16 \tan \varphi} = \frac{Q^{0,5}}{I^{0,2}} \cdot \frac{K}{\sqrt{V_{ms}}} \quad (3)$$

With consideration of the marginal equilibrium width, in the model of calculation of non-washing speed the dependence of non-washing speed of the flow could have the following form [6]:

$$\sqrt{V_{ms}} = \frac{Q^{0,5}K(1 + \tan \varphi)}{I^{0,2}(1 + 0,625 \tan \varphi)H^{1,64}} \quad (4)$$

or

$$V_{ms} = K^2 \left(\frac{Q}{H}\right) \frac{(1 + \tan \varphi^2)}{I^{0,4}(1 + 0,625 \tan \varphi)^2 H_1^{1,64}} \quad (5)$$

The calculation carried out by this dependence has confirmed that its average square deviation (10-15)% and the results from adequate normative are within its adequate standards. When the height of water equals to the depth of the river-bed we get the following:

$$V_{ms} = \left(\frac{1 + \tan \varphi}{1 + 0,625 \tan \varphi}\right)^2 \frac{Q}{H^{2,64}I^{0,4}} \quad (6)$$

As we get from the (6) equation permissible limit of marginal speed of washing by the river-bed water flow from mudslide generating mass if the function of its inner soil friction angle, water flow, depth and motion slide.

CONCLUSIONS

Therefore, based on the equation of forecasting the debris flows processes and determining conditions of motion, parameters of the morphometric characteristics of the bed are calculated, which can be used for the development of scientifically proven norms and rules for designing debris flows regulating structures.

REFERENCE

1. Givi Gavardashvili. "Forecasting erosive and mudflow processes in the Duruji River basin and new engineering and ecological measures against it". Publishing science, Tbilisi 2003.
2. Altunin V. "Channel channel deformations" -M, Kolos, 1972. 120s3.
3. Shatberashvili F.A., Sichinava O.A., Siamashvili A.R. "Some hydraulic and hydrometric flow patterns in stable channels." Soobs. A.N. Georgia, 1999, pp. 544-45743.
4. Irakli Kruashvili. „Mudslides and the methods to fight against it“. Tbilisi 2014
5. Khatuna kikhadze, Lia maisaia "Debris flow in est Georgia" Agrarian-economic Science and Technologies 2012 #3 (16) Tbilisi 2012. 74-79p.
6. E. Kukhalashvili, K. Bziava, Forecast of the mudflow soil cohesion on the bringing out cones. Georgian Ministry of Education, Georgian Technical University Scientific Workshop. 2013. № 68, 127.

ღვარცოფსადინართა კალაპოტის მორფომეტრიული
მახასიათებლის შესწავლა

ხათუნა კიკნაძე, ქეთევან დადიანი, ლენა კეკელიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის

წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი

საქართველო, 0179 ი.ჭავჭავაძის გამზირი 60^ბ, ქ. თბილისი

Email: khkiknadze@mail.ru

ანოტაცია: დედამიწაზე მიმდინარე კლიმატის ცვლილებამ ადამიანთა ყურადღება მიაპყრო გარემოს მდგომარეობაზე. კლიმატის ცვლილების ფონზე მიმდინარე გლობალური დათბობა, უპირველეს ყოვლისა, იწვევს ყინულოვანი საფარის ინტენსიურ დნობას და შესაბამისად ისეთი სტიქიურ დამანგრეველი პროცესების აქტივაციას, როგორც არის წყალდიდობები, ზვავები და კატასტროფული ღვარცოფები.

სტატიაში ღვარცოფული პროცესების პროგნოზირებისა და მოძრაობის პირობების განმსაზღვრელი განტოლების საფუძველზე გაანგარიშებულია კალაპოტის მორფომეტრიული მახასიათებლის პარამეტრები რომელებიც შესაძლებელია გამოყენებული იქნას კალაპოტის მორფომეტრიული მახასიათებლის პარამეტრების ღვარცოფსარეგულაციო ნაგებობათა პროექტირების მეცნიერულ დასაბუთებული ნორმებისა და წესების შემუშავებისთვის.

საკვანძო სიტყვები: ღვარცოფი, კალაპოტი, ნაკადი, ქანობი.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ СЕЛЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ (ВОСТОЧНЫЙ КАВКАЗ)

Кондратьева Н.В.

ФГБУ «Высокогорный геофизический институт»

пр. Ленина 2, Нальчик, 360030, Россия

E-mail: kondratyeva_nat@mail.ru

Аннотация: В работе рассмотрены особенности селепроявлений в Чеченской республике. Для получения максимально достоверной информации о селевой деятельности в республике Чечня нами были проанализированы имеющиеся, на настоящий момент, сведения по проявлению селевых процессов (более 60 лет), опубликованные в литературных и фондовых материалах, архивах МЧС РФ и ФГБУ «ВГИ», а также материалы полевых и камеральных исследований автора на территории Чечни в составе селевых экспедиций ФГБУ «Высокогорный геофизический институт».

Ключевые слова: сель, климат, осадки, селевой бассейн, карта.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях интенсивного освоения горных территорий Северного Кавказа обостряется проблема обеспечения безопасности населения и объектов рекреации от экзогенных процессов, одним из этих процессов являются сели. В 2010 г., в соответствии с Федеральной целевой программой по развитию курортов Северного Кавказа, Правительство РФ заявило о намерении в течение ближайших 10 лет построить на территории Северного Кавказа пять современных горнолыжных курортов европейского класса. Строительство комплексов планируется, в том числе и в горных районах Чечни, где селевая деятельность до недавнего времени была мало исследована.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Чеченская Республика располагается в восточной части Северного Кавказа. Распространение и характер селевых процессов в республике позволяют отнести ее горную территорию к числу весьма селеопасных районов Северного Кавказа.

Большая расчлененность рельефа Чеченской Республики, крутые склоны и русла, возможность выпадения обильных ливневых осадков, наличие на склонах и в руслах легко размываемых или теряющих устойчивость при увлажнении горных пород, – все эти факторы, усугубляемые зачастую непродуманной деятельностью человека, способствуют тому, что воздействию селевых процессов подвергаются многочисленные народно-хозяйственные объекты в целом ряде районов республики [1].

Климат республики континентальный, но, несмотря на относительно небольшую территорию, Чеченская Республика характеризуется значительным разнообразием климатических условий. Здесь встречаются все переходные типы климатов, начиная от засушливого климата Терско-Кумской полупустыни и кончая холодным влажным климатом снежных вершин Бокового хребта [2].

Влияние рельефа на климат наиболее отчетливо проявляется в южной горной части. Если на равнинах, где воздушные массы перемещаются свободно, устанавливаются более или менее однородные климатические условия, то в предгорьях и горах даже на небольших площадях наблюдаются резкие климатические контрасты [3]. С увеличением высоты над уровнем моря понижается температура воздуха. Существенное влияние на количество получаемого от солнца тепла оказывает ориентировка склонов относительно сторон горизонта и их крутизна. Естественно, что больше солнечного тепла в горах получают южные склоны, а меньше – северные [3].

Температура воздуха на территории республики изменяется в зависимости от высоты места над уровнем океана. Летом температура воздуха может колебаться от + 43 °С (на Терско-Кумской низменности) до +7 °С (в горах). Зимой температура воздуха на Терско-Кумской низменности может достигать до -35°С, в то время как в горах она опускается не ниже -27 °С [4, 5]. Атмосферные осадки на территории Чечни распределяются неравномерно. Меньше всего осадков выпадает на Терско-Кумской низменности: 300 - 400 мм. При движении к югу количество осадков постепенно увеличивается до 800 – 1000 мм и более. В глубоких речных долинах и котловинах осадков всегда меньше, чем на окружающих склонах. Мало их выпадает и в продольных долинах. Особой засушливостью в республике отличается Алханчуртская долина. Выпадают осадки в течение года в Чечне неравномерно. Летние осадки преобладают над зимними. Максимум их везде приходится на июнь, минимум - на январь - март. Летние осадки выпадают преимущественно в виде ливней. В холодный период года осадки выпадают в виде снега. Но на равнинах и в зимние месяцы некоторая их часть может выпадать в виде дождя. С увеличением высоты количество твердых осадков возрастает, а в высокогорьях снег выпадает весной, осенью и даже летом. На долю твердых осадков здесь может приходиться почти 80 % от их общего количества [4, 6].

Горная территория республики включает в себя Черные горы, Пастбищный, Скалистый и Боковой хребты. Хребты образовались там, где на поверхность выходят прочные и стойкие к разрушению породы. Продольные долины, расположенные между хребтами, наоборот, приурочены к полосам распространения пород, легко поддающихся размыву. Самый низкий хребет - Черные горы. Его вершины достигают не более 1000 – 1200 метров над уровнем моря. Сложены Черные горы легко разрушаемыми породами: глинами, песчаниками, мергелями, конгломератами. Черные горы расчленены долинами рек и многочисленными балками на отдельные массивы и не образуют сплошной горной цепи. Они составляют зону предгорий республики. В Черных горах на участках, сложенных глинами майкопской свиты, часты оползни, которые при определенных климатических условиях являются материалом для твердой составляющей селей [1].

В устьях небольших балок и ущелий, выходящих на Чеченскую равнину или на террасы горных рек, встречаются значительные по величине конусы - наносы. Сложены они различным обломочным материалом (валунами, галькой, песком), который выносится из ущелий и балок речками и дождевыми селевыми потоками во время продолжительных ливней [3].

Горная часть республики отчетливо разделена рядом высоких хребтов. По особенностям рельефа она разделяется на две зоны: зону известняковых хребтов, к которой относятся Пастбищный и Скалистый хребты, и сланцево-песчаниковую зону, представленную Боковым хребтом и его отрогами. Обе зоны сложены осадочными породами мезозойского возраста. В составе пород, слагающих первую зону, преобладают различные известняки. Вторая зона сложена преимущественно глинистыми и черными сланцами [1].

Между Скалистым и Боковым хребтами протянулась неширокая полоса гор, сложенных глинистыми сланцами и песчаниками средней юры. Эти породы легко разрушаются. Поэтому здесь нет ни скалистых утесов, ни глубочайших ущелий [3].

По водному режиму реки Чечни можно разделить на два типа. К первому относятся реки, в питании которых важную роль играют ледники и высокогорные снега - это Терек, Сунжа (ниже впадения Ассы), Асса и Аргун. В летний период, когда высоко в горах энергично тают снега и ледники, они разливаются.

Ко второму типу относятся реки, берущие начало из родников и лишённые ледникового и высокогорного снегового питания. В эту группу входят Сунжа (до впадения в р. Ассы), Валерик, Гехи, Мартан, Гойта, Джалка, Белка, Аксай, Ярык-Су и другие, менее значительные. Летом половодья у них не бывает [5].

Высокогорные снега и ледники играют огромную роль в селевом режиме. Все ледники Чечни, в основном, сосредоточены на Боковом хребте, средняя высота которого на этом участке составляет 3900 метров, на более низком Водораздельном хребте их почти нет. Они приурочены к истокам р. Шаро-Аргуна и его правых притоков: Чесой-Ламурахи, Данейламхи и Хуландойахк. Суммарная площадь оледенения в высокогорьях республики составляет 40,25 км² [7]. Основными морфологическими типами ледников Чечни являются долинные, каровые и висячие. Всего насчитывается около 10 долинных, 23 каровых и 25 висячих ледников [8].

Селевая деятельность является характерным экзогенным процессом практически для всей горной части территории Чеченской Республики, однако, режимные характеристики конкретных селевых проявлений весьма существенно варьируют в разных районах в зависимости от особенностей пространственной дифференциации селеобразующих факторов [9].

На всех высотных интервалах в Чечне отмечается господство селей дождевого генезиса, смешанные ледниково-дождевые сели бывают редко. По составу селевые потоки преимущественно грязекаменные, поскольку в большинстве случаев они формируются в области распространения глинистых сланцев. При преобладании кристаллических пород сходят водокаменные потоки, иногда это слабо насыщенные обломочным материалом селевые паводки [5].

По морфологическому типу селевого очага преобладают очаги рассредоточенного селеобразования (36,0%). Далее идут врезы и рытвины (32,6%), скальные очаги (21,2%) и водосборы (8,2%). Очаги рассредоточенного селеобразования располагаются на высотах 1320–4696 м. Эти очаги характеризуются густой сетью борозд, рытвин, врезов, лотков микроселей, оползней-потоков, развивающихся, в основном, на телах крупных древних оползней, реже в делювиальных отложениях [8].

На территории Чеченской Республики выявлено 47 селевых бассейнов: в бассейне реки Мартан – 3, Аргун – 18, Шароаргун – 21, Басс -2, Хулхулау – 2, Ансалта (исток) – 1. Общая площадь, поражённая селями (суммарная площадь селевых бассейнов), приблизительно равна 2600 км², что составляет 17 % от всей площади республики. Средняя площадь селевого бассейна составляет 51,7 км². Суммарная длина селевых русел составляет 506,3 км, среднее значение - 10,8 км. Средние уклоны селевых русел меняются от 55 до 335 ‰ [10].

Основная площадь поражённости селями в Чеченской Республике находится в среднегорном и высокогорном поясах, на территории Северо-Юрской депрессии, расположенной между Скалистым и Боковым хребтами. Здесь преобладают легко разрушающиеся среднеюрские глинистые сланцы и глины, поэтому по составу селевые потоки преимущественно грязекаменные. В пределах Северо-Юрской депрессии помимо селепроявлений широко распространены водная эрозия, обвально-осыпные, лавинные и оползневые явления [3].

Наиболее активно в республике селевые явления проявляются в бассейнах рек Аргун и Шароургун.

Аргун берёт начало из ледников на северных склонах Большого Кавказского хребта на территории Грузии, Шароургун (правая составляющая р. Аргун) из ледникового грота на высоте более 3200 м на северном склоне перевала Качу. В истоках р. Аргун насчитывается 32 ледника общей площадью 20,7 км², девять из них (более крупные, площадь составляет 9,36 км²) находятся на территории Чечни. Значительным узлом оледенения в бассейне является массив Тебулос Мта. Здесь находятся 6 ледников общей площадью 5 км² [7].

Бассейн Шароаргуна ограничен водоразделами: с юга — Пирикитским и Снеговым хребтами, с запада — хребтом Кобулам, с востока — Андийским хребтом. В верхнем течении реки Шароаргун насчитывается 33 ледника общей площадью 30,8 км². Все ледники сосредоточены на Пирикитском хребте. Эта часть Бокового хребта - наиболее высокая, здесь одно из самых мощных оледенений на Восточном Кавказе. Самым крупным из них считается ледник Качу (площадь - 2,2

км²) [7]. На леднике отчетливо прослеживаются две боковые и одна срединная морены, которые сливаются в конце ледника в сплошной покров мощностью до метра [1].

Площадь поражённости селями во всем бассейне Аргуна, включая Шароаргун, составляет 1816 км². По селевой опасности преобладают сели средней и малой мощности (от 1 до 100 000 м³). Лишь территорию бассейна Хелдахойэхк (правый приток р. Аргун) можно отнести к очень опасной, там были зафиксированы сели ледниково-дождевого генетического типа объемом более 500 000 м³ [10], которые угрожают с. Тазбичи и автодороге.

На северном склоне Пастбищного хребта берут начало карстовые водотоки р.р. Басс, Хулхулау (правые притоки р. Сунжа). К системе Пастбищного хребта относится и Андийский хребет, где начинается р. Ансалта (левый приток Андийского Койсу). Система Пастбищного хребта сложена известняками, известняковыми брекчиями, мергелями, гипсами, реже глинами, мелкозернистыми песчаниками, карбонатными алевролитами. В горной части эти реки прорезают породы менее податливые к размыву, а в нижнем течении пересекают глинисто - песчаные и другие породы четвертичного и неогенового возрастов, легко размываемые водами [5]. Информация о селевых объемах выноса по этим рекам отсутствуют, хотя селевые потоки здесь угрожают народнохозяйственным объектам. По данным наблюдений МЧС Чеченской республики селевым рискам на территории Чечни подвержены 5 административных районов.

ВЫВОДЫ

Анализ наблюдений за возникновением чрезвычайных природных ситуаций показывает, что на территории Чеченской Республики в течение года наблюдаются разные опасные природные явления, последствия от которых могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций.

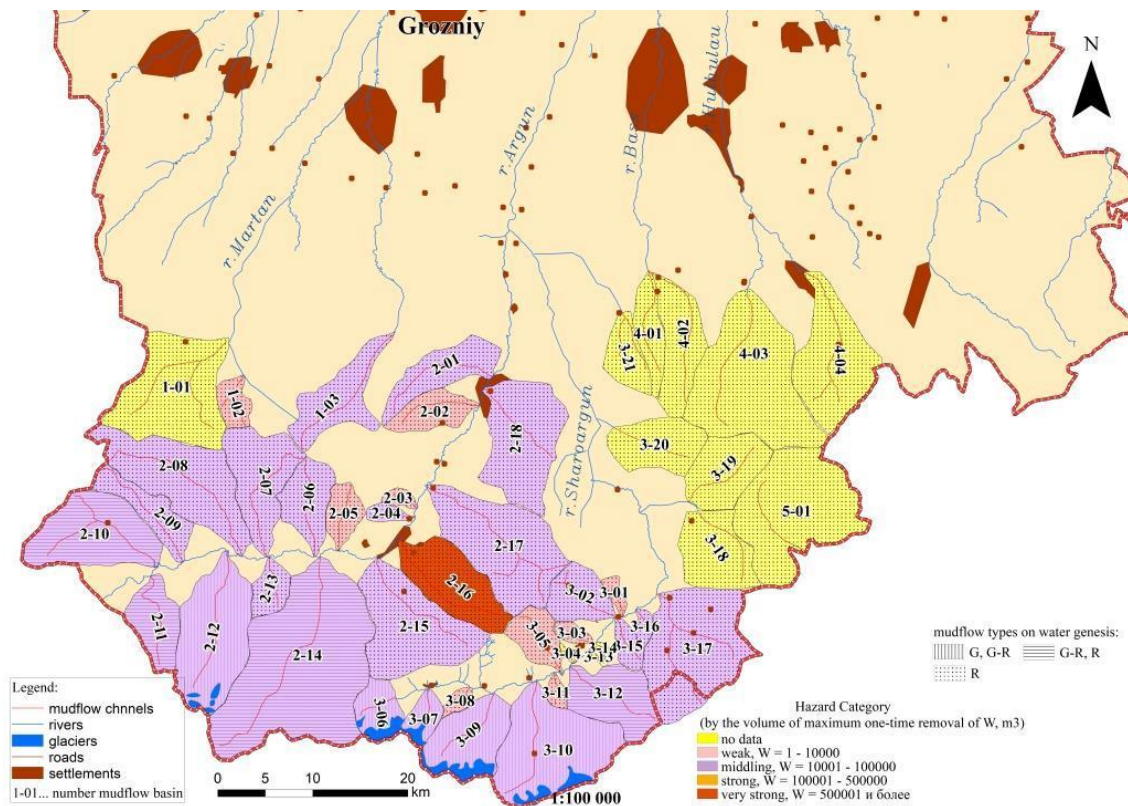


Рис. 1. Селевая опасность бассейнов Чеченской Республики с выделением генетических типов селей

Наиболее вероятными опасными природными явлениями, способными вызвать стихийные бедствия на территории региона, являются дождевые паводки, весенне-летнее половодье, сход селей. Поэтому очень важной задачей служб Росгидромета и МЧС является вести постоянные наблюдения за изменениями гидрологической и метеорологической ситуаций.

На рисунке 1 представлена карта селевой опасности бассейнов Чеченской Республики (М 1:100 000) с выделением генетических типов селей, которая позволяет определить современные масштабы распространения селевых процессов в республике и опасность их проявления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Головлёв А.А. Горные ландшафты Чеченской Республики и особенности их освоения: дис. д-ра географических наук: 25.00.23. – М.: 2005. – 421 с.
2. Абумуслимов А.А., Банкурова Р.У., Алахвердиев Ф.Д. Климатические условия Терско-Кумской низменности / Вестник академии наук Чеченской республики.–2013.–№1(18).– С.69.
3. Байраков И.А., Болотханов Э.Б., Авторханов А.И., Таймасханов Х.Э., Шахтамиров И.Я. Чеченская Республика: Природа, экономика и экология: учебное пособие / – Грозный: ЧТУ, 2006. – 375с.
4. Айдаев Ю.А. Чеченцы: история и современность / Ю.А. Айдаев – Грозный: Изд-во Мир дому твоему, 1996. – 351 с.
5. Разумов В.В., Тлисов М.И., Молчанов Э.Н., Разумова Н.В., Григоров С.И., Алексеев Б.Н., Юнак А.И., Шереметьев В.М. Оценка природного потенциала и экологического состояния территории Чеченской республики / – Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 2001. – 158 с.
6. Разумова Н.В., Шагин С.И., Притворов А.П. Подверженность земель Чеченской Республики деградационным и опасным природным процессам / Проблемы региональной экологии. – 2008. – № 3. – С. 111.
7. Котляков В.М. Снег и лед на Земле. Электронный атлас. / под общей ред. В.М. Котлякова.– М.:Институт географии Российской Академии Наук, 2015.
8. Стрешнева Н.П. Некоторые закономерности распространения селевых очагов ЧИАССР / Труды ВГИ. – 1985. – Вып. 57. – С. 46.
9. Герасимов В.А. О селях на северном склоне Центрального и Восточного Кавказа / Труды ВГИ. – 1974. – № 27. – С. 63.
10. Кондратьева Н.В., Аджиев А.Х., Беккиев М.Ю., Гяургиева М.М., Перов В.Ф., Разумов В.Ф., Сейнова И.Б., Хучунаева Л.В. Кадастр селевой опасности юга европейской части России / ООО «Феория», Москва. Печатный двор, Нальчик, 2015. - 148 с.

Hydrology

CONDITIONS OF FORMATION AND DISTRIBUTION OF MUDFLOWS IN THE TERRITORY OF THE CECHEEN REPUBLIC (EASTERN CAUCASUS)

Kondratieva N.

«High-mountainous geophysical institute»
Nalchik, Russia

Annotation. In this paper, the peculiarities of mudflows in the Chechen Republic are considered. To obtain the most reliable information about the mudflow activity in the republic of Chechnya, we analyzed the information available to date on the manifestation of mudflow processes (more than 60 years), published in literature and stock materials, archives of the Ministry of Emergency Situations of Russia and the High-Mountain Geophysical Institute, and materials of the author's field and laboratory research on the territory of Chechnya as part of the «High-Mountain Geophysical Institute» mudflow expeditions.

Keywords: mudflow, climate, precipitation, mudflow, map.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ РАЗВИТИЯ ТЕОРИИ И МЕТОДОВ РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИХ РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ

Копалиани З.Д.¹⁾, Диаконидзе Р.В.²⁾, Панчулидзе Дж.Н.²⁾

¹⁾Государственный гидрологический институт
вторая линия 23, Санкт – Петербург, 199053, РФ

²⁾ Институт водного хозяйства им. Ц. Мирицхулава
Грузинского технического университета
пр. И. Чавчавадзе 60^b, 0179, Тбилиси, Грузия

E-mail: channel@ggi.nw.ru, robertdia@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрена проблема замещения физических моделей математическими, при изучении русловых процессов.

На основе анализа результатов исследований сделано заключение, что математическое (компьютерное) моделирование русловых процессов является лишь эффективным средством, а для развития теории методов расчета и прогнозирования необходимо иметь организованную, полномасштабную, реально работающую государственную систему мониторинга на водных ресурсах.

Ключевые слова: речное русло, моделирование, русловые процессы, теория методов и расчета.

ВВЕДЕНИЕ

В зависимости от понимания содержания предметной области учения о речном русле в различных научных школах арсенал методологических подходов, приемов и средств, используемых ими, чрезвычайно разнообразен и широк [8, 10, 13, 17].

Проблема усложняется междисциплинарным характером науки о речном русле (геоморфология, гидродинамика, гидрология, механика грунтов).

Развитие фундаментальных знаний о речном русле и решение многочисленных и разнообразных практических задач в области речной гидравлики, транспорта наносов, руслового процесса и рационального использования рек, включая их мониторинг, охрану и восстановление, требует постоянного совершенствования методологической базы этой научной дисциплины - способов познания и количественного описания этого явления.

Ниже рассматривается лишь одна методологическая проблема: соотношение физических и математических методов исследований, физического и математического моделирования в области речной гидравлики и руслового процесса.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

При изучении проблем русловых процессов были использованы исследования Российского Государственного Гидрологического Института (ГГИ).

Для изучения и оценки подобных проблем необходимо иметь длинный ряд наблюдений. По этой причине были использованы наблюдения на р. Иртыш. Исследования выше указанных проблем и обработка соответствующей методологии особое значение имеет для регионов, имеющих сложные геоморфометрические и климатические условия. К таким относится наша страна – Грузия.

В связи с ускоренным развитием в последнее время компьютерных технологий в современной науке вообще и в гидродинамике - в частности, многие авторитетные ученые гидродинамические математические методы и модели стали рассматривать в качестве «дешевой альтернативы» физическим методам исследований и физическому моделированию в области речной гидравлики, руслового процесса и транспорта наносов. Ставится вопрос о замещении в скором времени физических моделей математическими [17, 18].

Вопрос о том являются ли математические методы исследований и математическое моделирование альтернативой физическим методам и физическому моделированию и насколько своевременно в настоящее время ставить вопрос о замещении физических моделей математическими обсуждается в монографии «Экспериментальные исследования и гидравлическое моделирование речных потоков и руслового процесса» [8].

Не получив никакой реакции от читателей и придавая поставленной проблеме важное значение, представляется целесообразным вынести этот вопрос для публичного обсуждения .

Скепсис по поводу роли и эффективности математических методов исследований в развитии теории руслового процесса и методов расчета его характеристик, в разное время выражали многие авторитетные исследователи.

Так, В.М. Лохтин, по праву считающийся основоположником учения о речном русле, свой классический труд «О механизме речного русла», изданный в 1897 г., завершает словами «**Поменьше формул и побольше наблюдательности**» [14].

Спустя 75 лет, Н.Е. Кондратьев в 1972 г. писал, что признак теории не в развитости математического аппарата, а в полноте охвата явления логическими связями, и что «**непонимание этого положения иногда приводит к развитию математического пустословия, которое не только существует, но и вызывает восхищение тех, кто склонен умиляться непонятному**» [10].

Автор известного учебника по теории вероятности Е.С. Венцель отмечала в 1978 г., что в естественных науках математика часто **выступает в «роли боевой раскраски дикаря»** [5].

В работе [8] отмечается, что «математизация» в естественных науках не должна игнорировать качественный анализ исследуемого явления и опережать изучение данной предметной области средствами и методами, прежде всего этой конкретной научной дисциплины.

Несколько примеров для иллюстрации первого вопроса – являются ли математические методы исследований и математическое моделирование эффективным инструментом для изучения закономерностей руслового процесса и развития фундаментальных и прикладных знаний в области речной гидравлики, транспорта наносов и руслового процесса.

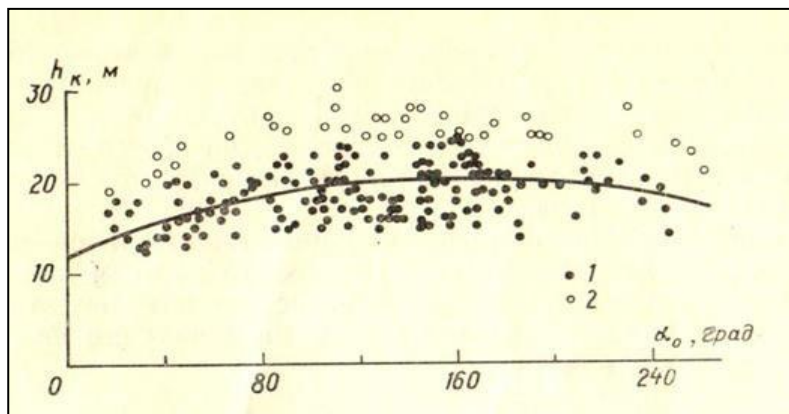


Рис. 1. Связь максимальных глубин с углами разворота излучин
1 – свободные излучины, 2 – излучины у коренного берега.

На рисунке 1 представлена зависимость максимальных глубин в пределах излучин р. Иртыш от углов их разворота, т.е. кривизны русла. Анализировался меандрирующий участок нижнего Иртыша протяженностью 1650 км, включающий 260 излучин [6].

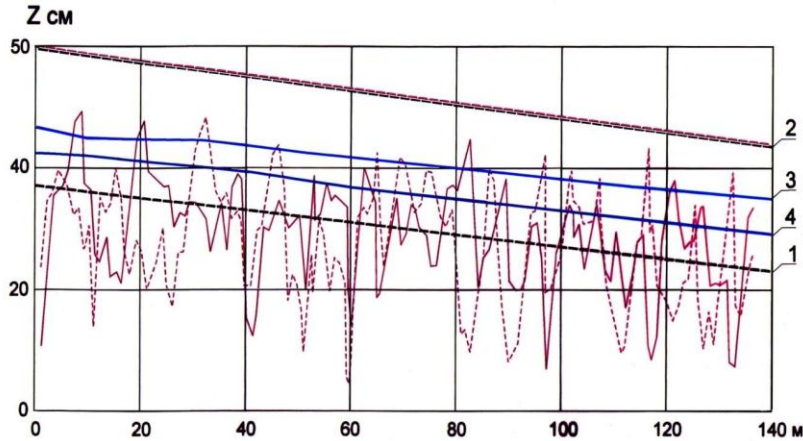
Как следует из этого рисунка, при всех углах разворота излучин максимальные глубины в излучинах у коренного берега в 1.5 раза больше, чем у свободных излучин. Отсюда также вытекает, что если закрепить вогнутый берег свободно развивающихся излучин, следует ожидать увеличения максимальных глубин в 1.5 раза. Этот эффект был обнаружен М.М. Гендельманом и, по сложившейся в науке традиции, его можно назвать эффектом Гендельмана. Вопрос в том, можно ли получить этот результат методом математического моделирования.

Следующие два рисунка 2 и 3 иллюстрируют результаты лабораторных исследований роли и вклада плесов и перекатов в пропускную способность и гидравлические сопротивления потоку в меандрирующих руслах [9].



Рис. 2. Гидравлическая модель р. Иртыш с размываемым дном

На схематической физической модели 112 км меандрирующего участка р. Иртыш с 14 излучинами (плановый масштаб 1:800; $I=0.001$; $d=0.33$ м) в русло был уложен песок и последовательно пропускались расходы воды от $Q=6,6$ л/с и больше, при которых материал не двигался вплоть до руслоформирующего расхода $Q=47,0$ л/с. При этом расходе началось движение песка. Положение водной поверхности фиксировалось дважды: в начале опыта при $Q=47,0$ л/с, когда русло оставалось ровным и через 36 часов работы модели, при полностью сформировавшихся перекатах и плесах. Из рисунка 3 видно, что поскольку кривые водной поверхности до образования плесов и перекатов и после их образования совпадают, они не вносят никакого вклада в гидравлические сопротивления. При расходах воды, меньших руслоформирующего расхода, плесы и перекаты, созданные руслоформирующими расходами воды, являются формами сопротивления потоку, так как кривая 3 соответствует меженному расходу воды 6,6 л/с после образования плесов и перекатов и располагается выше кривой 4, соответствующей меженному руслу, в котором отсутствуют плесы и перекаты.



რის. 3. Продольные профили дна и водной поверхности на схематической модели меандрирующего участка р.Иртыш:

1 – Исходный профиль плоского дна; 2 – Профиль водной поверхности при наличии и отсутствии плесов и перекатов при руслоформирующем расходе воды; 3-4 Профиль водной поверхности при расходе воды 6,6 л/с соответственно при наличии (3) и отсутствии (4) плесов и перекатов; 5-6 Продольный профиль дна при руслоформирующем расходе воды вдоль правого и левого берегов

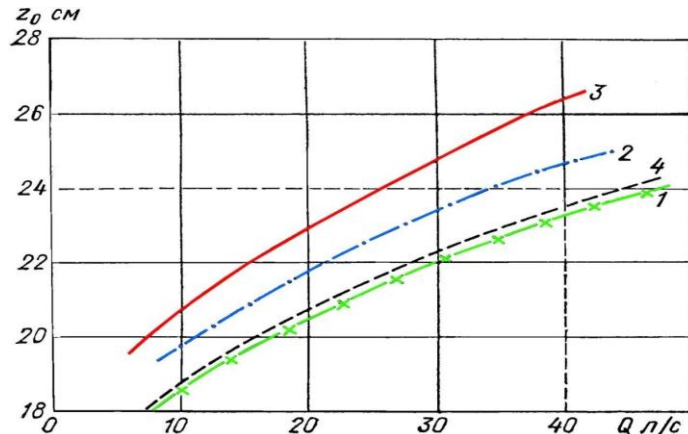
Этот эксперимент является иллюстрацией реализации Великановского принципа минимума диссипации энергии в русловом потоке, когда вся система - поток, морфология русла и режим транспорта наносов - только за счет внутренней энергии потока при руслоформирующем расходе воды перестраивается таким образом, что сохраняет свою общую устойчивость, что выражается в сохранении положения кривой свободной водной поверхности [8,9].

Можно ли получить этот результат с помощью математического моделирования.

Ответ очевиден, что нет.

Дело в том, что математическая модель, будучи чисто механической, умозрительной и оторванной от физики процесса умственной конструкцией, оперирующей лишь понятием коэффициента шероховатости n , не в состоянии распознать два качественно различных режима взаимодействия потока и русла, когда согласно Великанову в условиях паводка поток управляет руслом, создавая русло «наименьшего сопротивления», формируя

соответствующие этому потоку морфологию и структуру потока, и меженные условия, когда «русло управляет меженным потоком», обтекающим русло, созданное в предшествующий паводок [4, 8]. Только этот, последний случай и рассматривается традиционной гидравликой.



რის. 4. Кривая $z_0=f(Q)$ по данным экспериментов на 82-метровом лотке при различных состояниях дна: 1 - гладкое (безгрядовое дно); 2 – микроформы; 3 - побочни с микроформами, 4 - побочни без микроформ

На рисунке 4 представлены результаты исследований пропускной способности русла и гидравлических сопротивлений при побочном типе руслового процесса, выполненных в прямолинейном бетонном лотке длиной 82 м, в которых изучался отдельный и групповой вклады в гидравлические сопротивления микроформ, мезоформ с микроформами и без микроформ на теле мезоформ.

Из рисунка 4 следует, что наименьшей пропускной способностью (наибольшие гидравлические сопротивления) русло побочного типа обладает при развитых побочных с микроформами на их поверхности (кривая 3). Следующим по убыванию гидравлических сопротивлений (увеличению пропускной способности) является русло без побочных с микроформами (кривая 2), далее следует русло с побочными без микроформ (кривая 4) и максимальной пропускной способностью (минимум гидравлических сопротивлений) обладает безрядовое русло без побочных. Можно ли эти результаты получить с помощью математического моделирования. Ответ и здесь очевиден, что нет.

Вопрос второй.

Является ли математическое моделирование в области речной гидравлики и русловых процессов дешевой альтернативой физическому моделированию и насколько правомерно в настоящее время ставить вопрос о возможном замещении физических моделей математическими [18]. Современные математические (компьютерные) модели предназначены для описания течений (кинематики потока) в реках, прогнозирования русловых деформаций, транспорта наносов, ледовых явлений и взаимодействия речных русел с инженерными сооружениями и мероприятиями [1, 2, 3, 11, 13, 15, 17, 18].

Для математического моделирования перечисленных явлений и процессов, прежде всего, необходимо иметь математические уравнения, описывающие эти процессы. Таких уравнений не существует. Обычно используется уравнение движения потока, например, одномерное уравнение Сен-Венана, а также уравнение баланса наносов.

Для решения уравнения Сен-Венана необходимо определить член, содержащий гидравлические сопротивления. Основной, непреодолимой сложностью при математическом моделировании течений в руслах и поймах, русловых деформаций и транспорта наносов в реках оказывается именно моделирование гидравлических сопротивлений в размываемых руслах. В этих моделях, исходя очевидно из постулата, что научная дисциплина «Русловой процесс» есть раздел гидродинамики и, опираясь на традиционные представления гидравлики, для описания гидравлических сопротивлений используют такие показатели как коэффициент Шези C и коэффициент зернистости (или групповой шероховатости) n , выражающие совокупность русловых сопротивлений в недифференцированном виде на основе качественного, интегрального описания условий обтекания потоком граничной поверхности. Физический смысл этих характеристик и способ их «подбора» и назначения величинами постоянными в случае русла с русловыми формами остаются неопределенными [1, 2, 7, 11].

Многочисленные данные измерений расходов воды, выполняемых Росгидрометом на гидрологических постах рек России, убедительно показывают, что коэффициент шероховатости n не является постоянной величиной. Связь коэффициента шероховатости n с расходом воды всегда представляет собой эмпирическое поле точек с большим рассеиванием. Классик математического моделирования гидравлических явлений Ж. Кюндж, в своей известной книге с соавторами [13] в качестве примера приводит связь коэффициента шероховатости n от расхода воды Q по данным измерений на большой реке в Республике Бангладеш, где с увеличением расхода воды от 10 000 м³/с до 70 000 м³/с коэффициент шероховатости уменьшается в четыре раза.

В отличие от математических моделей, на физических моделях, отражающих реальную морфологию русла и поймы с реальными морфологическими фрагментами (русловые формы, излуины, пойменные протоки и т.д.), являющимися источниками гидравлических сопротивлений, при различных наполнениях русла и поймы гидравлические сопротивления и закономерность их изменений с расходом воды самовоспроизводятся во всем диапазоне изменения глубины потока [8].

Неадекватность метода математического моделирования описываемому явлению четко проявляется также при попытках его использования в гидравлических задачах, связанных с наличием поймы (затопление пойм, пропуск половодий и паводков, освоение пойм, отчуждение их частей, обвалование дамбами, разработка противопаводковых мероприятий, оценка возможных последствий техногенных аварий гидротехнических сооружений).

Исследованиями ГГИ было показано, что характеристики течения воды на пойме в реальных условиях рек кардинально отличаются от традиционных представлений о едином

«русло-пойменном потоке» и зависит от типа руслового процесса и типа пойм. Во время половодий и паводков отмечены фазы затопления пойм, образование пойменных течений и слива воды с пойм. Течение на пойме во время фаз затопления и опорожнения представляет собой пеструю картину течений, фрагментированную в различных частях поймы с постоянно меняющимися размерами этих фрагментов: водоворотных областей, транзитных течений, направлений течений, значений уклонов и скоростей потока в различных частях поймы, в зависимости от уровня ее наполнения [8, 16].

Математическое моделирование гидравлических явлений в речных руслах при современном уровне теоретического обоснования и практического использования этого метода, создает иллюзию о наличии некоторого альтернативного легкого пути в русловой науке, при котором для решения практических задач необязательно выполнение полномасштабных, подробных изыскательских работ на реках, детального изучения и анализа процессов, происходящих в речных руслах, включая исследования на физической модели.

Таким образом, легкомысленное отношение к проблеме гидравлических сопротивлений (при этом подробно обсуждаются такие технические детали как - размеры расчётных сеток, их форма (прямоугольная, треугольная), их общее количество и т.д. - крайне упрощенные представления о физических процессах, происходящих в руслах с подвижными границами с их реальной морфологией и структурными формами транспорта донных наносов; грубые схематизации пространственных процессов, а также сложности калибровки (увязки с натурой) и верификации (подтверждения правомерности) численных моделей часто на деле превращает компьютерное моделирование в эдакую разновидность компьютерных игр, большей частью малопригодную для практического использования в реальных, дорогостоящих проектах [1, 2, 8, 11].

ВЫВОДЫ

- Исходя из отмеченного выше можно сформулировать следующие выводы:
- Математическое моделирование на современном этапе его развития не является эффективным инструментом для изучения закономерностей и процессов, происходящих в речных руслах, и развития этой отрасли знаний.
- Математическое моделирование не является «дешевой альтернативой» физическим методам исследований и физическому моделированию на жестких и размываемых гидравлических моделях при решении разнообразных практических задач в области речной гидравлики и гидротехники.
- Необходимо посоветовать коллегам, чрезмерно увлекающимся методами математического моделирования в области речной гидравлики и руслового процесса (ученым-модельерам, проектировщикам, строителям, лицам, принимающим решения), более ответственно относиться к оценке реальных возможностей этого метода и к результатам математического моделирования при попытках их внедрения в инженерную практику, поскольку под гарантии «рекомендаций», разработанных на основе этого метода, часто недостаточно обоснованно расходуются огромные финансовые ресурсы.
- В качестве примера приведем катастрофический паводок на реке Адагум в бассейне р. Кубани в июле 2012 года, повторяемостью один раз в 200 - 300 лет, который привёл к огромным материальным ущербам и человеческим жертвам.

- По итогам успехов выполненных полевых работ и теоретических проработок (в основном математического моделирования), были разработаны дорогостоящие мероприятия по защите города Крымска от наводнений, в том числе по увеличению пропускной способности русла за счёт увеличения площади его поперечного сечения (уширение и углубление). Научная обоснованность этого мероприятия при малых уклонах дна и фиксированном базисе эрозии, вызывает большие сомнения.
- Это можно проиллюстрировать на примере наших исследований, выполненных совместно с «Кубаньводпроект» на р. Кубань.
- На Нижней Кубани между Краснодарским и Тиховским гидроузлами, на участке протяжённостью 126 км в период 1953 -1982 гг. из русла было изъято 41 млн тонн речного аллювия, т.е. 1.4 млн тонн в год (годовой объём стока донных наносов на этом участке составляет 94 тысячи тонн в год).
- За 29 лет было изъято 436 годовых объёмов стока донных наносов (по 15 годовых объёмов стока в год) - было ликвидировано 123 пляжа излучин реки.
- Мероприятия по изъятию руслового материала и его продажа формально основывались и основываются на положении об ожидаемом при этом увеличении пропускной способности русла (понижении уровней воды и уменьшении площади затопляемых территорий). Как видно из рисунка 5, огромные объёмы изъятия из русла речного аллювия в состоянии понизить уровень воды лишь при меженном расходе $Q=80$ м³/с, но не дают понижения водной поверхности при руслонаполняющем расходе воды $Q=1500$ м³/с. Несмотря на официальный запрет, практика добычи строительного аллювия из русел рек фактически для коммерческих целей под прикрытием «мероприятий» по борьбе с паводками, к сожалению, продолжается, попадая подчас в сферу интересов криминалитета.

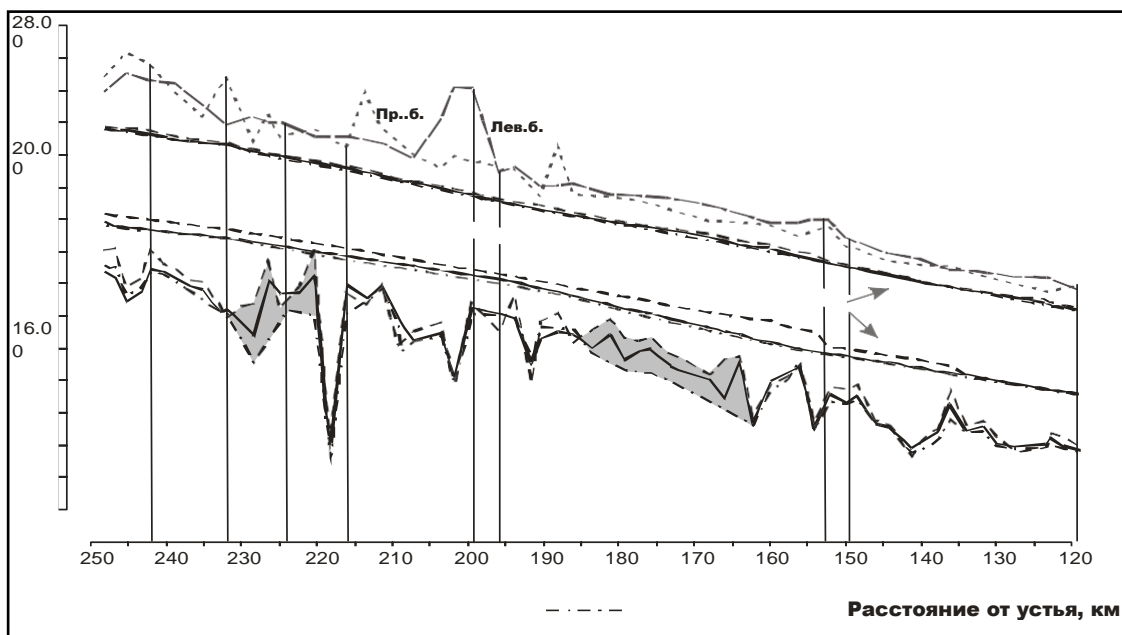


Рис. 5. Продольные профили дна и свободной поверхности воды
р. Нижней Кубани

- Представляется необходимым на данном этапе остановиться и попытаться осмыслить, что и как уже «намоделировано» в области математического моделирования гидравлических явлений в речных руслах и что делать дальше. Скорее всего, целесообразно действовать в направлении развития «гибридного моделирования», в котором математическое моделирование будет играть роль, строго подчиненную физическим методам исследований и

физическому моделированию – до тех пор, пока мы не будем иметь математических уравнений, адекватно описывающих русловой процесс, что предвидится не в скором времени.

- В условиях отсутствия источника систематического поступления стандартной информации о русловом процессе в массовом порядке, для дальнейшего развития теории, методов расчета и прогноза характеристик руслового процесса и достижения качественного прогресса в рациональном использовании, охране и восстановлении рек, необходимо организовать реально работающую государственную систему полномасштабного и полноценного мониторинга водных объектов, их дна и берегов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беликов В.В., Зайцев А.А., Милитеев А.Н. Компьютерные модели русловых процессов. Доклады VI Всероссийского гидрологического съезда. Секция 6. Проблемы русловых процессов, эрозии и наносов. М. Метеоагентство Росгидромета, 2006, с. 134 – 140.
2. Беликов В.В., Ковалёв С.В. Численные исследования при решении гидравлических задач. Гидротехническое строительство, 2009, № 8, с. 61- 67.
3. Васильев О.В. и др. Применение современных численных методов и цифровых ЭВМ для решения задач гидравлики открытых русел. М.: Гидротехническое строительство, 1965, № 8, с. 44-48.
5. Великанов М.А. Русловой процесс. М., Физматгиз, 1958. – 395 с.
6. Венцель Е.С. (Грекова И.). Кафедра. Новый Мир. №9, 1978.
7. Гендельман М.М. Исследование свободного меандрирования речных русел (на примере Нижнего Иртыша). М. Геоморфология, 1988, с.38 – 46.
8. Гавардашвили Г.В., Диаконидзе Р.В., Чахаия Г.Г., Цулукидзе Л.Н., Пирцхалаишвили И.Т. Исследование русловых процессов реки Арагви от Жинвальской земляной плотины до впадения в реку Куру. Институт Водного Хозяйства, Сб. научн. тр. №65, г. Тбилиси, 2010 г. с.31-41.
9. Клавен А.Б., Копалиани З.Д. Экспериментальные исследования и гидравлическое моделирование речных потоков и руслового процесса. Нестор-История. С – Петербург, 2011, 543 с.
10. Копалиани З.Д., Гендельман М.М. Русловой процесс и гидравлические сопротивления. Проблемы современной гидрологии. Л. Гидрометеиздат, 1989, с. 288-304.
11. Копалиани З.Д. Концептуально-методологические и прикладные аспекты современной теории руслового процесса. Доклады VI Всероссийского гидрологического съезда. Секция 6. Проблемы русловых процессов, эрозии и наносов. М. Метеоагентство Росгидромета. 2006 – с. 12-18.
12. Клеванный К.А., Смирнова Е.В. Использование программного комплекса CARDINAL. Журнал Университета водных коммуникаций. Вып. I. 2009, с. 153 – 162.
13. Кондратьев Н.Е. Заключительное слово: Морфология речных русел и их моделирование. Бакинский филиал ВНИИ «ВОДГЕО», 1972, с. 110 – 111.
14. Кюндж Ж.А., Холи Ф.М., Вервей А. Численные методы в задачах речной гидравлики. М. Энергоатомиздат, 1985 – 251 с.
15. Лохтин В.М. О механизме речного русла. СПб., 1897, 40 с.
16. Лятхер В.М., Милитеев А.Н. Гидравлические исследования численными методами. “Водные ресурсы”, № 3, 1981.
17. Рекомендации по учёту руслового процесса при проектировании ЛЭП. Л., Гидрометеиздат, 1973, 179с.
18. Vri es M. Solving river problems by hydraulic and mathematical models. Polish Academy of Sciences. Institute of Hydro-Engineering. Gdansk, 1969, p. 47.
19. Vries M. Use of models for river problems. Studies and reports in Hydrology №51. UNESCO Publishing. 1993.-85 p.

**RESEARCH OF THE PROBLEMS OF THE DEVELOPMENT OF THEORY AND
METHODS OF CALCULATING THE CHARACTERISTICS OF BED
PROCESSES**

Kopaliani Z.¹⁾, Diakonidze R.²⁾, Panchulidze J.²⁾

¹⁾State Hydrological Institute

St. Petersburg, R.F.

*²⁾Ts. Mirckhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University*

Tbilisi, Georgia

Annotation. The article deals with the problems of replacing physical models with mathematical ones. Based on the analysis of research results, it has stated that mathematical (computer) modeling is an effective means, but it is imperative to have an organized, full-scale, really working state monitoring system on water resources for the development of the theory, methods of recalculation and forecasting.

Keywords: river bed, modeling, bed processes, the theory of methods and calculation.

მლაშე ნიადაგების კვლევა საიმედოობისა და რისკის თეორიის გათვალისწინებით

ი. ქუფარაშვილი, ფ. ლორთქიფანიძე, მ. მღებრიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ც.მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი

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

E-mail: irma2qufarashvili@gmail.com

ანოტაცია. სტატიაში აღწერილია ალაზნის ველის მლაშე ნიადაგებზე აღებული წყლის ნიმუშების ქიმიურ-ლაბორატორიული კვლევის შედეგების საიმედოობისა და რისკის თეორიის გამოყენებით გაანგარიშება.

დადგენილია ალაზნის ველის მლაშე ნიადაგებზე წყლის სულფატ-იონის (SO₄)²⁻ და კალციუმ-იონის (Ca)²⁺ მინერალიზაციის ცვლილების ფუნქციის განაწილების კანონი. ასევე, თეორიული და ლაბორატორიული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, ჩატარებული მეცნიერული კვლევების საიმედოობა (P) და რისკი (R).

საკვანძო სიტყვები: კალციუმი, სულფატი, საიმედოობა, რისკი, ანალიზი.

შესავალი

საიმედოობისა და რისკის თეორიის გამოყენებით გაანგარიშებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის 45 ჰა საცდელი ნაკვეთის მლაშე ნიადაგებზე აღებული წყლის ნიმუშების ქიმიურ-ლაბორატორიული კვლევის შედეგები.

ნიმუშების სტატისტიკური რიგის დამუშავებით დადგენილია წყლის მარილიანობის მინერალიზაციის ფუნქციის განაწილების კანონი.

ძირითადი ნაწილი

ალაზნის ველის მლაშე ნიადაგების შესწავლის მიზნით წყლის სინჯები აღებული იქნა წლის სხვადასხვა სეზონისთვის დამლაშებულ მიწებზე არსებული კოლექტორებიდან. ნიმუშები არის საკმაოდ მაღალ მინერალიზირებული; წამყვანი ანიონი აღმოჩნდა სულფატი და წამყვანი კათიონი კალციუმი.

ალაზნის ველის მლაშე ნიადაგების შეფასებლად, საიმედოობისა და რისკის თეორიის გამოყენებით, აუცილებელია შევავსოთ წყლის სტატისტიკური რიგი ალბათობის თეორიის გამოყენებით.

წყლის სტატისტიკური საშუალო მაჩვენებელი იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$\bar{X}_i = \frac{\sum X_i}{n} \quad (1)$$

სადაც, $\sum Xi$ არის სტატისტიკური მონაცემების ჯამური მონაცემები, ხოლო n სტატისტიკური რიგის რაოდენობა, რომელიც ჩემს შემთხვევაში ტოლია 20-ის.

მინერალიზაციის საშუალო კვადრატული გადახრა იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(Xi) - (Xi)]^2}{n}} \quad (2)$$

ჩატარებული კვლევების საიმედოობა იანგარიშება ფორმულით:

$$P[f(k)] = \int_0^n f(Xi) dk \quad (3)$$

ხოლო ჩატარებული კვლევების რისკი იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$R[k] = 1 - P[f(k)] \quad (4)$$

განხილული მეთოდოლოგიის გამოყენებით შესაძლებელია შევაფასოთ ალაზნის ველის მლაშე ნიადაგების თანამედროვე ეკოლოგიური მდგომარეობა, წყლის მარილების მინერალიზაციის მხედველობაში მიღებით.

ალაზნის ველზე მლაშე ნიადაგებიდან აღებული წყლის ქიმიური ანალიზის შედეგები $[(Ca)^{2+}$ მარილების] მხედველობაში მიღებით, მოყვანილია ცხრილ 1-ში.

ცხრილი 1

კალციუმის მინერალიზაციის რაოდენობრივი მაჩვენებლები

N	Ca	k	\bar{k}	$k - \bar{k}$	$(k - \bar{k})^2$
1	0	3	4	5	6
1	320	0.32	0.562	0.149	0.022
2	560	0.56	0.56	0.147	0.021
3	493	0.493	0.55	0.137	0.019
4	300	0.30	0.55	0.137	0.019
5	310	0.31	0.541	0.128	0.016
6	550	0.55	0.50	0.087	0.008
7	472	0.472	0.493	0.080	0.006
8	290	0.29	0.490	0.077	0.006
9	340	0.34	0.472	0.059	0.003
10	562	0.562	0.462	0.049	0.002
11	500	0.50	0.34	-0.073	0.005
12	320	0.32	0.32	-0.093	0.009
13	300	0.30	0.32	-0.093	0.009
14	541	0.541	0.31	-0.103	0.011
15	462	0.462	0.31	-0.103	0.011
16	280	0.28	0.31	-0.103	0.011
17	310	0.31	0.30	-0.113	0.013
18	550	0.55	0.30	-0.113	0.013
19	490	0.49	0.29	-0.123	0.015
20	310	0.31	0.28	-0.133	0.018
	8260,00	8.26		0	0.237

მიღებული მონაცემების მიხედვით ვაგებთ ჰისტოგრამას რომლის რაოდენობრივი მაჩვენებლები მოცემულია ცხრ. 2 -ში.

ცხრილი 2

კალციუმის მინერალიზაციის ჰისტოგრამის რიცხობრივი მაჩვენებელი

k ინტერვალები	0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.3	0.3-0.4	0.4-0.5	0.5-0.6
M სიხშირე	0	0	4	6	5	5
სულფატის განმეორ. მნიშვ.	0	0	0.2	0.3	0.25	0.25

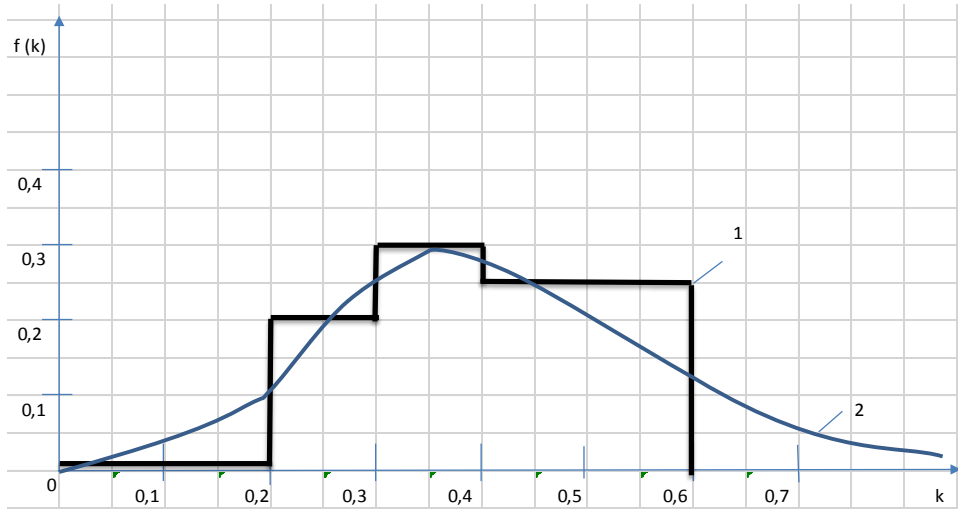
კალციუმის შემთხვევაში, მინერალიზაციის საშუალო მნიშვნელობა იანგარიშება ფორმულით:

$$\overline{(K)} = \frac{\sum_{i=1}^n C a_i}{n} = \frac{8.26}{20} = 0.413 \quad (5)$$

სულფატის მინერალიზაციის საშუალო კვადრატული გადახრა იანგარიშება ფორმულით:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(K) - (\overline{K})]^2}{n}} = \sqrt{\frac{0.237}{20}} = \sqrt{0.012} = 0.11 \quad (6)$$

ცხრილის მონაცემებისა და სტატისტიკური მაჩვენებლების მიხედვით ვაგებთ სულფატის თეორიული განაწილების მრუდის გრაფიკს, რომელიც მოცემულია ნახ. 1 -ზე.



ნახ. 1. წყალში კალციუმის ჰისტოგრამისა და თეორიული განაწილების მრუდი.

ნახ. 1. გრაფიკს შეესაბამება ნორმალური განაწილების სპეციალური ფუნქცია ე.წ. სიზუსტის კოეფიციენტის გათვალისწინებით (h), რომლის მათემატიკურ გამოსახულებას აქვს შემდეგი სახე:

$$f(k) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[h^2 - (k - m^*)]. \quad (7)$$

სადაც m^* არის მათემატიკური ლოდინი და გამოითვლება ფორმულით:

$$m^* = \sum_{i=1}^n f(k) \cdot \bar{k} = 0.25 \cdot 0.2 + 0.35 \cdot 0.3 + 0.45 \cdot 0.2 + 0.55 \cdot 0.2 = 0.355 \quad (8)$$

ხოლო სიზუსტის კოეფიციენტი:

$$h^2 = \left(\frac{1}{\sigma\sqrt{2}}\right)^2 = \left[\frac{1}{0.11 \cdot 1.414}\right]^2 = 6.429^2 = 41.33. \quad (9)$$

ამ ფორმულების გათვალისწინებით (7) ფორმულა მიიღებს სახეს:

$$f(k) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[41.33^2 - (k - 0.355)]. \quad (10)$$

ჩატარებული კვლევების მიახლოებითი საიმედოობა

$$P[f(k)] = \int_0^n f(k) dk. P[f(k)] = \int_0^{0.6} \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[41.33^2 - (k - 0.355)] dk = 0.75. \quad (11)$$

ხოლო შესაბამისი რისკი გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$R[k] = 1 - P[f(k)] \quad (12)$$

შევიტანოთ შესაბამისი მნიშვნელობები მე-12 დამოკიდებულებაში, მივიღებთ:

$$R[k] = 1 - P[f(k)] = 1 - \int_0^{0.6} \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[41.33 - (k - 0.26)] dk = 1 - 0.75 = 0.25. \quad (13)$$

ე.ი. ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევები, რომელიც ითვალისწინებდა წყალში კალციუმის მინერალიზაციის მათემატიკურ ჩაწერას, აღიწერება ნორმალური განაწილების სპეციალური ფუნქციით, რომლის საიმედოობაც ტოლია 75%-ის, ხოლო შესაბამისი რისკი შეადგენს 25%-ს, რაც მელიორაციული კვლევებისთვის საკმაოდ მაღალი მაჩვენებელია.

ალაზნის ველზე მლაშე ნიადაგებიდან აღებული წყლის ქიმიური ანალიზის ჯამური შედეგები [(SO₄)²⁻ მარილების] მხედველობაში მიღებით, მოყვანილია ცხრ. 3 -ში.

ცხრილი 3

წყალში სულფატის მინერალიზაციის რაოდენობრივი მაჩვენებლები

N	SO ₄	A	A	A - \bar{A}	(A - \bar{A}) ²
1	2	3	4	5	6
1	765,00	0.765	1.014	0.226	0.051
2	995,00	0.995	1,003	0.215	0.046
3	996,60	0.997	1.000	0.212	0.045
4	393,00	0.393	0.997	0.209	0.044
5	770.2	0.770	0.995	0.207	0.043
6	903.7	0.903	0.903	0.115	0.013
7	1014,00	1.014	0.890	0.102	0.010
8	773,00	0.773	0.851	0.063	0.004
9	851,00	0.851	0.780	-0.008	0.001
10	764,00	0.764	0.773	-0.015	0.001
11	769.8	0.770	0.770	-0.018	0.001
12	750,00	0.750	0.770	-0.018	0.001
13	780.5	0.780	0.766	-0.022	0.001
14	754,00	0.754	0.765	-0.023	0.001
15	411.7	0.441	0.764	-0.024	0.001
16	890,00	0.890	0.754	-0.034	0.001
17	1002.8	1.003	0.750	-0.038	0.001
18	766.4	0.766	0.441	-0.347	0.120
19	999.8	1.00	0.401	-0.387	0.150
20	401.7	0.401	0.393	-0.395	0.156
ჯამი:		15.769	15.769	0	0.691

სულფატის შემთხვევაში, მინერალიზაციის საშუალო მნიშვნელობა იანგარიშება ფორმულით:

$$\bar{A} = \frac{\sum_{i=1}^n (SO_4)_i}{20} = \frac{15.769}{20} = 0.788. \quad (14)$$

სულფატის მინერალიზაციის საშუალო კვადრატული გადახრა იანგარიშება ფორმულით:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(A) - (\bar{A})]^2}{n}} = \sqrt{\frac{0.691}{20}} = \sqrt{0.0345} = 0.186. \quad (15)$$

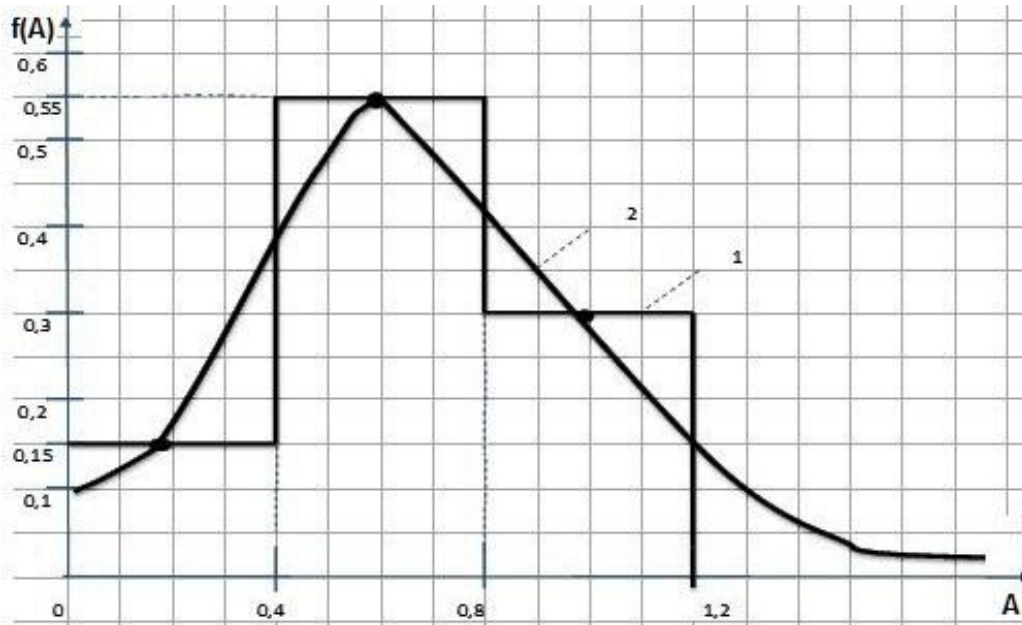
მიღებული მონაცემების მიხედვით ვაგებთ ჰისტოგრამას, რომლის რაოდენობრივი მაჩვენებლები მოცემულია ცხრ. 4-ში.

ცხრილი 4

სულფატის მინერალიზაციის ჰისტოგრამის რიცხობრივი მაჩვენებელი

A ინტერვალები	0-0.4	0.4-0.8	0.8-1.2
M სისშირე	3	11	9
სულფატის განმეორ. მნიშვნელობა	0.15	0.55	0.3

ცხრილის მონაცემებისა და სტატისტიკური მაჩვენებლების მიხედვით ვაგებთ სულფატის თეორიული განაწილების მრუდის გარაფიკს, რომელიც მოცემილია ნახ. 2.



ნახ. 2. წყალში სულფატის ჰისტოგრამისა(1) და თეორიული განაწილების მრუდი (2)

ნახ. 2. გრაფიკს შეესაბამება ნორმალური განაწილების სპეციალური ფუნქცია ე.წ. სიზუსტის კოეფიციენტის გათვალისწინებით (h), რომლის მათემატიკურ გამოსახულებას აქვს შემდეგი სახე:

$$f(k) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[h^2 - (A - m^*)]. \quad (16)$$

სადაც m^* -არის მათემატიკური ლოდინი, რომელიც გამოითვლება ფორმულით:

$$m^* = \sum_{i=1}^n f(A) \cdot \bar{A} = 0.2 \cdot 0.15 + 0.6 \cdot 0.55 + 1.0 \cdot 0.3 = 0.66. \quad (17)$$

ხოლო სიზუსტის კოეფიციენტი:

$$h^2 = \left(\frac{1}{\sigma\sqrt{2}}\right)^2 = \left[\frac{1}{0.186 \cdot 1.414}\right]^2 = 3.80^2 = 14.44. \quad (18)$$

ამ ფორმულების გათვალისწინებით (16) ფორმულა მიიღებს სახეს:

$$f(A) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[14.44 - (A - 0.66)]. \quad (19)$$

ჩატარებული კვლევების მიახლოებითი საიმედოობა $P[f(A)] = \int_0^n f(A) dA$.

$$P[f(A)] = \int_0^{1.2} f(A) dA = \int_0^{1.2} \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[13.71^2 - (A - 0.66)] = 0.65. \quad (20)$$

ხოლო შესაბამისი რისკი გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$R[A] = 1 - P[f(A)] \quad (21)$$

შევიტანოთ შესაბამისი მნიშვნელობები (21) დამოკიდებულებაში, მივიღებთ:

$$R[A] = 1 - P[f(A)] = 1 - \int_0^{1.2} \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[13.7 - (A - 0.67)] dA = 1 - 0.65 = 0.35. \quad (22)$$

ე.ი. ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევები, რომელიც ითვალისწინებდა ნიადაგში სულფატის მინერალიზაციის მათემატიკურ ჩაწერას, აღიწერება ნორმალური განაწილების სპეციალური ფუნქციით, რომლის საიმედოობაც ტოლია 65 %-ის, ხოლო შესაბამისი რისკი შეადგენს 35 %-ს, რაც მელიორაციული კვლევებისთვის საკმაოდ მაღალი მაჩვენებელია.

მიღებული მონაცემების მიხედვით ვაგებთ ჰისტოგრამას რომლის რაოდენობრივი მაჩვენებლები მოცემულია ცხრ. 5 -ში.

ცხრილი 5

წყალში მშრალი ნაშთის ჰისტოგრამის რაოდენობრივი მაჩვენებლები

C ინტერვალები	0-1	1-2	2-3	3-4
M სიხშირე	5	0	10	5
სულფატის განმ-ის მნიშვნელობა	0.25	0	0.5	0.25

ალაზნის ველზე მლაშე ნიადაგებიდან აღებული წყლის ქიმიური ანალიზის მშრალი ნაშთის შედეგები მოყვანილია ცხრ. 6 -ში.

ცხრილი 6

წყალში მშრალი ნაშთის მინერალიზაციის რაოდენობრივი მაჩვენებლები

N	მშრალი ნაშთი	C	C	C - C̄	(C - C̄) ²
1	0	3	4	5	6
1	2068.9	2.069	3.113	0.712	0.507
2	2751.3	2.751	3.113	0.712	0.507
3	3111.2	3.111	3.111	0.710	0.504
4	1678	1.678	3.110	0.709	0.503
5	2067	2.067	3.110	0.709	0.503
6	2753.2	2.753	2.753	0.352	0.124
7	3110.1	3.110	2.753	0.352	0.124
8	1676	1.676	2.751	0.350	0.123

9	2065.1	2.065	2.751	0.350	0.123
10	2749.1	2.749	2.750	0.349	0.122
11	3110.4	3.110	2.069	-0.332	0.110
12	1669	1.669	2.068	-0.333	0.111
13	2069	2.069	2.067	-0.334	0.112
14	2750.3	2.750	2.066	-0.335	0.112
15	3112	3.112	2.065	-0.336	0.113
16	1674	1.674	1.678	-0.723	0.523
17	1673.1	1.673	1.676	-0.725	0.526
18	2066.2	2.066	1.674	-0.727	0.529
19	2753.1	2.753	1.673	-0.728	0.530
20	3114.3	3.114	1.669	-0.732	0.536
	13945,00			0	6.342

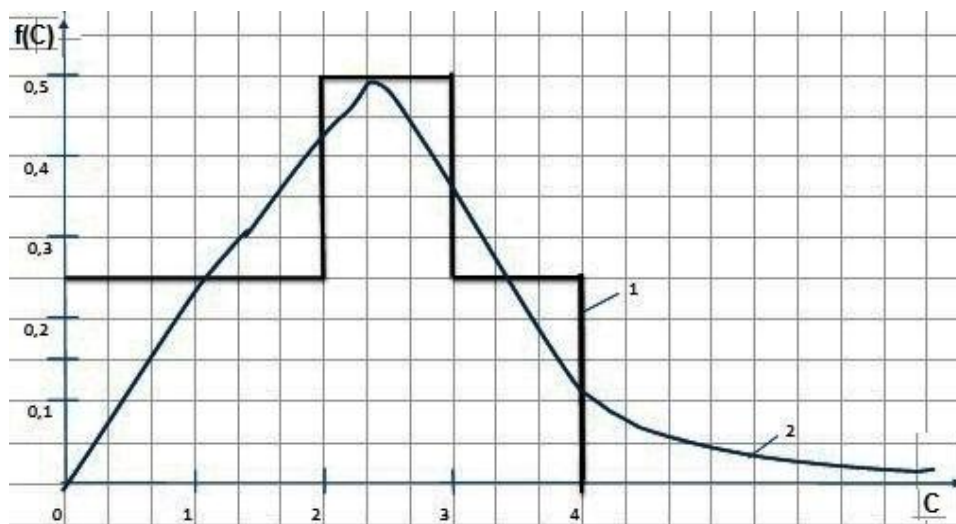
მშრალი ნაშთის შემთხვევაში, მინერალიზაციის საშუალო მნიშვნელობა იანგარიშება ფორმულით:

$$\overline{(C)} = \frac{48.021}{20} = 2.401. \quad (23)$$

მშრალი ნაშთის მინერალიზაციის საშუალო კვადრატული გადახრა იანგარიშება ფორმულით

$$\sigma = \sqrt{\frac{[\sum_{i=1}^n (c) - (\overline{C})]^2}{n}} = \sqrt{\frac{6.342}{20}} = \sqrt{0.317} = 0.56 \quad (24)$$

ცხრილის მონაცემებისა და სტატისტიკური მაჩვენებლების მიხედვით ვაგებთ მშრალი ნაშთის თეორიული განაწილების მრუდის გარაფიკს, რომელიც მოცემულია ნახ. 3 -ზე.



ნახ. 3. წყალში მშრალი ნაშთის ჰისტოგრამის(1) და თეორიული განაწილების მრუდი (2)

ნახ. 3-ის გრაფიკს შეესაბამება ნორმალური განაწილების სპეციალური ფუნქცია ე.წ. სიზუსტის კოეფიციენტის გათვალისწინებით (h), რომლის მათემატიკურ გამოსახულებას აქვს შემდეგი სახე:

$$f(C) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[h^2 - (C - m^*)]. \quad (25)$$

სადაც m^* - არის მათემატიკური ლოდინი, რომელიც გამოითვლება ფორმულით:

$$m^* = \sum_{i=1}^n f(C) \cdot \bar{C} = 0.1 \cdot 0 + 0.3 \cdot 0.2 + 0.5 \cdot 0.3 = 0.21. \quad (26)$$

ხოლო სიზუსტის კოეფიციენტი:

$$h^2 = \left(\frac{1}{\sigma\sqrt{2}}\right)^2 = \left[\frac{1}{0.56 \cdot 1.414}\right]^2 = 4.31^2 = 18.58. \quad (27)$$

ამ ფორმულების გათვალისწინებით (25) ფორმულა მიიღებს სახეს:

$$f(C) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[18.58 - (C - 0.21)]. \quad (28)$$

ჩატარებული კვლევების საიმედოობა ტოლია:

$$P[f(C)] = \int_0^{1.2} f(C) dC = \int_0^{1.2} \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[18.58 - (C - 0.21)] = 0.84. \quad (29)$$

ხოლო შესაბამისი რისკი გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$R[C] = 1 - P[f(C)]. \quad (30)$$

$$R[C] = 1 - \int_0^{0.6} \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[18.58 - (C - 0.21)] dC = 1 - 0.84 = 0.16. \quad (31)$$

მივიღებთ, რომ ჩვენ მიერ ველზე აღებულ წყლის ნიმუშებში მშრალი ნაშთის მნიშვნელობები აღიწერება ნორმალური განაწილებით ე.წ. სიზუსტის კოეფიციენტის გათვალისწინებით, რომლის საიმედოობა ტოლია 84 %, ხოლო რისკი 16 %, რაც მელიორაციული კვლევებისათვის საკმაოდ მაღალ სიდიდედ ითვლება.

დასკვნა

საიმედოობისა და რისკის თეორიის გამოყენებით დადგენილია ალაზნის ველის მლაშე ნიადაგებზე წყლის სულფატ-იონის (SO₄)²⁻ და კალციუმ-იონის (Ca)²⁺ მინერალიზაციის ცვლილების ფუნქციის განაწილების კანონი, რომელიც აღიწერება ლოგარითმული განაწილებით ე.წ. სიზუსტის ნორმის გათვალისწინებით; თეორიული და ლაბორატორიული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, ჩატარებული მეცნიერული კვლევების საიმედოობა (P) და რისკი (R), რომლის რაოდენობრივი მაჩვენებელი წყლის მინერალიზაციის შემთხვევაში ტოლია P=78%, R=22%

ლიტერატურა

1. გავარდაშვილი გ. „სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ნაყოფიერების გაზრდის ზოგიერთი ღონისძიება“. საქ. აგრარული უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომების კრებული. 1996, გვ. 70 - 72.
2. კუპრეიშვილი შ., დოხნაძე გ., ელიზბარაშვილი ნ. „საიმედოობის თეორიის გამოყენება გეოგრაფიულ კვლევებში (ეროზიული პროცესების შესწავლის მაგალითზე). საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული. 2012, №67, გვ. 49 - 54.
3. Kupreishvili sh., Mekhrishvili G., Vartanivi M., Gavardashvili G. "Methods for calculation of optimal tariffs on irrigation water used in irrigation". 18th International Conference on Agricultural and Food Sciences. Barcenola, Spain. 2016, pp. 245 - 249.

RESEARCH OF SALINE SOILS WITH RELIABILITY AND RISK THEORY

Kuparashvili I., Lortkipanidze F., Mgebrishvili M.

*Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia*

Annotation. The article describes the calculation of the results of the chemical-laboratory survey of water samples taken from the Alazani Valley soils using reliability and risk theory.

The law of distribution of water sulphate-ion (SO_4^{2-} and calcium-ion (Ca^{2+} mineralization change function) on Alazani valley bottles is established. Also, on the basis of analysis of theoretical and laboratory data, the reliability of the scientific researches (P) and risk (R) of the scientific research has been established.

Keywords: calcium, sulphate, reliability, risk, analysis.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ С ПОМОЩЬЮ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ И РИСКА

Купарашвили И., Лорткипанидзе Ф., Мгебришвили М.

*Институт водного хозяйства им. Ц. Мициулава
Грузинского технического университета
Тбилиси, Грузия*

Аннотация. В статье приведен расчет результатов химико-лабораторного обследования проб воды, отобранных из почв Алазанской долины, с использованием теории надежности и риска.

Установлено, Закон изменения распределения функции сульфат-иона (SO_4^{2-} и иона кальция (Ca^{2+}). Кроме того, на основе анализа теоретических и лабораторных данных была установлена достоверность научных исследований (P) и риска (R).

Ключевые слова: кальций, сульфат, надежность, риск, анализ.

კოლხეთის დაბლობზე წყლის ბალანსის ძირითადი ელემენტების გამოკვლევა

შ. კუპრეიშვილი, პ. სიჭინავა, თ. სუპატაშვილი, ო. გაგუა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის

ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი

ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60^ა, 0179, ქ. თბილისი, საქართველო

E-mail: shorena_12@mail.ru; p.sichinava@gmail.com;

tamunasupatashvili@gmail.com

ანოტაცია. დადგენილია, რომ კოლხეთის დაბლობზე არსებობს გრუნტის წყლების ჰორიზონტის თავისუფალი ზედაპირი, რომელსაც აქვს უმნიშვნელო ჰიდრაულიკური ქანობი (0.00028-0.0007); კაპილარული აწევის სიმაღლე - 0.8-1.5 მმ/დღ-დამე, ხოლო ჯამური აორთქლება 3-4 მმ-ის ტოლია დღე-ღამეში; ატმოსფერული ნალექები, ჯამური აორთქლება და კაპილარული აწევა წარმოადგენენ იმ ძირითად ფაქტორებს, რომლებიც მონაწილეობას ებულობენ გრუნტის წყლების რეჟიმისა და ნიადაგის სინოტივის ფორმირებაში მეტრიან ფენაში; ნალექების მცირე ინტენსივობა (<0.05 მმ/წთ), რომელიც წლიური ჯამის 40%-ზე მეტია, ძირითადად ინფილტრაციაზე იხარჯება, ხოლო თანაფარდობა ინფილტრაციასა და ზედაპირულ ჩამონადენს შორის, რომელიც ნიადაგის წყალტევადობასა და ნალექების ინტენსივობასთან კავშირშია, ფართო საზღვრებში იცვლება.

საკვანძო სიტყვები: კოლხეთის დაბლობი, გრუნტის წყალი, ნალექები, ინფილტრაცია.

შესავალი

კოლხეთის ბუნებრივი პირობები და დაჭაობების მიზნები მოითხოვს დიფერენციალურ მიდგომას ჭარბტენიანი ნიადაგების დაშრობის საკითხის გადაწყვეტაში.

ცნობილია, რომ გრუნტის წყლების (წარმოდგენილი ქიმიური და კოლოიდური ხსნარით) მოძრაობას თან სდევს სხვადასხვაგვარი ურთიერთქმედება თიხის მყარ ნაწილაკებსა და მოძრავ წყალს შორის, ამასთან, დროში იცვლება როგორც თიხოვანი გრუნტების მყარი ტანი, ასევე წყლის მოძრაობის ურთიერთქმედების ხასიათი. ამიტომ, აღნიშნული საკითხის შესწავლა ერთ-ერთ რთულ ამოცანას წარმოადგენს.

ძირითადი ნაწილი

გრანულომეტრული შემადგენლობით კოლხეთის მძიმე თიხოვანი გრუნტები შეიცავენ 85%-ზე მეტ ფიზიკურ თიხას, მათ რიცხვში წვრილი დისპერსიული ნაწილაკების (<0.001 მმ) 60%-ია, ძლიერ გაჯირჯვებული თიხოვანი გრუნტების საჭაერო ჰიგროსკოპულობა მერყეობს 6-დან 9%-მდე, ხოლო მაქსიმალური ჰიგროსკოპულობა იცვლება 14-დან 18%-მდე. ადსორბციულ მდგომარეობაში იმყოფება მაქსიმალური ჰიგროსკოპული წყლის 50-60%. აღნიშნული ნიადაგები გამოირჩევიან მნიშვნელოვანი ჰუმუსით 4.5-7.5% [1,2,3].

წყლის ბალანსის ძირითადი ელემენტების გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ კოლხეთის დაბლობის მძიმე თიხნარი ნიადაგები ხასიათდება დიდი გაჯირჯვებით 30-40%, რაც იწვევს მათი მოცულობითი წონის ცვალებადობას.

გაჯირჯვების მოვლენის ბუნებაზე არსებობს ორი ჰიპოთეზა: კაპილარული და ოსმოსური.

მეცნიერების ერთი ნაწილი კაპილარულ გაჯირჯვებას იზიარებს და ამ მოვლენას ხსნის გრუნტის უმცირეს ნაწილაკებს შორის ფორების გაფართოებით, რაც განპირობებულია გრუნტში წყლის შეღწევითა და კაპილარული წნევის მოცილებით. მეცნიერების მეორე ნაწილი - ოსმოსურ გაჯირჯვებას უჭერს მხარს.

ზოგიერთი მეცნიერი მიუთითებს, რომ თიხოვანი გრუნტების გაჯირჯვება დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე თიხოვანი გრუნტების მინერალოგიურ და გრანულომეტრულ შემადგენლობაზე, წყალში ელექტროლიტების შინაარსზე, მოცულობითი კათიონების შემადგენლობაზე, ფორების ზომასა და ფოროვანი სიცარიელების სტრუქტურაზე, მინერალების სტრუქტურასა და წყლის შინაარსზე. კოლხეთის დაბლობზე ჩატარებულმა ნიადაგურმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ მძიმე, ძლიერგაჯირჯვებული თიხნარი გრუნტები გამოშრობის დროს ხასიათდებიან აგრეგატულობით, ხოლო სინოტივის პირობებში - დისპერსიულობით.

გაჯირჯვებისა და გაჯერების პროცესში კოლხეთის დაბლობის მძიმე თიხოვანი გრუნტების ხასიათი არსებითად იცვლება. საწყის პერიოდში, ინტესიური გაჯირჯვების მცირე მნიშვნელობის გამო, ძირითადად წარმოებს ფოროვანი სიცარიელების შევსება წყლით. პროცესის შემდგომი განვითარების დროს შთანთქმული წყლის რაოდენობა გრუნტის საერთო მოცულობის გაზრდაზე იხარჯება, რაც იწვევს სინოტივის ზრდას. სინოტივის ზრდის შედეგად ხდება თიხოვანი მინერალების წვრილ ნაწილაკებად დაშლა, რაც ზრდის მის აქტიურ ჯამურ ზედაპირს. ცხადია, რომ რაც მეტია დისპერსიულობის ხარისხი, მით მეტი ნაწილაკი იქნება თიხოვანი მინერალების ერთეულ ზედაპირზე და მით მეტი იქნება ზედაპირული ენერგია.

კოლხეთის დაბლობის ზედა ჰორიზონტის ნიადაგების 28-30% სინოტივიდან ინტენსიურად იწყებს გაჯირჯვებას. ლაბორატორიული გამოკვლევებით დადგენილია, რომ მთლიან გაჯირჯვებას ეს ნიადაგები 65-68% სინოტივის დროს აღწევენ. თიხოვანი გრუნტების გაჯირჯვების დრო დამოკიდებულია მათ დისპერსიულობაზე, სწორედ, დისპერსიულობის ხარისხი განსაზღვრავს თიხოვან ქანებში წყლის შეღწევის სიჩქარეს.

ლაბორატორიულ პირობებში მძიმე თიხოვანი გრუნტების გაჯირჯვების პროცესი 8-15 დღე-ღამის განმავლობაში გრძელდება, ხოლო მსუბუქი თიხნარი გრუნტების, რომელთა გაჯირჯვების ხარისხი უმნიშვნელოა, 5-7 დღე-ღამე.

არსებული თიხოვანი მინერალების ყველაზე გავრცელებულ სახეს კოლხეთის დაბლობზე წარმოადგენს მონტმორილონიტური შემადგენლობის თიხოვანი გრუნტები. მონტმორილონიტების ძირითადი თავისებურებანია წყლის ადსორბირება თავის მაღალაქტიურ ზედაპირზე, აგრეთვე მისი შთანთქმა გისოსების შიგნით პაკეტებს შორის სიცარიელებში და სუსტად შეკავშირებული წყლის გამოყოფა გარემო სინოტივესთან კავშირში.

ექსპერიმენტებით დამტკიცებულია, რომ კოლხეთის დაბლობის მონტმორილონიტური შემადგენლობის მძიმე, ძლიერგაჯირჯვებულ გრუნტებში, ნიადაგის წყლით გაჯერების პირველ პერიოდში, წნევის გრადიენტის ერთი და იგივე მნიშვნელობის დროს, ნიადაგის

წყალგამტარობა იზრდება აგრეგატის დაშლის დაწყებამდე. სინოტივის შემდგომი ზრდა, როდესაც წყალი შეაღწევს მონტმორილონიტური შემადგენლობის თიხოვანი გრუნტების სიბრტყეებს შორის სივრცეში, ხდება აგრეგატის დაშლა და დისპერსიულობის ზრდა. ამ პროცესს თან სდევს წყალგამტარობის კოეფიციენტის შემცირება, რომელიც გრუნტის მთლიანი გაჯირჯვების დროს აღწევს თავის მინიმალურ მნიშვნელობას [4,5,6,7].

ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე დამტკიცდა, რომ წყალგამტარობის კოეფიციენტის შემცირება მიმდინარეობს 12-13 დღე-ღამის განმავლობაში და ამ პერიოდში ის ღებულობს თავის უმცირეს, მუდმივ მნიშვნელობას.

დასკვნა

კოლხეთის დაბლობის წყლის ბალანსის ძირითადი ელემენტების გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ დაჭაობების მიზეზებში გრუნტის წყლები ღებულობს მონაწილეობას.

აღნიშნულის გამოკვლევის შედეგად დადგენილია, რომ:

1. წყლის ბალანსის საცდელი უბნის რაიონშიარსებობს გრუნტის წყლების ჰორიზონტის თავისუფალი ზედაპირი, რომელსაც აქვს უმნიშვნელო ჰიდრავლიკური ქანობი (0.00028-0.0007);
2. კაპილარული ამოწვევის სიმაღლე - 0.8-1.5 მმ/დღ-ღამე, ხოლო ჯამური აორთქლება 3-4მმ-ის ტოლია დღე-ღამეში;
3. ატმოსფერული ნალექები, ჯამური აორთქლება და კაპილარული აწვევა წარმოადგენენ იმ ძირითად ფაქტორებს, რომლებიც მონაწილეობს ღებულობენ გრუნტის წყლების რეჟიმისა და ნიადაგის სინოტივის ფორმირებაში მეტრიან ფენაში;
4. ნალექების მცირე ინტენსივობა (<0.05 მმ/წთ), რომელიც წლიური ჯამის 40%-ზე მეტია, ძირითადად ინფილტრაციაზე იხარჯება, ხოლო თანაფარდობა ინფილტრაციასა და ზედაპირულ ჩამონადენს შორის, რომელიც ნიადაგის წყალტევადობასა და ნალექების ინტენსივობასთან კავშირშია, ფართო საზღვრებში იცვლება;
5. აორთქლების ინტენსივობა უშუალო კავშირშია გრუნტის წყლების დონის დგომის სიღრმესთან ზაფხულ-შემოდგომის პერიოდში.

ლიტერატურა

1. გუგუჩია მ. "სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის კვლევისათვის საველე პოლიგონის მოწყობა". საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული. 2014, №69, გვ. 74 - 77.
2. კუპრეიშვილი შ., ყრუაშვილი ი. „დრენებს შორის მანძილზე ფილტრაციის საწყისი გრადიენტის გავლენა.“ სსაუ, აგრარულ იმ ეცნიერების პრობლემები. სამეცნიერო შრომათა კრებული. 2002, ტ.20, გვ. 332-335.
3. შურღაია ვ. ჰორიზონტალური დრენაჟის ეფექტურობა კოლხეთის დაბლობის პირობებისათვის. გარემოს დაცვის ინსტიტუტი. სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია თემაზე: „ახალგაზრდა მეცნიერებები და გარემოს დაცვის პრობლემები ახალი ათასწლეულის მიჯნაზე“. თეზისების კრებული, ქ. თბილისი, 2000, გვ.26-27.
4. კუპრეიშვილი შ., სიჭინავა პ. "მარეგულირებელი ქსელი ზედაპირული კვების შემთხვევაში და მისი მოქმედების პრინციპი". საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული, 2014, №69, გვ. 153-154.

5. გვარდაშვილი გ., გუგუჩია მ. „კომბინირებული სამიარუსიანი სადრენაჟო სისტემის დრენებს შორის მანძილის განსაზღვრა“. ჰიდროინჟინერია. 2016, გვ. 6.
6. გვარდაშვილი გ. „კომბინირებული დრენაჟი“. საქართველოს პატენტი № H3573B. ბიულ. №5 (167), თბილისი. 2005, გვ. 12.
7. გვარდაშვილი გ. „ზუნების გამოყენების ეკონომიკა“ (მეთოდური მითითება). თბილისი: 2000, გვ. 43.

Гидротехника и мелиорация

**ОБСЛЕДОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ВОДНОГО БАЛАНСА
КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ**

Купрейшвили Ш.З., Сичинава П.О., Супаташвили Т.Л., Гагуа О.

*Институт водного хозяйства им. Ц.Е. Мирцхулава
Грузинского технического университета
Тбилиси, Грузия*

Аннотация. Установлено, что Колхидская низменность основные элементы водного баланса существует свободная поверхность горизонта грунтовых вод, который имеет незначительный гидравлический уклон (0,00028-0,0007); высота капиллярного поднятия 0,8-1,5 мм/сут., в то время как общее суммарное испарение равно 3-4 мм в сутки; атмосферные осадки, суммарное испарение и капиллярное поднятие являются основными факторами, которые принимают участие в формировании режима грунтовых вод и влажности почвы в метровом слое; малая интенсивность осадков <0,05 мм/мин., которая составляет более 40% от годового объема, в основном расходуется на инфильтрацию, а соотношение между инфильтрацией и поверхностным стоком, которое связано с водоемкостью почвы и интенсивностью осадков, варьируется в широких пределах.

Ключевые слова: Колхидская низменность, грунтовые воды, осадок, инфильтрация.

Hydrotechnique and amelioration

**STUDY OF THE MAJOR COMPONENTS OF WATER BALANCE IN THE
KOLKHETI LOWLAND**

Kupreishvili Sh., Sichinava P., Supatashvili T., Gagua O.

*Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia*

Annotation. It is established that in Poti experimental amelioration ecological point there is a free surface of ground water horizon that has a slight hydraulic slope (0.00028-0.0007); Capillary pressure lift is 0.8-1.5 mm/day. Total evaporation equals to 3-4 mm during twenty-four hours. Precipitation, total evaporation and capillary pressure represents the key factors that participates in formation of ground water regime and moisture of ground in meter layer. Small intensity of precipitation <0.05 mm/min that is more than 40% of annual sum is mostly spent on infiltration and the correlation between the infiltration and surface runoff that is linked to the ground water capacity and precipitation intensity has been varies with wide rages.

Keywords: Kolkheti lowland, ground water, precipitation, infiltration.

DETERMINANTS OF HEAT CONSUMPTION IN EDUCATIONAL BUILDINGS

Lis A., Lis P.

*Czestochowa University of Technology
ul. Dąbrowskiego 69, 42-200 Częstochowa, Poland
E-mail: anna.lis@pcz.pl, piotr.lis@pcz.pl*

Annotation. The article presents impact of chosen parameters on heat consumption in educational buildings. It was created the analysis of selected architectural, material and construction indexes of educational buildings from the point of view of their influence on the energy consumption per heated surface in the year. The general characteristic of evaluated buildings was presented. The analysis includes the value of basic architectural features and thermal transmittance for external partitions. The figures describe the connection between the heat consumption and thermal transmittance value for walls, the amount of energy used to heat buildings and thermal transmittance value for roofs, energy consumption and thermal transmittance value for floors on the ground and heat consumption and shape coefficient.

Keywords: educational buildings, architectural, material and construction parameters, energy consumption, energy saving and environmental protection.

PREAMBLE

The realization and exploitation of buildings involves in European Union about 40% of total energy consumption, but in Poland, this value is still higher [1, 2, 3]. In accordance with the Polish National Energy Conservation Agency the energy consumption in Poland is at the level of around 120 kWh/(m²year) even to 300 kWh/(m²year) while other European countries consume about 50 kWh/(m²year). In recent years in Poland, there was a significant tightening of the requirements in the field of thermal insulation and energy saving. However, in Poland are located about 6 million buildings in which approximately 85% were built before 2000. It was associated with their low thermal insulation and significant energy losses. This also results in a significant emission of air pollutants into the atmosphere.

Based on data from International Energy Agency and World Health Organization British company Eco Experts made the map of the most toxic country in the world [4]. Parameters adopted for the study are energy consumption per capita, carbon dioxide emissions from fuel combustion per capita, air pollution, deaths attributable to air pollution per 100,00 capita and renewable energy production (Fig. 1).

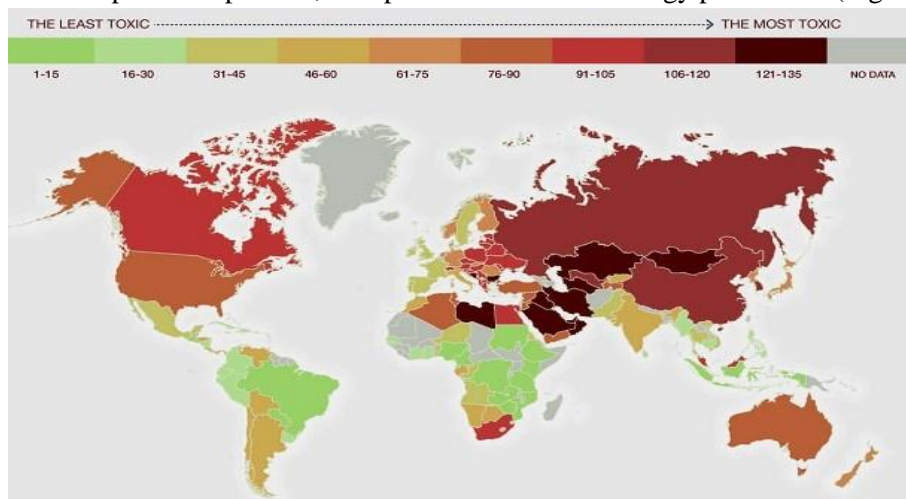


Fig. 1. The map of the most toxic country in the World [4]

The latest WHO data presents air quality measurements from over 4,300 cities in 109 countries. Air pollution on average in 80% of countries in the world exceeds acceptable standards, including 97% in poor and medium-wealth countries, and 49% in wealthier countries [5]. The most polluted cities are in the Middle East, Southeast Asia, Africa and India but among the 50 most polluted PM2.5 cities of the Europe 36 are located in Poland. This is related, among other things, to the fact that in the structure of energy consumption in Poland, the most important are solid fuels, mainly hard coal [6, 7, 8], which is an exception in the EU.

The implementation of the energy saving and low-emission economy program contributes to the constant reduction of energy consumption in buildings. It also has a significant importance for the process of reducing the emissions to the atmosphere of pollutants from fuel combustion process. Pursuant to the EU directive up to the year 2020 all new buildings shall have nearly zero energy consumption [9, 10]. It is important to perform a detailed analysis of selected solutions already in the design phase and make the appropriate adjustment in a way that fits the designer's concept and will not increase investment expenditures. The adopted architectural and material-construction parameters decide about the energy performance of a given building and have a direct impact on the heat consumption.

STRUCTURE OF ENERGY CONSUMPTION IN BUILDINGS

On the basis of the analysis of energy waste structure in the building sector it has been stated that about 70% concerns heating and ventilation of rooms. Studies related to the consumption of heat for heating buildings and energy savings are mainly related to residential buildings. Significant differences in the way of designing and operating between particular groups of buildings result in a slightly different structure of energy consumption. The figure 2 shows the estimated structure of energy consumption in buildings based on statistical data on actual energy consumption taken from various online and press sources.

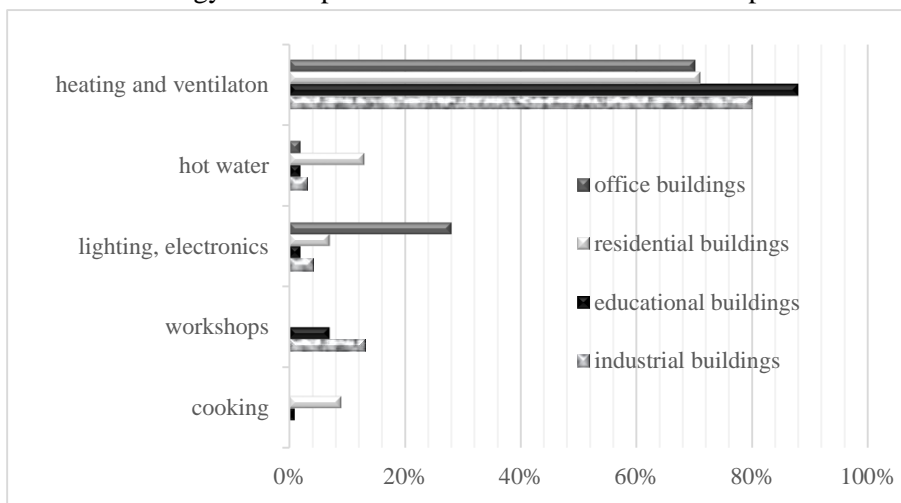


Fig. 2. The structure of energy consumption in buildings

Despite the temporary nature of the use of public buildings, they often have a higher level of heat consumption than residential buildings.

Every building on account of its purpose and existing design canons has its characteristic features. The features refer to the applied architectural, builder's, material, and constructional solutions, which determine the thermal and energy characteristic of a given building, and directly influence the heat consumption. In the planning stages there is sometimes a conflict between the realisation of architectural ideas conceived by a designer and the necessity to increase the demand for heating as a consequence of the implementation of the ideas in a given building. That is why already in the planning stage solutions enabling the minimisation of heating demands of buildings should be accepted.

CHARACTERISTIC OF EVALUATED BUILDINGS

The analysis of selected architectural, material and construction indexes of educational buildings from the point of view of their influence on energy consumption per heated surface in the year was created. The evaluated buildings were built in the years 1951-2000 and have different energy performance. The buildings were heated from different sources, especially from district heating supply system.

The analysis includes most of all the corrected thermal transmittance value of partitions U_C . Thermal transmittance was determined for walls, roofs, ceilings above the cellar, floors on the ground and windows. Selected statistical measures of studied structure are displayed in Table 1.

Table 1

Corrected thermal transmittance of partitions [own research]

Thermal transmittance	U_C	$U_{C(max)}$
	W/(m ² K)	
Walls	1.04	0.23
Roofs	0.63	0.18
Ceilings above the cellar	0.98	0.25
Floors on the ground	0.74	0.30
Windows	2.60	1.10

The corrected thermal transmittance of all partitions exceeded the maximum permissible value U_C max included in the thermal protection requirements [11].

The basic architectural features were determined for the evaluated buildings. The selected statistical measures of the evaluated structure are shown in Table 2.

Table 2

Architectural features of evaluated buildings [own research]

Architectural features	Arithmetic mean	Standard deviation
Surface of partitions, m ²	1981.10	719.10
Heating surface, m ²	942.10	430.80
Heating cubature, m ³	4436.30	1933.70
Shape coefficient, m ⁻¹	0.47	0.11

The energy performance of buildings includes ratio of usable energy, ratio of final energy and ratio of primary energy. Table 3 gives also the value of the ratio of energy consumption in evaluated educational buildings from the period of five years. The buildings are characterized by a high value of primary energy ratio, much higher than the applicable requirements [11].

Table 3

Energy consumption and energy demand ratios [own research]

Ratio of: [kWh/(m ² year)]	Arithmetic mean	Standard deviation
energy consumption	245.9	54.8
usable energy	217.9	54.8
final energy	259.2	59.4
primary energy	316.3	65.4

The value characterising the heat-insulating properties of partitions is thermal transmittance U . When the thermal insulating powers of partitions is low, heat losses due to heat transfer constitute a large share in the general balance of losses and can amount to 70%. The share of heat losses in the general balance of losses for the evaluated structure of buildings is shown in Figure 3.

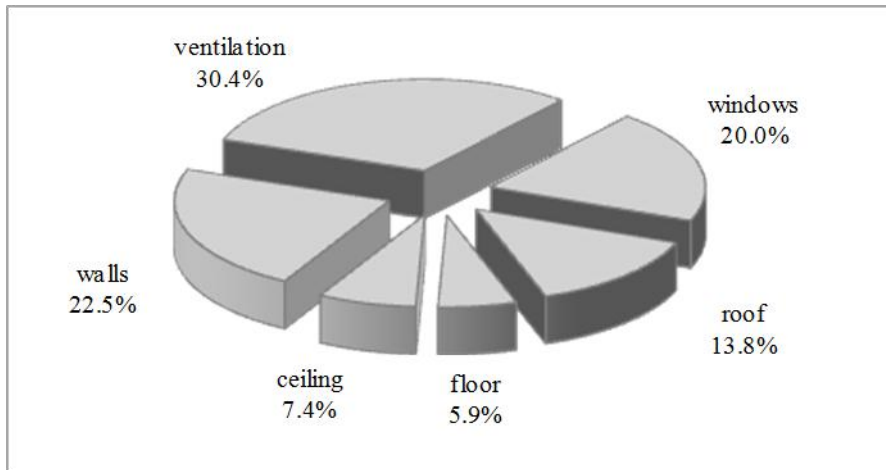


Fig. 3. Share of heat losses in the general balance of losses [own research]

The share of heat lost by respective partitions varies and depends on their thermal insulation and on the share of partition surface in the general surface of cooling partitions.

THE CORRELATION BETWEEN CHOSEN PARAMETERS OF EDUCATIONAL BUILDINGS AND THEIR ENERGY CONSUMPTION

The amount of heat lost by partitions is directly proportional to their surface and inversely proportional to the thermal insulating power. In the analysed structure walls have a greater influence on heat consumption than the thermal isolation of roofs. Figure 4 describes the connection between the heat consumption and thermal transmittance value of walls.

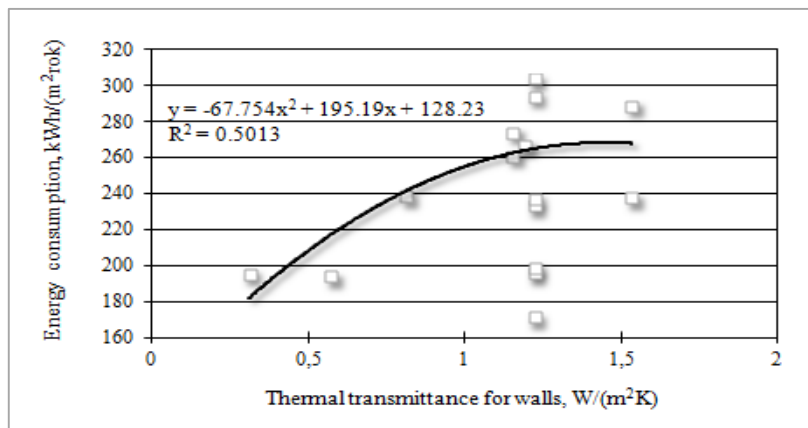


Fig. 4. Correlation between thermal transmittance value of walls and heat consumption [own research]

Changes in energy consumption with reference to a unit of heated surface were in 50% determined by the changes in thermal transmittance of walls. Figure 5 illustrates the correlation between the amount of energy used to heat buildings and thermal transmittance value for roofs.

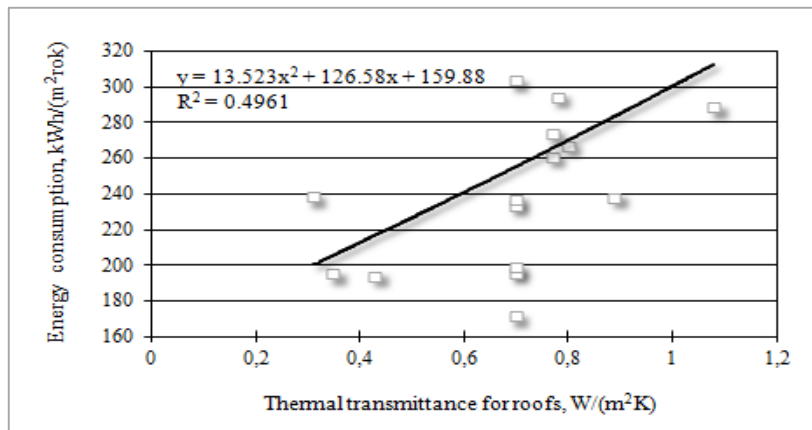


Fig. 5. Correlation between thermal transmittance value of roofs and heat consumption [own research]

Both thermal transmittances for walls and for roofs had a certain influence on the energy consumption in the evaluated educational buildings. The correlation between energy consumption and thermal insulating power of the remaining partitions did not show such a strong relation as it was in the case of insulating power of walls and roofs. The mean correlation appeared in connection with energy consumption and thermal transmittance value of ceilings above the cellar and floors on the ground. The correlation between energy consumption and thermal transmittance of windows was similar. The coefficient of determination for the established correlations was in the range 0.3-0.4. A wide range of empirical variability of heat transfer coefficients of respective partitions proves their great diversity. It is connected with different norm requirements obligatory in respective years of the construction of selected buildings. Actually, in all cases, thermal transmittance values are exceeded in relation to the currently valid requirements [11].

The measure of building shape is its surface module, which is the building shape factor expressing the area of the surface of partitions through which heat is lost with reference to heated cubature. It is one of the indexes reflecting the shape and size of a given building. The influence of shape coefficient of buildings on heat consumption is illustrated by Figure 6.

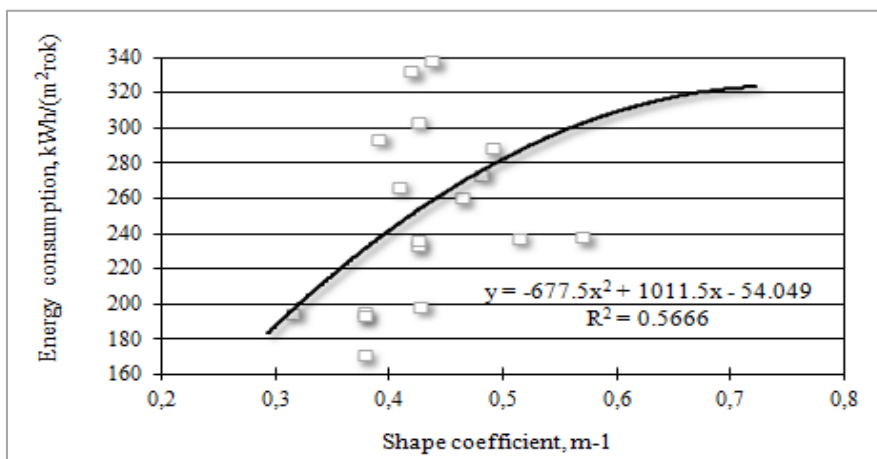


Fig. 6. Correlation between heat consumption and shape coefficient [own research]

The considerable value of shape coefficient is characteristic for educational buildings, especially one-storey and built in rigid frame technology. The aforementioned value for the selected buildings fluctuated in the typical variability range between 0.36 and 0.58. For the studied sample the shape coefficient averaged 0.47. A right-hand asymmetrical distribution of the examined feature proves that the majority of units are lower than the mean value. The maximum recorded value of the shape coefficient for the studied sample

amounted to 0.72. The greater building compactness is beneficial as far as energy saving is concerned. Large, multi-storey buildings consume more thermal energy than smaller ones due to their greater heated cubature. Practically, however, small buildings are less efficient as far as energy saving is concerned because the surface of their cooling partitions is much larger in relation to their heated cubature.

SUMMARY

In the evaluated educational buildings the average heat consumption with reference to the unit of heated surface equalled 245.9 kWh/(m² year). It results, first of all, from considerable values of thermal transmittance for partitions through which heat is lost. The typical variability range of the years of construction of the selected buildings falls between the years 1964-1988. It is connected with low thermal insulating power of external partitions, and moreover with the considerable energy consumption. Toughening the requirements concerning the thermal protection of buildings leads to the growth of thermal insulating power of cooling partitions; however, as a result there is a bigger share of heat lost on ventilation in the general balance of losses.

The value of building shape coefficient, high especially for low rectangular buildings, was also important for the amount of energy consumption. The established correlation was significant in the evaluated group of buildings where the changes of energy consumption were in about 60% determined by the changes in their shape coefficient. The heat usually increases from a few to a few dozen per cent together with the increase of shape coefficient. Higher energy consumption in the educational buildings was influenced first of all by insufficient ventilation in the rooms, bad air quality inside, and the necessity of supplementary ventilation by opening windows. High heating costs are mainly caused by: excessive heat loss through partitions and ventilation, heating systems that are out of order, faulty or outdated, lack of heat counters and lack of possibility to control heat flow.

Factors that cause excessive heat losses, which are simultaneously related to the loss of thermal comfort, are as follows: type and thickness of thermal insulation of cooling partitions surrounding a room, excessive elevation glazing, ways of room ventilation, ways of room exploitation and technical condition of a building. Heat losses by transfer up till now have dominated in the annual balance of losses. First of all the losses depend on the kind and thickness of heat-insulating layer. Increasing in a certain range the thickness of insulation to a small extent influences an increase in capital costs related to the construction of new buildings and thermal modernisation works. Such actions significantly improve the thermal performance of a building. After reaching a certain value a further increase in the thickness of insulation does not bring any economic effects, while it becomes a cause of constructional problems.

Currently observed and predicted increase of thermal insulation of a building external envelope causes a considerable correlation between heat losses and ventilation demands. The share of demand for heat required to heat ventilation air is growing in comparison with the demand on heat required to cover transfer losses. Heat lost by ventilation when the building external envelope is tight reaches even 70% of the overall loss value. Ventilation process in our climate is connected with considerable energy expenditure. The use of natural ventilation is insufficient to meet both the requirements connected with the proper exchange and quality of air in rooms and the requirements connected with saving energy used to heat buildings. The decrease of losses of heat due to ventilation should be exclusively achieved by the rationalisation and control of the very ventilation process. It is unacceptable to save energy by limiting the air exchange below the sanitary and health standards. It worsens the air quality inside the building, which is especially unacceptable in buildings where children, especially younger ones, whose immune system is not yet fully developed, spend a lot of time.

REFERENCES

1. Polish national energy conservation agency, <http://www.kape.gov.pl/>
2. European Commission, Energy, <https://ec.europa.eu/energy/>
3. Energy efficiency in Poland in years 2006-2016, Statistic Poland, Warsaw 2018.
4. The Eco Experts, <https://blog.theecoexperts.co.uk/most-toxic-countries>.
5. WHO's Global Urban Ambient Air Quality Database (WHO, 2018).
6. Energy Statistics, Statistical Information. Statistic Poland, Warsaw 2018.
7. Energy. Statistic Poland, Warsaw 2018.
8. Energy. Statistical pocketbook 2018, European Commission, 2018.
9. Europe 2020. A European strategy for smart, sustainable and inclusive growth, European Commission, Brussels 2010.
10. Directive 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency.
11. Regulation of the Minister of Infrastructure of 12th April 2002 on technical conditions, which should correspond to the buildings and their location (consolidated version: OJ 2015 item. 1422, as amended OJ 2017 item. 2285).

ASSESSMENT OF LIMITATION PARTICULATE MATTER EMISSIONS TO THE ATMOSPHERE AS A RESULT OF BUILDING THERMAL MODERNIZATION

Lis A., Ujma A.

Czestochowa University of Technology
ul.. Dąbrowskiego 69, 42-200 Częstochowa, Poland
E-mail: anna.lis@pcz.pl, adam.ujma@pcz.pl

Annotation. The article presents the problem of particulate matter emission into the atmosphere and their impact on the environment and human health. For the example of thermal modernized building, in which the improvement of thermal insulation of partitions and the exchange of coal boiler to a gas boiler was done, the opportunity to reduce emissions of particulate matter PM 2.5 and PM 10 is presented. The parameters of the energy performance of the building before and after thermal modernization are showed and also the impact of energy saving activities on the state of the environment is assessed.

Keywords: particulate matter PM 2,5 i 10, protection of the atmosphere, thermal insulation of partitions, energy carriers, energy saving.

PREAMBLE

Poor air quality is particularly troublesome during the heating season. Low thermal insulation of a large number of currently used buildings is associated with large heat losses, which results in a significant consumption of energy carriers and high levels of pollutant emissions to the atmosphere. The source of emission is fuel combustion in order to generate heat for the needs of central heating and preparation of hot usable water especially in low-efficiency individual boiler, communication and industry. Pollutants introduced into the air as a result of emissions accumulate around the place of their production and are, under unfavourable weather conditions, the cause of the formation of smog. In the report of United Nations Economic Commission for Europe suggest that air pollution is still the primary environmental cause of premature deaths in Europe and smog is indicated as the 11th cause of death in the world [1]. Harmful substances for humans, that increase the risk of cardiovascular and respiratory diseases or death are above all particulate matters PM10 and PM2.5, polycyclic aromatic hydrocarbons, e.g. benzo(a)pyrene, dioxins, sulphur dioxide, nitrogen oxides, carbon monoxide, carbon dioxide, as well as heavy metals [2, 3].

The most polluted cities are in the Middle East, Southeast Asia, Africa and India but among the 50 most polluted PM2.5 cities of the Europe 36 are located in Poland (Fig. 1).

Information about the significant contamination of the area of Poland with particulate matter is also confirmed by the report of the European Environment Agency and Polish Inspectorate for Environmental Protection [5, 6].

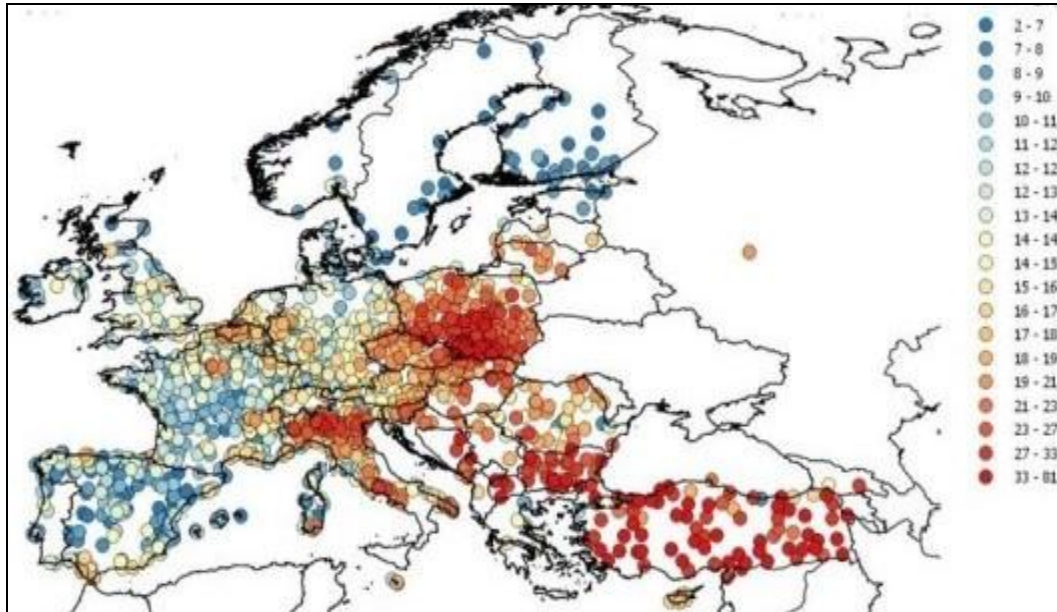


Fig. 1. PM2.5 air pollution concentration in Europe in µg/m³ [4]

Thermal modernization of energy-intensive buildings is, therefore, the first step to lowering low emissions by reducing the energy consumption. It is also extremely important to replace existing boilers with new ones with high efficiency or the use of gas sources, as well as the renewable energy sources.

1. PARTICULATE MATTER PM2,5 AND PM10

Particulate matter it is the term for a mixture of liquid droplets and solid particles found in the air. The components of these particles may be heavy metals, dioxins or polycyclic aromatic hydrocarbons, as well as a variety of allergens.

Particulate matter PM2.5 contains particles with a diameter of less than 2.5 micrometres, emitted into the atmosphere as a primary pollution resulting from anthropogenic and natural processes and as a secondary pollution resulting from transformations of sulfur dioxide, nitrogen dioxide, ammonia, volatile organic compounds and persistent organic compounds. It can be transported over a distance of up to 2,500 km, and sedimentation and precipitation do not remove it from the atmosphere. It can stay in the air for many weeks. Particulate matter PM10 contains particles with a diameter of less than 10 micrometres that can reach the upper respiratory tract and lungs. They stay in the atmosphere for several hours.

Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe sets target and admissible values of particulate matter concentrations and introduces a separate indicator for urban areas (average exposure indicator), and also instructs public about possible risks [7]. The standards for particulate matter concentrations recommended by WHO are shown in Table 1.

Table 1

Standards PM2.5 and PM10 concentration recommended by the WHO [8]

Considered period	Concentration standards, µg/m ³	
	PM2.5	PM10
Average daily concentration	25	50
Average annual concentration	10	20

Despite the observed reduction of emissions of substances affecting the formation of particulate matter and actions taken to reduce them still observed a significant exceedance of standards.

2. THE INFLUENCE OF PARTICULATE MATTER ON HUMAN HEALTH AND CONDITION OF THE ENVIRONMENT

As air quality declines, the risk of stroke, heart disease, lung cancer, and chronic and acute respiratory diseases, including asthma, increases. Air pollution shortens the lives of the average EU citizen by more than 8 months, and the Polish residents additionally by 1-2 months [1] and causes the premature death of about 46,000 people in Poland every year [5]. This is 10 times more than in the case of road accidents [9].

Particles of particulate matter PM 2.5 get into the body through the respiratory tract. Settling on the walls of the lungs make it difficult to exchange gas, which causes inflammation of the upper respiratory tract, allergic diseases, asthma, lung, throat and larynx cancer. They also penetrate into the blood vessels and bloodstream, which has a significant impact on the course of cardiovascular diseases. PM2.5 also causes irritation of the epidermis and mucous membranes, and the conducted studies also confirm its effect on pregnancy complications. According to the WHO, long-term exposure to PM2.5 results in a shorter life expectancy, and short-term exposure to its high concentration results in an increase in deaths due to respiratory and cardiovascular diseases and an increase in the risk of emergency hospitalizations [3, 10].

Particulate matter PM10 enters the body through the respiratory tract or digestive tract, along with food contaminated especially with heavy metals. It was found that particles with diameters larger than 10 μm stop in the upper respiratory tracts, from where they are excrete. PM10 is absorbed in the upper respiratory tract and bronchi. Penetrating into the lungs can cause coughing, difficulty in breathing and shortness of breath, especially during physical exertion. It also contributes to the increased risk of respiratory infections, decreased lung efficiency and performance, the emergence and development of chronic obstructive pulmonary disease, as well as an increased risk of cancer and exacerbation of symptoms of allergic diseases such as asthma or hay fever. Larger grains of PM 10 may cause inflammation of the conjunctiva and mucous membrane of the nose and throat [3, 10].

PM2.5 together with PM10 and the highly carcinogenic benzo (a) pyrene and toxic chemical compounds such as: carbon monoxide, nitrogen and sulfur oxides, heavy metals and soot are included in the smog. Particulate matter affect the disappearance of the ozone layer and the dynamics of global warming, and are also associated with the occurrence of acid rain [3]. Particles with diameters from 0.1 to 2.5 μm , the most out of all contained in the atmosphere, scatter light, therefore the increase in their concentration reduces the visibility. There was also a very strong negative impact on the visibility of PM 10 [3].

3. LIMITATION OF PM EMISSIONS AS A RESULT OF WALLS THERMAL INSULATION IMPROVEMENT AND ENERGY CARRIERS CHANGES

A significant amount of suspended particulate matter and polycyclic aromatic hydrocarbons, as well as other harmful substances to the environment, causes especially combustion of coal, especially in old exploited boilers and furnaces. Monitoring of environmental benefits of thermal modernization of the school building included among others analysis of the possibilities of PM 10 and PM 2.5 emission reduction coming from the combustion process of fuels used for energy production in the tested object.

For the analysis was selected the school building, which was erected in 1966 in traditional technology, as one- and two-storey, partly with cellars. The walls were made of brick, inter-story floors with boards DZ-3 and DZ-4, flat roofs from DZ-4 board, insulation from reed mats. The windows were made of PVC and wooden, double glazed. Entrance doors made of aluminum profiles, uninsulated, the

remaining external doors were wooden.

The ecological effect was mainly related to the improvement of the thermal insulation of baffles and the transition from the medium of coal to gas. Exhausted coal boiler was replaced with a high efficiency gas boiler, as well as the elements of automatic control and system control were applied. Modernization of the central heating and hot water system was carried out, heating elements with low thermal inertia and thermostatic valves were installed and a thermal insulation was installed on the central heating pipes. Thermal insulation of baffles has significantly reduced heat transfer coefficients and energy demand (Table 2).

Table 2

Parameters of the energy performance of the building before and after thermal modernization [own research]

	Before	After
Thermal transmittance of walls, W/(m ² K)	1.40	0.22
Thermal transmittance of roofs, W/(m ² K)	0.68	0.16
Thermal transmittance of windows, W/(m ² K)	2.6 / 3.0	1.3
Thermal transmittance of doors, W/(m ² K)	6.0 / 3.5	1.9 / 1.5
EU indicator, kWh/(m ² rok)	271.7	129.8
EK indicator, kWh/(m ² rok)	512.1	134.6

The combination of a comprehensive thermal modernization of the building with the replacement of a source of heat supplied with coal as an energy carrier for a gas-fired power source was particularly beneficial for the reduction of particulate matter emissions (Table 3).

Table 3

Direct emission of particulate matter before and after thermal modernization [own research]

Particulate matter	The amount of pollution, kg/year		Emission reduction	
	Before	After	kg/year	%
PM 10	350.9	0.08	350.8	99.9
PM 2,5	116.9	0.08	116.8	99.9

Replacing the boiler with a more efficient coal would result in a 56% decrease in particulate matter PM10 and PM2.5 emissions (Fig. 2).

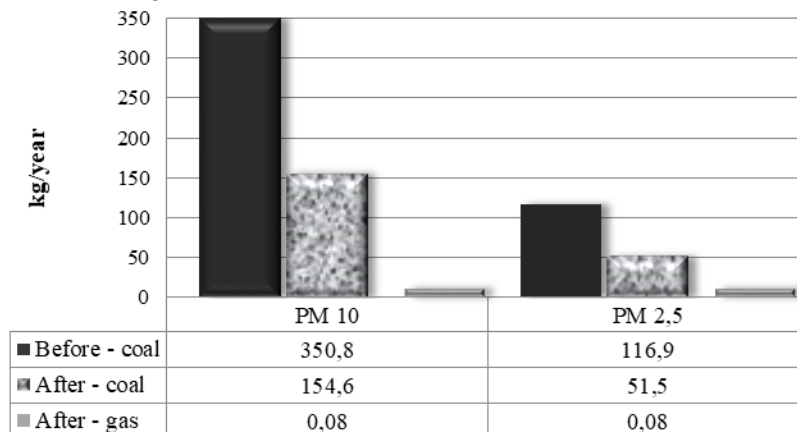


Fig. 2. Reduction of PM10 and PM2.5 emissions when using coal and transition from coal to gas [own research]

A high decrease was also noted in the case of emissions to the environment of other pollutants including together with particulate matter PM10 and PM2.5 in the composition of smog, i.e. benzo (a) pyrene, carbon monoxide, nitrogen oxides and sulfur dioxide. Table 4 presents the reduction of emissions of these substances before and after thermal modernization, and the decrease in emissions when staying at coal.

Table 4

Direct emission and its reduction for selected substances [own research]

Type of pollution	The amount of pollution			Emission reduction			
	Before	After		Coal	Gas	Coal	Gas
	Coal	Coal	Gas				
	kg/year			kg/year		%	
B(a)P	0,83	0,46	0,0	0,38	0,83	54,9	100,0
CO	4 170,0	2 289,3	3,9	1 880,7	4 166,7	54,9	99,9
NO _x	133,4	73,3	1,7	60,2	131,7	54,9	98,7
SO ₂	600,5	329,7	0,4	270,8	600,1	54,9	99,7

The use of gas will result in almost 100% reduction of pollution to the atmosphere.

SUMMARY

In recent years, particular attention has been paid to zero-emissivity in building industry, but according to the reports [4, 5, 6], air quality in Poland is still not satisfactory. The highest number of exceedances of limit values is recorded for PM and B(a)P. The dominant cause of exceedances is, among others emission related to the combustion of solid fuels in furnaces and domestic boilers, especially coal. The WHO believes that particulate matter is the most harmful to humans from atmospheric pollution, especially PM2.5, where virtually every level of its concentration in the air adversely affects human health. Thermal modernization combined with the replacement of local heat sources with low efficiency, fuelled with high content of harmful substances emitted in the process of their combustion, prohibition of coal in particularly endangered areas, consistent enforcement of the ban on garbage burning, and increasing the share of renewable energy sources in its production can significantly reduce of PM2.5 and PM10 emission as well as benzo (a) pyrene.

REFERENCES

1. Maas R., Grennfelt P. (eds), Towards Cleaner Air, Scientific Assessment Report, Narayana Press, Oslo 016;
2. Environment. Statistical analyses, Statistics Poland, Warsaw 2018;
3. B.R. Gurjar, L.T. Molina, C.S.P. Ojha (eds.), Air Pollution, Health and Environmental Impacts, CRC Press, New York 2010;
4. WHO’s Global Urban Ambient Air Quality Database, WHO, Copenhagen 2018;
5. Air quality in Europe – 2018 report, EEA, Luxembourg 2018;
6. The state of the environment in Poland, Report 2018, The Chief Inspectorate for Environmental Protection, Warsaw 2018;
7. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe;
8. Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide, WHO, Copenhagen 2006;
9. Holland M., Cost-Benefit Analysis of Final Policy Scenario for the EU Clean Air Package, EMRC, Luxemburg, 2014;
10. Health aspects of air pollution, Results from the WHO project ”Systematic review of health aspects of air pollution in Europe”, WHO, Copenhagen 2004.

THE TYPES OF THE DEBRIS FLOW AGAINST BUILDINGS AND CHOOSING THEIR CONSTRUCTIONS

Maisaia L., Beraia N., Shavlakadze M.

Tsothe Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University

60–b Ave. Chavchavadze, 0179 Tbilisi, Georgia

E-mail: likamaisaia@mail.ru

Annotation. Georgia is a mountainous country where there are many debris flows rivers and gullys. An important part of the loss caused by natural disasters is the debris flow. Because of this, the study of debris flow rivers and debris flow against measures is one of the priority directions. The article offers several types of trumpkin-type buildings against debris flow. Also several types of their elaboration and selection for a certain situations.

Keywords: debris flow, trumpkin, flow, construction.

INTRODUCTION

Georgia is a mountainous relief country and is characterized by geographical contrast, which is provided by the diversity of natural factors. The intensity of these factors lead to the cause such a dangerous phenomenon as is debris flow.

Although many scholars have studied the problem of debris flows in Georgia, as well as abroad, nowadays many issues need to be specified to take appropriate measures to fight against it.

Recurrence of the aforementioned disaster, unlike other natural disasters, is caused by the peculiarities of hydrographic network conditions. Due to the above mentioned, Georgia's mountains can be considered as a field laboratory for their research because debris flow occurs there intensively.

It is also worth mentioning that the damage inflicted by debris flows has a tendency to increase in recent times.

MAIN PART

For the selection of regulation of debris flow processes and their neutral measures, it is necessary to select the right direction of scientific research, identify certain factors and evaluate their role in formation of the event and formation of the movement mechanism. While solving the problem of fighting debris flows, they often refer to the complex measures of improving natural conditions of debris flow basins or regulate the system of different structures at transit points.

From the point of view of engineering, special attention is paid to the issue of the results of the measures used for the fight against debris flows in mudslide cannals. Due to anomalies, processing of different types of engineering activities in different types of events is very difficult and is mainly a function based on the results derived from their calculation of their origin and motion. In debris flow ponds, where geologically easy decomposable soils and supporting geological-climatic conditions are formed, different debris flows [1,3] are generated, which are characterized by the frequency of periodicity, change of rheological data in a big diapason and the difference in movement modes. This can explain the diversity of engineering structures used against it in case of identical nature of their parameters.

Due to the above, difficulties arising in the process of regulation of debris flows and the selection of optimal options for engineering solutions have not been completed.

Depending on the purpose of protecting certain kinds of structures from debris flows, the plan in the design of the building can be incorporated in defferent schemes: 1) Buildings, which surrounds the protected structure or coastal washing section; 2) The premises covering a protected building as spurs and barrages

towards the flow with different tilt angles.

In the set of the measures against debris flows, the second system of protection has advantages Its effectiveness is reflected in the correct disposition in the structural system and constructional solution. Inadequate selection of the design parameters of the buildings can often be the cause of the change in the processes of debris flows in canals and other more dangerous hazards.

Analysis of the existing approaches to regulate engineering measures of debris flow processes has created a certain idea about the effect of their functioning, which was the basis to create the new transverse structures, the advantages of which in comparison with the already existing one are the elasticity, reliability of the duration of work, being economic, combined with environment and avoiding the expected complications in the tail-water. The multilateral aspects of research of origin of mudslides, its formation, movement and fight against is detailed in the special literature [4,5].

Negative destructive impacts of debris flow streams and the importance of fighting measures against it are widely known and therefore we will not discuss them here. We only mention that the methods to fight against mudflows and the adequate buildings to prevent their devastating impacts are quite diverse.

Generally, the purpose of the constructions against debris flows are to solve one of the following tasks:

- Due to the positions of the washing process, by stabilizing the bed, to resist the debris flow flow in the canal of the mudslide;
- Avoid debris flow from the area to be protected;
- Suspension of debris flow above the protected area.

The solution of each specific task in this direction depends on the whole complex of factors, which, in turn, determines the use of any type of construction against a debris flow.

The structure against debris flow is composed with separate elements, like bored down pyramids and it is the articulated axial system built in against the direction of debris flow. We are discussing the buildings which are against the debris flow, which in turn are qualified as debris flow holding, changing the direction and discontinuing the debris flow. Such constructions are detailed in the literature [3,5], describing various types of buildings against the debris flow; Indicating the positive and negative side of their work, it should be noted that the biggest effect is usually achieved through implementing the entire complex of the measures against the mudslide. A schematic picture is given in Figure 1.

The principle of the construction work lies in the following: mudslide flow is divided into two when meeting the building. The small particles of the mudflow mass fall with the water and fill the pyramids, the large particles "swim" over the upper ankle facets and on the intermediate additional stem.

The second structure we proposed [2] (see fig. 2) is a gouge trampoline, which has holes on the surface. Mentioned construction is based on linear walls.

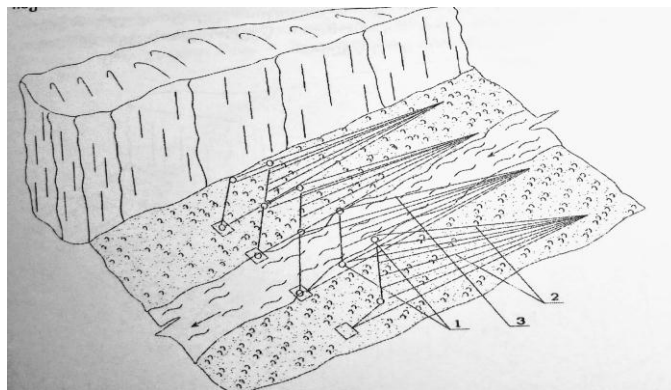
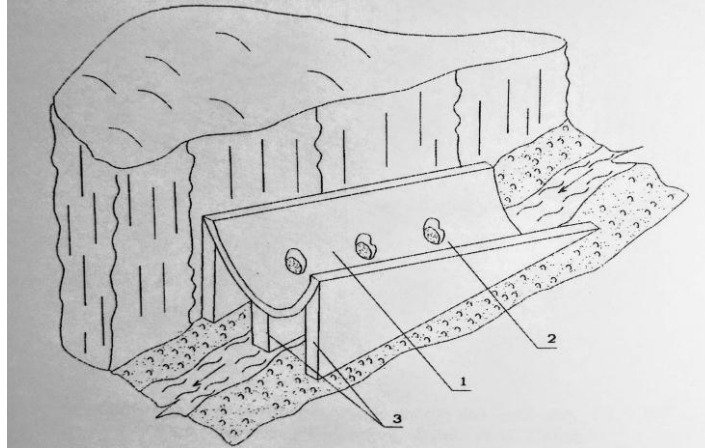


Figure 1. the scheme of the trampoline type building against the mudflow:
1. Joint; 2. Ankle; 3. Middle stem

The central supporting walls of the structure divide the mudflow mass into two parts. Working principle of the structure is the following: when facing the mudflow to the building, its relatively small

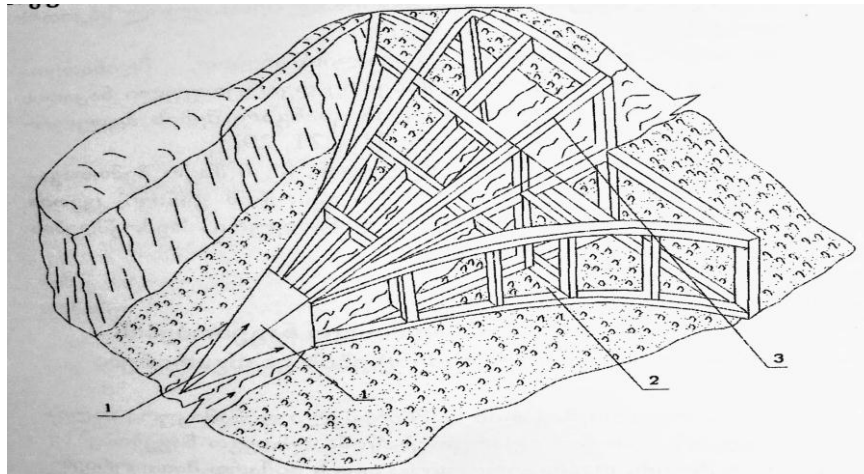
fractions start to fall into the holes with the water, and large fractions begin to fall in the holes and reach the end of the trampoline. While moving on the trampoline the energy of the debris flow slowly decreases. After this the masses falling from the trampoline and from the down of the building, meeting each other completely extinguishes the energy of the debris flow.

The following structure we recommend (see Figure 2) is The trampoline-type structure with the top linearly spatial shaped against the movement of the debris flow [4]. The sides of the building are buckled parabolically towards the debris flow penetrating walls. The central part of the structure has a pyramid shape and its top matches to the last top of the multi-tage building.



**Figure 2. The building against the debris flow in the pillar-typed trampoline:
1. channel; 2. holes; 3. pillar**

The structure functions with the following principle: when the flow of the landslide gets close, the top part of the pyramid divides the flow into two parts and the flow goes through the walls of the structure in different directions. Here its energy is extinguished. The rest of the flow goes through the surface of the trampoline, where the rest of the energy is being extinguished. Tiny fractions drip with water flow in the structure, and large fractions remain on the surface or in the upper tail-water of the building.



**Figure 3. trampoline type building against the debris flow:
1. Top of the trampoline; 2. Side penetration wall; 3. Central pyramid with penetrating facets**

Characteristics of the proposed design cause the exploitation term to be extended, also reduced influence of the dynamic hit will be produced, which ensures the reliability of the structure and the effectiveness of energy extinguishing.

CONCLUSION

Knowledge and accounting of interaction between debris flow and its opposing building is essential for the design of the effective buildings against the mudslide and their type selection.

Although some scientific researches have been carried out in this field to develop constructions against the debris flow, it is quite difficult and still insufficiently studied.

Taking into consideration many factors, attempts to calculate the dynamical impact on the buildings against the debris flow on the flows of rivers can be searched in the following works [16, 29].

REFERENCE

1. Мирцхулава Ц.Е., Оценка риска повреждения противо-эрозионных и противоселевых сооружений. – В сб.: Эрози-онные и селевые процессы и борьба с ними. Вып.4. М.: 1975, с.48-62.
2. Kruashvili I., Kukhalashvili E., Gavardashvili G., Energy extinguishing building. Georgian Science and Technologies Committee (Sakpatenti), 1994, #001349.
3. Kruashvili I., Kukhalashvili E., Bottomless wide threshold sink whater way account in case of letting the flow of debris contained masses. Scientific works sof SAU, "Engineering Ecology Issues in Hydraulic Melioration".1996, 40-48 pgs.
4. Natishvili O.G, Tevzadze V.I., Iordanishvili Z.S., On the establishment of speed structural debris flow in straight sections of the channel. Tr. GruzNIIGiM, vol. 22, Tbilisi, 1963, p. 243-248.5. Kruashvili I., “Mudflows and methods to fight against them“ Tbilisi 2014.

გარემოს დაცვა

ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობების ტიპები და მათი კონსტრუქციების შერჩევა

ლ. მაისაია, ნ. ბერაია, მ. შავლაყაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის

ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი

თბილისი, საქართველო

ანოტაცია. საქართველო მთაგორიანი ქვეყანაა, სადაც მრავალი ღვარცოფული მდინარე და ხევაა. ბუნებრივი კატასტროფებით გამოწვეული ზარალის მნიშვნელოვანი წილი სწორედ ღვარცოფზე მოდის. ამის გამო ღვარცოფული მდინარეების შესწავლა და ღვარცოფსაწინა-აღმდეგო ღონისძიებები დამუშავება ერთ-ერთი პრიორიტეტული მიმართულებაა. სტატიაში შემოთავაზებულია ტრამპლინური ტიპის ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობების რამოდენიმე სახეობა, მათი შემუშავების პირობები და გარკვეული სიტუაციისათვის შერჩევის შესაძლებლობები.

საკვანძო სიტყვები: ღვარცოფი, ტრამპლინი, ნაკადი, კონსტრუქცია.

REVITALIZATION OF THE BANKS OF THE KAMIENICA RIVER IN NOWY SĄCZ IN THE LIGHT OF FLOOD RISKS

Major I.

*Czestochowa University of Technology
Faculty of Civil Engineering
Academic St. 3, 42-200 Czestochowa, Poland
E-mail: imajor@bud.pcz.pl*

Annotation. The paper presents basic information concerning the spatial and temporal phenomenon of flooding, including a short analysis of the causes of flooding. It was also stressed that the threats associated with overflow water include inundations resulting from the temporary flooding of the area. The causes and the state of flood risk in Poland were presented. Flood risks and measures taken by local authorities and the government were discussed with the example of the partly completed and planned revitalisation of the banks of the Kamienica River in Nowy Sącz. The aim is to restore both the natural environment and the necessary infrastructure that is friendly for fish migration. The planned investment includes expenditure of almost PLN 15 million and is expected to be carried out by 2022. The project will concern the revitalization of the river based on the reconstruction of the water dams (with the current number of 15 dams) and the creation of an ecological flow, including the development of flood prevention and recreational areas. The initiatives constitute a serious step towards ensuring correct trends for the reduction of flood risk in Poland.

Keywords: river bank revitalisation, hydrotechnical works, flooding.

PREAMBLE

Flooding is a spatial and temporal phenomenon that can occur locally or covers larger areas of a region or even a country and lasts from a few hours to several months [1]. The phenomenon of flooding is most often perceived as a river flooding, during which waters, after crossing the shoreline or the crown of flood embankments or their failure, flood the areas adjacent to the river, causing usually significant material damage [2,3]. The main causes of river floods include increasing the supply of rivers by rainwater or snowmelt waters, impeding the flow of water in the river bed due to the formation of ice or snow blockages. There are occurrences of water surges resulting from inefficient water management on reservoirs. In river beds, the outflow of shoreline water leads to flooding of the floodplain. This phenomenon depends on the depth and width of the river beds and the height of flood embankments [4]. The threats related to excess water include inundations i.e. temporary flooding of the area caused by local rainfalls of high intensity or by rapid melting of snow [5].

THE CAUSES OF FLOODS AND FLOOD RISK IN POLAND

The end of the 20th century saw a significant increase in flood risks in Poland. The commonly accepted causes include human impacts, including:

- 1) reduction of natural retention potential and limitation of the range of high-level water by reducing the width of floods caused by water control and embankment, i.e. regular land reclamation and its recovery for further urban development;

- 2) narrowing down of embankments in relation to the river bed, this means that frequently occurring inundations may affect the accumulation of sediment in the inter-embankment zone. The consequence of this process is a gradual reduction in the cross-section of the river bed, which leads to a reduction in the volume of flooding waters, which can be collected between the embankments;
- 3) insufficient control of the impacts of intensive urbanization processes on the natural environment, e.g. by sealing the surface. This results in an unfavourable change in the structure of rainwater outflow from the catchment area, whereas the urbanization process results in a reduction of the underground outflow and a significant increase in the surface outflow. Consequently, a rapid increase occurs in the level of flooding flow in rivers.
- 4) investments in flood embankments in areas covered by flood protection in order to increase safety, which unfortunately leads to the false sense of safety.

The state of flood risks in Poland is related to the state of flood protection. However, it remains to be inadequate to meet the needs. The reason for this is that there is too little variation in protective measures and an insufficient level of the protection. This situation is a consequence of historical determinants concerning the remodelling and reconstruction of the statehood in Poland [1].

THE KAMIENICA RIVER, THE RIGHT TRIBUTARY OF THE DUNAJEC RIVER

The source of the Kamienica River is located on the northern side of the Jaworzyna Krynicka massif, and its influx to the right bank of the Dunajec River is below the ruins of the castle in Nowy Sącz, at the bottom of the Kotlina Sądecka basin, see Fig. 1.

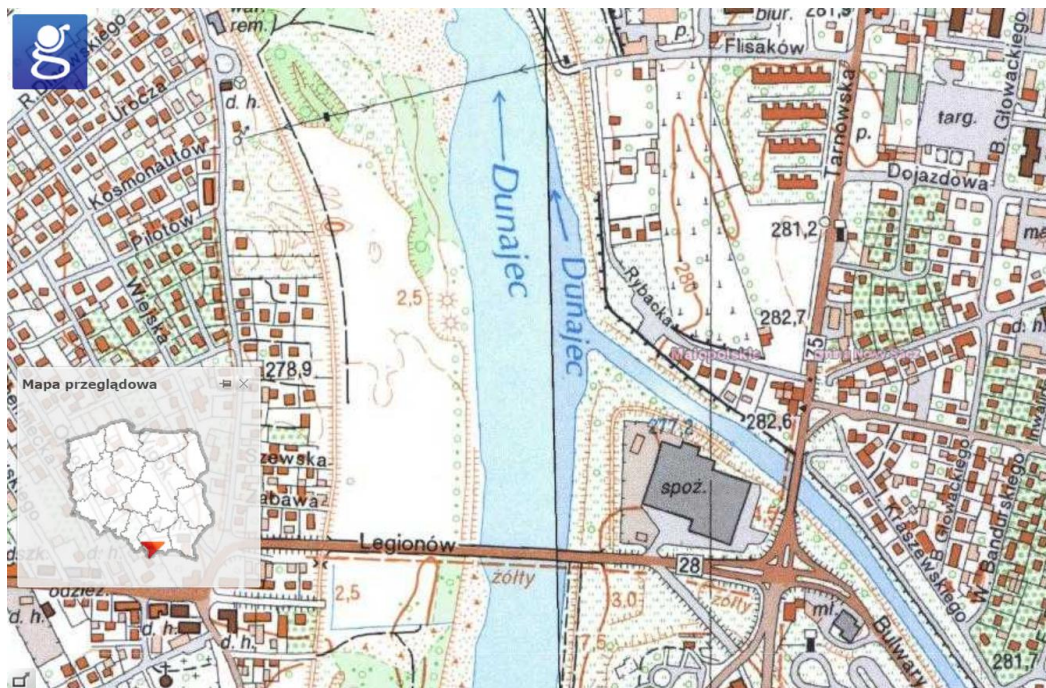


Fig. 1. View of the Kamienica River influx to the Dunajec River in Nowy Sącz; source: map.geoportal.gov.pl

The Kamienica River naturally marks the boundary between the Low Beskid Mountains, the Grybowski Mountains, and the Beskid Sądecki located to the north-east of it. It is located on the south-western side of the river. It flows towards a north-western direction and its course forms a valley in which the national road connecting Nowy Sącz and Krynica-Zdrój is located. The name of the river stems from the stony riverbed, filled with pebbles, fully filled with water only for short periods of the year. The characteristic feature of the Kamienica River is the occurrence of sudden flooding following heavy rainfalls, which in extreme cases cause flooding in the districts of the city of Nowy Sącz located by the river.

REVITALIZATION OF THE BANKS OF THE KAMIENICA RIVER

Revitalization of the banks of the Kamienica River represents an element of restoring the significance of the rivers flowing through Nowy Sącz. The city attempted to regulate the banks many times. The works related to reinforcement and regulation of the banks to protect against flooding were conducted near the walkway on the 700 years old bridge in Nowy Sącz. During the last flood in this section of the Kamienica River, the river nearly broke the protection structures. At the moment, works are planned on the next sections of the river. Flood protection is not the only investment in the Kamienica River bank. On both sides of the Kamienica River, the beach was located last year by the city authorities (500 tons of sand and 60 thousand zlotys of costs) near the area of the Municipal Sports and Recreation Centre and near the Szwerteński Forest. The investment turned out to be a real "bull's eye". Sunbathers can rent sun umbrellas and beach chairs. The beach is managed by the Municipal Management Department of the City, and the river is administered by the Regional Water Management Board in Krakow.

1. Works completed

The first works started in 2009. The river bed was prepared to reinforce its banks, see Fig. 2. Using bulldozers and other construction machinery, earthworks were carried out in the river bed.

The next stage of work was completed in 2010. At that time, retaining walls were excavated in order to reinforce the bank from the side of the Narwik Boulevard and their foundation was also reinforced (see Fig. 3). In the next stage, the bricked embankment was renovated and reinforced. This stage of investment was completed after performing the above mentioned works.



Fig. 2. Initial works in the Kamienica riverbed in Nowy Sącz in 2009.

The works in the Zawada district were performed in 2014 and cost PLN 750 thousand

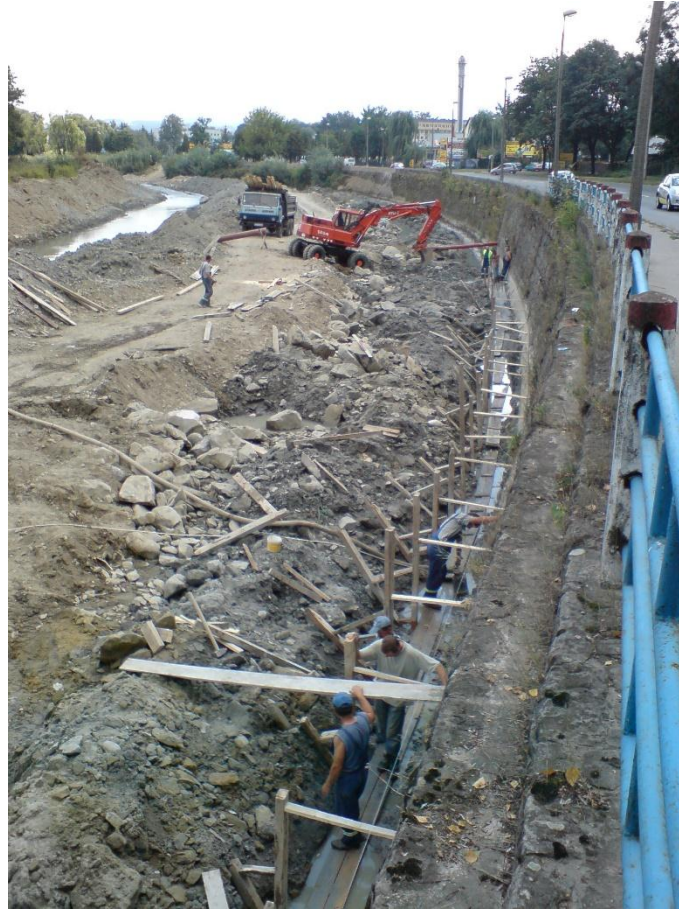


Fig. 3. Works aimed to reinforce embankments in the river bed of the Kamiénica River in Nowy Sącz in 2010

2. Works planned

According to the project which the Polish Government intends to implement, the Kamiénica River is supposed to become a place where the environment and necessary infrastructure friendly to fish migration will be restored. Currently there are 15 river bars on the Kamiénica River which need to be modernized. This will also be a friendly place for the inhabitants of Nowy Sącz and will serve as a recreation destination where people can relax, spend time actively and meet with their families. The planned investment involves spending almost PLN 15 million and is expected to be completed in cooperation with the institution operating since this year, the State Water Management Authority of Polish Waters until 2022. The project will concern the revitalization of the river based on the reconstruction of the water dams and the creation of an ecological flow, including the development of flood prevention and recreational areas. Making such rivers more attractive involves, among other things, restocking them and free migration of fish. Therefore, the reconstruction will concern water dams that will be friendly to fish migration. The spawning grounds in the upper part of the river will be also prepared. It is planned that the Kamiénica River will become a river of salmonidae fish, such as trout. It will also be a tourist destination for anglers. At the moment, ecological initiatives are being undertaken to improve safety of the inhabitants of Nowy Sącz. The first stage of the project will concern the regulation of the river itself, followed by a comprehensive flood protection of the area. Only after these works have been completed will it be possible to plan to return the river to the city inhabitants and create a recreational base.

SUMMARY

Discussions and works on the European policy of flood risk reduction contributed to the progress and increase of public awareness in Poland. The main symptoms of positive changes are undoubtedly the constructive discussion on the qualification of potential flood losses and the complete and consistently developed database for the whole country, which contains two basic types of information, i.e. the database on land development, its coverage and population, and the database containing the Numerical Land Model. The developed database enables combining accurate measurements of cross-sections of rivers with topography of floodplains.

The growing awareness that the uncontrolled development of urban areas leads to a reduction in water retention capacity and entails serious flood risks from sewerage systems and smaller watercourses without the capacity to drain rainwater from the growing areas of sealed urban areas is the driving force behind current activities in Poland in various areas. The revitalization of the banks of the Kamiénica River in Nowy Sącz, which in the light of flood risks is a priority for both local authorities and the Polish government, represents part of this trend of discussion and actions. There are ongoing discussions on the development of floodplains outside cities as a result of growing public awareness of the seriousness of flood risk and the lack of possibility to fully protect oneself against them. The extension of the definition of floods, based on the 2007 Flood Directive [6,7], allows for distinguishing between flooding from the river side, with different consequences, including those resulting from the inefficiency of the rainwater drainage system or from incorrectly directed outflow from the catchment area by omitting natural outflow pathways [8]. The initiatives constitute a serious step towards ensuring correct trends for the reduction of flood risk in Poland.

REFERENCES

1. Romanowicz R.J., Nachlik E., Januchta-Szostak A., et al., Zagrożenia związane z nadmiarem wody, NAUKA 1/2014, pp. 123-148.
2. Ciepeliowski A., Charakterystyka zjawisk powodziowych w Polsce, Ochrona przed powodzią, Wydawnictwo IMUZ, 1992, Falenty.
3. Żelaziński J., Skutki ignorowania zasady maksymalnej niepewności w ochronie przeciwpowodziowej, Materiały konferencji: Cywilizacja i Żywioty, 2007, Monografie Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej.
4. Bobiński E., Żelaziński J., Czy można przerwać błędne koło ochrony przeciwpowodziowej?, Gospodarka Wodna, 1996.
5. Mikulski Z., Systematyka i definicje nauk o wodzie: w ujęciu historycznym, Zeszyty Terminologiczne/TNW. Nauki o Ziemi; z. 1, 1998, „Retro-Art”, Warszawa.
6. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2007/60/WE z 23 X 2007 w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim, 2007, Dz. U. UE nr L 288/27.
7. Dyrektywa nr 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 23 X 2000 ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej, 2000, Dz. U. UE nr L 327/1.
8. Evaluation of the Impact of Floods and Associated Protection Policies, European Commission DG Environment, 2005, Final Report.

THE LARGEST EARTH-FILLED DAM IN POLAND WITH A CENTRAL CLAY SEALING: THE NIEDZICA DAM

Major M.

Czestochowa University of Technology

Faculty of Civil Engineering

Akademia St. 3, 42-200 Czestochowa, Poland

E-mail: mmajor@bud.pcz.pl

Annotation. The paper describes the Niedzica Dam, the largest earth-filled dam in Poland with a central clay sealing, located in the Pieniny mountain range in the south of Poland. The history of this unique hydraulic engineering structure was presented, with technical specifications of the dam, which has been used to control the levels of water in the Dunajec River for more than 20 years, thus contributing to the reduction of the effects of heavy rainfall in the region. This hydraulic structure, built in the 1990s, has also had a positive impact on the development of the region and has become a tourist attraction that can be visited with a guide. The hydraulic facilities of the dam meet the assumed design assumptions, whereas the lakes formed fit well into the local landscape, becoming an additional tourist attraction of the region, as evidenced by the number of more than 250 thousand tourists walking annually on the crown of the Niedzica Dam. The project makes it possible to generate ecologically clean electricity and in addition it is very effective in avoiding disasters such as flooding of towns located below Niedzica near the Dunajec and Vistula rivers.

Keywords: water reservoir, earth-filled dam, hydroelectric power station.

PREAMBLE

The Niedzica Dam is one of the dams operating in Poland. It is the largest facility in Poland, with other dams located in Pilchowice, Porąbka, Tresna, Wapienica and Łomnica. The Niedzica Dam, also known as the Czorsztyn-Niedzica Dam, is a water dam built in 1975-1997 in the hamlet Zamek, belonging to the village of Niedzica and now being an independent village of Niedzica-Zamek. The dam is located in the Pieniny Mountains and dams the Dunajec River, forming the Czorsztyńskie Lake very characteristic of the region, or more specifically, the Czorsztyn-Niedzica water reservoir. On the day of the official opening of the facility on 9 July 1997, during the so-called Millennium Flood, the observed flood wave was the second in height, following the wave of the highest flood in Podhale in 1934 [1]. Inundations or floods may occur as a result of river floods, which occur due to rainwater, melt water, the impediment of water run-off in the river bed or as a result of inefficient water management in reservoirs [2]. In river beds, the overflow of shoreline water leads to flooding of the floodplain, which also involves economic risks for the people living there. The Niedzica Dam, Poland's largest dam with a central clay seal has been effectively counteracting these threats for over 20 years.

HISTORY OF THE CONSTRUCTION OF THE NIEDZICA RESERVOIR AND DAM

The first plans for the construction of a reservoir near Niedzica date back to the beginning of the 20th century and were developed in 1905. One of the consultants of the project to build a dam in Niedzica was an outstanding Polish hydrotechnician and future President of the Republic of Poland Gabriel Narutowicz. At the request of the Minister of Public Works, he presented an opinion on the design of reservoirs in the Carpathian tributaries of the Vistula River in 1919. The decision on the construction of the

Niedzica Dam was finally made after the disaster following the Podhale flood in 1934, with over 20 thousand farms flooded [1,3]. The realization of the construction plans was interrupted by World War II, which for Poland began on 1 September 1939 with an attack of the German army. After World War II, in the 1950s, the project of building the dam was analysed again, but its final approval took place only in the early 1970s. A number of conceptual changes were made as several variants and construction concepts were considered and research was conducted. It was not until 1964-1979 that the subsequent stages of studies and documentation were approved, thus determining the final version of the main reservoir, with the dam in Niedzica and the compensation reservoir in Sromowce Wyżne, Fig. 1. Finally, the planned locations of the dam and the reservoir were changed, and another type of dam was designed (earth-filled instead of concrete). The number of towns and villages that were flooded when the reservoir was completed also changed.

Construction began in 1971 with the execution of works related to the development of land and the environment of future reservoirs, creation of the necessary infrastructure and preparation of substitute buildings. In 1976, the next stage of construction began, including the construction of hydrotechnical facilities. All works related to this investment were completed in 1998. Before the completion of the works in May 1997, the Czorsztyn Reservoir was filled and accepted for operation in July of the same year. This completely changed the control over flood-related phenomena on the Dunajec River [4].

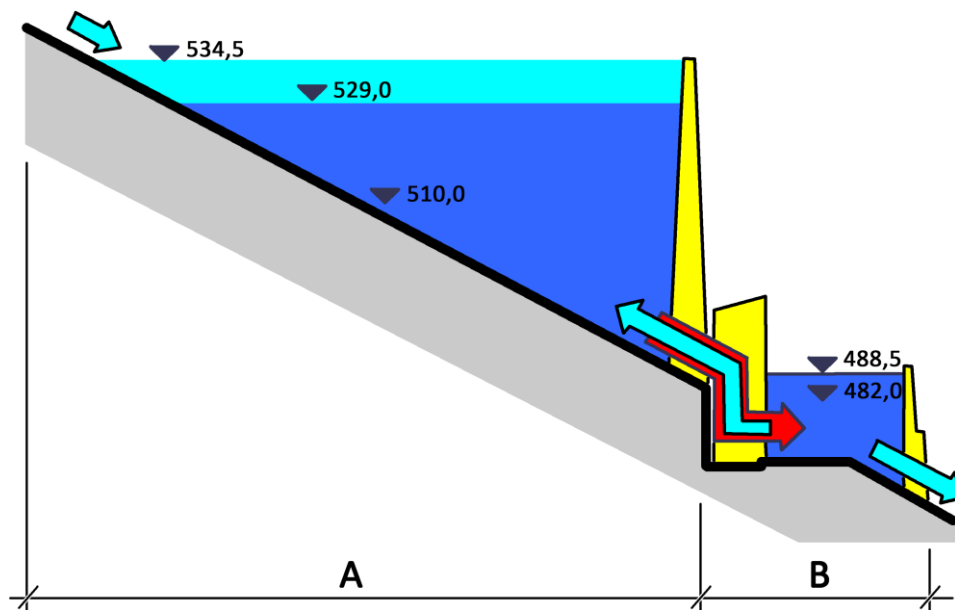


Fig. 1. Cross-section of the Niedzica Dam, A - Czorsztyn-Niedzica Reservoir, B - Sromowce Wyżne compensation reservoir

On the day of the ceremony related to the commissioning of the reservoirs, a general dry run was performed. The dam and its hydraulic infrastructure were exposed to a flood wave with a climax of about 1500 m³/s, which was comparable to the flood wave of 1934, i.e. the wave that inspired the conceptual works on the construction of the Niedzica Dam. The reservoirs passed their first test and the wave was reduced to 600 m³/s, thus protecting the Dunajec Valley located below the level of Sromowce from the effects of the flood. In the following years of operation, the reduction of flood-threatening levels was equally effective. In the very dry year 2003, the reservoirs allowed for a significant increase in the low flow rates in the Dunajec River, which had a positive impact on the functioning of the people living in the region. Since December 1997, the operation of reservoirs and the power station has been managed by the

State Treasury Joint Stock Company established for this purpose. It operates under the name of Zespół Elektrowni Wodnych Niedzica S.A., and the patron of the water reservoir complex is prof. Gabriel Narutowicz.

CHARACTERISTICS OF THE CZORSZTYN-NIEDZICA RESERVOIR

The Czorsztyń-Niedzica Reservoir was construed in order to reduce the flood culmination problems in Podhale and increase the minimum flows in the Dunajec and Vistula rivers. An important role in this investment was also played by using the energy potential of water to produce electricity. The reservoir contains 231.9 million m³ of water, and its maximum area of flooding is 1,226 ha, with a depth of 42 m in normal conditions before the dam. The Niedzica Dam is the highest dam in Poland with a central clay sealing, which is 56 m high - from the dam walkway, with a length of 404 m. It was built with the use of local gravel with a volume of 1.7 million m³. Below the dam there is a hydroelectric power station equipped with 2 Deriaz reversible turbines of nominal power of 2 x 46 MW. The weight of one hydraulic assembly, including a turbine and a generator, is 250 t. Water is supplied from the reservoir to the power station by two tunnels drilled in the rock with a diameter of 7 m, whereas the power station building with a cubic capacity of 171 thousand m³ is located 40 m underground and has 7 stores. The guided tour allows for visiting the technological rooms of the power station with its power generation facilities, and the underground tunnel, which is a control unit for the dam, cut in the rock, 50 m under the water and the embankment of the dam. The slope of the riverside embankment of the dam from the side of Lake Czorsztyńskie up to the level of 20 m is 1:3.5 and above the level of 20 m, it is 1:2.25. In the case of the landside embankment, the slope on the Sromowiec side, the slope is variable and its value ranges from 1:2.5 to 1:1.85. The riverside embankment is protected by concrete slabs with a thickness of 30 cm (see Fig.2) while the landside embankment is protected by a greenery with an installation for spraying the ground.



Fig. 2. View on the riverside embankment from the side of Lake Czorsztyńskie, with a visible walkway

The flow rate of the overflow of the dam is 975 m³ of water per second, while the flow rate for two bottom drains is 360 m³ of water per second. The flow rate of two turbines is 250 m³ of water per second.

The control and injection gallery is 256.2 m long and the pavement clearance is 3 x 3 m. The dam is drained by pipes with a diameter of 100 cm with inspection chambers.

CONSTRUCTION OF THE DAM AND BENEFITS FOR THE REGION

The Niedzica Dam retains the waters of the Dunajec River and serves as a flood protection measure for the downstream locations, protecting people's property and their crops. The construction of the dam also allowed potable water to be supplied to nearby villages. Before the dam was built, there were serious water shortages in this area in the periods of droughts from June to September. The construction of the dam also stabilized the levels of the river, which allows traditional rafting along the Dunajec River Gorge to take place without any obstacles and is an important tourist destination in the region. The more than 20 years of operation of the Niedzica Dam has contributed to the efficient water management on the Dunajec river, also involving generation of green electricity, while maintaining the technical facilities of the hydraulic engineering infrastructure in good state of repair. Other benefits include improved condition of the region, development of tourism and new job opportunities. The need arises for employing highly-qualified employees for the observation and measurement of damming structures, modernization work and maintenance of machinery and equipment. Recent years have also seen investments in modern renewable energy sources, such as the construction of Small Hydroelectric Power Stations in Łączany and Smolice on the Vistula River. It is also a period which proved that the worst-case scenarios of the opponents of the construction of the dam in the Pieniny Mountains did not come true. The hydraulic facilities meet the assumed design assumptions, whereas the lakes formed fit well into the landscape, becoming an additional tourist attraction of the region, as evidenced by the number of more than 250 thousand tourists walking annually on the crown of the Niedzica Dam.

a)



b)



Fig. 3. View from the gallery a) to two drains of the dam, b) from the side of the Czorsztyn-Niedzica Reservoir

SUMMARY

The Niedzica Dam is an object which serves as a flood prevention, energy and recreation facility. Its construction in the 1990s positively influenced both the economic development of the region and contributed significantly to avoiding the disasters caused by flooding of towns located below Niedzica in the area of the Dunajec and Vistula rivers [5]. The designed technical solutions allow for production of green energy while providing jobs for many people [6]. The construction is in line with the concept of spatial development of the country and consistent with the flood protection program in the Upper Vistula river basin [7,8]. In conclusion, it can be said with full responsibility that the realization of such an investment as a dam may significantly contribute to the development of the region, whereas the proper choice of location and technical expenditure will produce benefits for the local community and the country. The investment of the Niedzica Dam fully met the expectations of many generations of Poles.

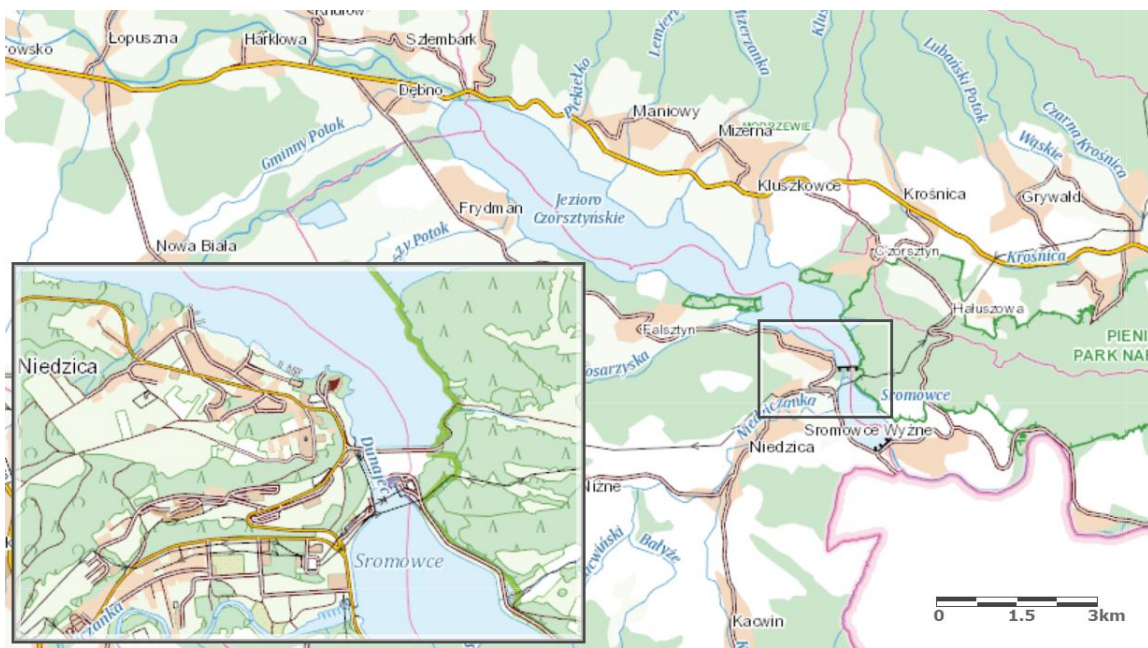


Fig. 4. View of the location of the Niedzica Dam - source: map.geoportal.gov.pl

REFERENCES

1. Bobiński E., Kadłubowski A., Żelaziński J., Ocena roli zbiorników wodnych w Czorsztynie-Niedzicy w ochronie przeciwpowodziowej w lipcu 1997, *Ekologiczne metody zapobiegania powodzi*, 1998.
2. Bajkiewicz-Grabowska E., Mikulski Z., *Hydrologia ogólna*, 1993, Wydawnictwo Naukowe PWN.
3. Arkuszewski A., Żbikowski A., *Ochrona przed powodzią w świetle doświadczeń i potrzeb*, *Gospodarka Wodna*, 1974, nr 11/74.
4. Ciepeliowski A., *Charakterystyka zjawisk powodziowych w Polsce*, *Ochrona przed powodzią*, Wydawnictwo IMUZ, 1992, Falenty.
5. Żelaziński J., *Skutki ignorowania zasady maksymalnej niepewności w ochronie przeciwpowodziowej*, *Materiały konferencji: Cywilizacja i Żywioty*, 2007, Monografie Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej.
6. Kundzewicz Z.W., Pińskwar I., Brakenridge G.R., *Large floods in Europe, 1985-2009*. *Hydrol. Sci. J.*, 2013, 58(1), 1-7.
7. *Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju do roku 2033*, Projekt, 2011, Warszawa.
8. Bojarski A., Grela J., Gręplowska Z., Kondel B., Nachlik E., Zaleski J., *Program ochrony przed powodzią w dorzeczu górnej Wisły – geneza i przyjęte rozwiązania*, *Gospodarka Wodna*, 2011, nr 10/2011.

ECONOMIC LEVERS TO REDUCE WATER CONSUMPTION AND NEGATIVE ENVIRONMENTAL IMPACT

Markosyan A.^{1),2)}, Melkumyan S.¹⁾, Harutyunyan A.¹⁾, Petrosyan H.¹⁾

¹⁾Shushi University of Technology

A.Bekor 4, Shushi, Republic of Artsakh

²⁾Yerevan State University

Alek Manukyan 1, Yerevan, Republic of Armenia

E-mail: info@shushitech.am, ashotmarkos@rambler.ru

Annotation. Unlike the sun, light and air, water can be owned by the state, communities or private entities. It is enough to consider water as not only a natural but also an economic resource. This is real even when in many countries there are no prices for water consumption and no payment is required for any amount of consumed water. In this case, consumers whether public or private companies are provided with fresh water but the actual cost is not measured at all and most of the water costs are compensated by collecting fixed payments from water consumers.

Keywords: assessment of capital programs, method of discounting, rate of profit, demand management.

INTRODUCTION

Many people seem to think that their welfare depends more on the amount of profit received at the moment than on the same amount obtained much later. Human life is accompanied by diseases, loss and ends with death. These are the permanent situations surrounding people and the undisputable desire to receive at the moment is greater than to get it later when the possibility of receiving less is undeniable. Such example of certain psychology does not come from human weakness but from the lessons people get from life experience.

The development of any program is familiar with this psychological inclination using the discounting technique related to the program. We are still faced with the difficult question of at what level the coefficient of discount time should be set. Since the evaluation of capital programs is carried out here from the point of view of national interests based on gross domestic product, it is therefore clear that the search for d should correspond to the interests of all society due to which this coefficient is called the coefficient of social discount time (k).

Using the discounting technique to manage the psychology of risk avoidance let us assume that the current cost of \$ 1 of real outlet (consumption) has a proportionally low cost if available only for a year and will have an even lower cost next year and so on. Hence, the current cost of this particular real consumption is reduced or decreases by the constant coefficient to a later time period when profits are guaranteed. For each current cost of the real outlet (or expense) of the beginning of the zero year and in the case of any individual cost of the coefficient of public discount time it is easy to calculate how long it takes for the initial cost to be reduced to half. The number of these years is referred to as an incomplete bio time of the cost of the growing real outlet with any indicators of the coefficient k .

CONFLICT SETTINGS

As we think, the great dimensions of k are unfavorable as they form short biotime, consequently, the middle term and long term affects of investing programs reduce. That is why it is urgent to calculate the norms of revenues of the program (P) inside the country which shows such coefficient of discount in case of which the discount cost of the growing of real production is equal to the discounted cost of the growth of real expenses. After it the sale coefficient is established which the programs of high dimension of the coefficient are considered to be apt to confirmation from.

There are certain problems concerning this approach. The first is the sale coefficient which, we can say, represents the costs of the capital as a result of not using favorable conditions; however, in fact, no one can say what it is. Moreover, as a result of not using the favorable conditions, the concept of capital cost is based on the statement that its use will lead to the approval of all possible investments having higher value than the trade coefficient. Therefore, such a result is completely unfavorable since the choice made in this way does not take into account the great importance of environmental and distributional impacts for making the right decisions. The second is that the sale coefficient P is used as a means of classifying the variety of programs; however, it is considered that P should not be used for classifying programs at all. The third, in case of using fixed prices, the selected sale level is usually fluctuates between 8–15%. If the corresponding k is much lower, then the use of such a high sale coefficient P has tendency to be directed against stability giving way to programs with lower and undiscounted profits.

RESEARCH RESULTS

The advantages of using the actual net cost method based on the factor of public discount time are that they force decision makers to make choice based on their public interests, that there is not a single unjustified tendency for short-term program and that it provides a practical classification for mutually exclusive programs using the net profit ratio of investments which practically reveals the favorable conditions occurred as a result of unused costs.

The costs for not using the favorable conditions of real investment of the production of goods and services are not always reflected in the end if they are carried out within the framework of certain program. If the unit price differs from the market price to such an extent that the costs of production and the growth of expenses are recalculated then we are talking about shade prices. We point out those proper situations when shade prices are used.

In those programs where the local labor market is saturated with unspecialized employers and the unemployment rate is high, the shade prices of wages of these workers are zero. It is known that only 30% of the 2.400 million workers in the world are “effectively employed” [1]. In the case of interconnected programs the issues of shade prices become more expressive when workers have low skill level. The same can be said for workers with average qualifications where unemployment is also high. In general, zero shade wages for any group of workers reduces the efficiency of the operations of infrastructure. Of course, new workers will receive a real market salary and not zero shade. As a result, their incomes increase more and more thus increasing the turnover of goods and services. Experts argue that the shade wages of the unemployed should differ little from the market wages if workers are tended to frivolous spending of their wages. Land pricing is usually carried out on the basis of their market prices or the frequency of rent. It is supposed that the price of land increases as a result of the government of the local monopoly and the lower price is set through active rental markets. In this case the shade price contributes to the activities of water infrastructures and basin management since they require intensive use of land. This is clearly expressed in the case of water supply for industrial wastewater treatment infrastructures. When raw materials used in the program and production facilities are purchased from entrepreneurs working with the largest production forces, then they should be calculated only by marginal (sale) not market prices. When the program requires the use of items required for the sale, the final results should not be taken into account.

In many developing countries the local currency exceeds its real value. For example, if we take the ratio of the dollar to the dram of 1:1, then by purchasing skills (parity), this ratio is about 1:5. This is what determines the policy of exporters and importers. When the program of water infrastructure depends on the export of machinery, facilities, steel and cement, then in this case consulting on exports should be obtained from foreign advisory companies. In this case the forecasting of shade prices is not possible.

If the result of the program mainly depends on sales, you should set sale costs instead of shade prices. Strict controls should be taken with respect to shade prices. It is necessary to determine shade prices by means of average total expenses, but it will be unjustified if shade prices are determined on the basis of the "expense-expense" ratio and not "expense-income". You should also apply the price that is taken from another country where the conditions of demand match with each other. Overall, it is easier to say than to do. If this approach is not possible, it will be useful to use the idea of shade prices. It is necessary to implement a network of actual net value such as "what will happen if."

It would be wrong to think that investigating any particular investment program gets ready to establish the appropriate shade prices in an approved way. They should be expressed in the form of national rates and analyzed by the competent authorities of the country.

The purpose of calculating the actual net cost (N) of the program is to differentiate the real production and the real costs and then to evaluate them by market prices. In the financial calculations of the program where the main focus is on cash, the money transfers are calculated.

They include the basic sums of loans, return of borrowed capital, the payments of percentages of credits, receiving government subsidiaries and tax payments. Taking into account these issues by Schmidt [2] in the study of "expenses-incomes", we note: «Without political interpretations it is impossible to say whether there is control over the taxes, tariffs and exchange of the error of deviations which is clarified by shade prices». This opinion contains two errors in itself. The first is the taxes, tariffs and the transfers are not directed through shade prices. The second is the evaluation of local currency is done through shade prices. Control over the transfers has another purpose- the improvement of the trade balance of the country. And shade prices do not follow such objectives.

The above mentioned was considered from the point of view of the theory of hydroeconomic proposals. This was meaningful since investments in water intake, reservoirs, dams, fresh and wastewater processing plants and irrigation infrastructures are the topic of discussion. It makes possible so that such a technique could also be useful for evaluating the activities of demand management. As it is already noted, there are five main provisions of this process: internal and external reuse, consumer technology, land use planning, educational enterprises and water pricing. All these funds undoubtedly carry public (or private) costs even if they cannot be assigned to a number of programs; their reuse consists of small-scale programs that require engineering in agriculture or industry or construction in the household sector. Demand technologies lead to the need to purchase facilities and land use planning requires the implementation of non-productive labor costs and the associated spheres of planning operations. Educational enterprises also give rise to the need for current costs that are important to demand such as, for example, the costs of preaching aimed at developing textbooks and providing awareness. Water pricing requires accounting and a working group of employees which will take into account and ensure the collection of individual payments.

Therefore, the control over cost management is necessary here. It is also important that during the calculations all existing expenses should be excluded which are not necessary any more. For example, payments for accounted water eliminate the need to use fixed payments; hence the net worth of the enterprise will be less than the gross value.

CONCLUSION

In case the demand management is accompanied by reduction in the supply of registered water services, the gross domestic product will also correspondingly decline. However, demand management in these cases will usually be directed to specific environmental objectives. Consequently, the analysis will be of the form of the value of management costs including losses for environmental revenues. However, in many cases it is interesting that demand management does not lead to a decrease in water consumption but to the reduction in its growth rate. In this case, there are two choices:

- Not to implement the demand management which leads to the growth of demand totally, to the development of harmful impacts of environmental protection and rise of water consumption;
- In its turn, demand management restricts the growth of offer, harmful impacts of environmental protection and rise of water consumption.

Each of these mutually excluded choices may be estimated separately. Similar procedure, in its sense, is directed towards the evaluation of “reduction of water utilization” and “negative impacts of environmental protection”.

REFERENCES

1. Markosyan A. Kh., Martirosyan G. A., Tokmajyan H. V., economics of water resources, //C-Π(6), publication of БНИИГ, 2005, p. 508.
2. Schmid A. “Cost-benefit analysis” in Hodgson G., Samuels W., Tool M. “The Elgar companion to institutional and evolutionary economics” (2 vols), Cheltenham: Edward Elgar, 1994, vol. 1, p. 104-108.

РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ТОРФЯНЫХ БОЛОТ В РОССИИ В ЦЕЛЯХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОЖАРОВ И СМЯГЧЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ОСНОВЕ ГИС-КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ТОРФЯНЫХ БОЛОТ И АНТРОПОГЕННО ИЗМЕНЕННЫХ ТОРФЯНИКОВ

Мажайский Ю.А., Макарова Л.И.

Федеральное Государственное Бюджетное Научное Учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова,

Мецёрский филиал. Рязань, Россия

пос. Солотча, ул. Мецёрская, д.1а, г.Рязань, Россия

E-mail: director@mntc.pro, makarovalu@mntc.pro

Аннотация. Торфяные болота и их антропогенно измененные производные – торфяники являются возможным источником возникновения пожаров и дополнительной эмиссии парниковых газов в атмосферу. В целях определения стратегии восстановления торфяных болот необходимо проведение аналитического обзора инвентаризации торфяных месторождений с характеристикой их современного состояния и учетом их как природных объектов определенной ценности, в том числе водоохранного значения. Для решения поставленной задачи были использованы данные учета торфяных месторождений, материалов лесоустройства, другой отраслевой информации и топографических карт с использованием мозаики космической съемки для географической привязки и оконтуривания изучаемых объектов. Рассмотренный подход может быть использован для решения научных и практических задач, требующих создания привязанной к единой системе координат региональной геоинформационной системы (ГИС) торфяных болот и торфяников.

Ключевые слова: торфяные болота, торфяники, картографирование, геоинформационная система (ГИС), инвентаризация.

ВВЕДЕНИЕ

Практическая необходимость восстановления части ранее осушенных болотных ландшафтов обусловлена обеспечением прежде всего пожарной безопасностью, повышением экологической устойчивости, снижением эмиссии парниковых газов и предотвращением деградации ГМС, построенных во второй половине прошлого столетия. Одной из причин, ускоривших практическое решение данной проблемы, послужили аномально засушливые условия 2010 г. в Центральной России, приведшие к лесным и торфяным пожарам, повлекшими гибель людей [11].

Живое торфяное болото - огромный саморегулирующийся и самонаращивающий себя аккумулятор пресной воды, собирающий осадки в течение тысячелетий и понемногу постепенно равномерно отдающий их в окружающую среду, имеет положительный баланс. т.е. влагопрефицитно [2,3, 4, 5 и др.].

Болота вследствие добычи торфа, осушения, обводнения подвержены значительным изменениям. Осушенный торфяник - мёртв, лишён тысячелетних запасов воды, лишён естественного мохового покрова и лишён возможностей аккумулировать осадки, часто влагодефицитен. Многие территории с болотами после разработки в них торфяников не рекультивированы [14, 15, 18].

Несмотря на то, что выработка торфа давно заброшена, осушительная сеть по-прежнему действует. Соответственно, «сколько бы дождя и снега ни выпало, сколько бы воды ни поступало из грунта, вся эта влага стекает через осушительные каналы в реки. А торфяники продолжают сохнуть» (Минаева Т.Ю., 2011). Осушенные торфяники являются возможным источником возникновения

пожаров, причем, для возникновения пожара даже не обязателен так называемый «человеческий фактор». По данным экспертов, торф может самовозгораться под действием микроорганизмов и кислорода воздуха, если его влажность меньше 40 %. В период же массовых пожаров 2010 года влажность торфа оценивалась в 28—30 %. Тушение торфяного пожара затруднено, т.к. просто залив торфяник водой неэффективен - вода частично уйдет вглубь, частично испарится, и торф вспыхнет снова. Чтобы потушить всего 1 м² торфа, на него необходимо вылить более 1 т воды [15, 16, 18].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На территории Рязанской области имеется около 1230 болот общей площадью около 92,5 тыс га. Подавляющая часть болот Рязанской области сосредоточена в Мещерской низменности, в пределах которой расположены национальный парк «Мещера» и Окский биосферный заповедник [1, 7, 8, 14].

Для выделения приоритетных участков на региональном уровне, подлежащих восстановлению (реставрации, реставрации) болотных экосистем и разработки рекомендаций по восстановлению нарушенных торфяных болот с учетом региональных особенностей необходимо проведение инвентаризации торфяных месторождений с характеристикой их современного состояния и учетом их как природных объектов определенной ценности, в том числе водоохранного значения.

Аналитический обзор современного состояния торфяных болот Рязанской области (инвентаризация) предназначен для информационной поддержки планирования и реализации проекта «Восстановление торфяных болот в России в целях предотвращения пожаров и смягчения изменений климата», являющегося частью Международной климатической инициативы (ИКИ). Поддержку этой инициативе на основании решения, принятого Германским Бундестагом оказывает Федеральное министерство окружающей среды, охраны природы, строительства и безопасности ядерных реакторов Германии (BMUB). Проект финансируется посредством немецкого банка развития KfW (проект № 11 III 040 RUS К Восстановление торфяных болот) и реализуется совместно Wetlands International, фондом Микаэля Зуккова, университетом Грайфсвальда и институтом лесоведения РАН в сотрудничестве с Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Правительствами Московской, Нижегородской, Тверской и Рязанской областей и Администрацией Владимирской области.

Современное состояние торфяных месторождений Рязанской области

По состоянию на 01.01.2017 г. в Рязанской области насчитывается 1053 торфяных месторождений. Из них: 253 площадью более 10 га, 270 с полностью прогнозными ресурсами торфа, 530 площадью до 10 га (по данным Российского Федерального Геологического Фонда по Рязанской области) [1].

Торфяные месторождения распространены по всей территории Рязанской области. Однако в характере их распространения можно выявить неоднородность по направлению север – юг: большая часть ТМ сосредоточена в северной части региона (рис. 1). Одним из ключевых факторов распространения ТМ являются природно – климатические условия: территория Рязанской области расположена сразу в двух природных зонах: северная часть - в зоне подтайги, южная – в лесостепной зоне. Облесенность территории также характеризуется существенной неоднородностью: большая часть лесных массивов расположена в северной и северо – восточной частях региона, что оказывает значительное влияние на характер распространения ТМ. В южной части Рязанской области, на территориях, лишенных лесной растительности, ТМ находятся в неблагоприятных условиях и распространены в понижениях рельефа: поймы рек, овраги и т.д. [7, 8, 13].

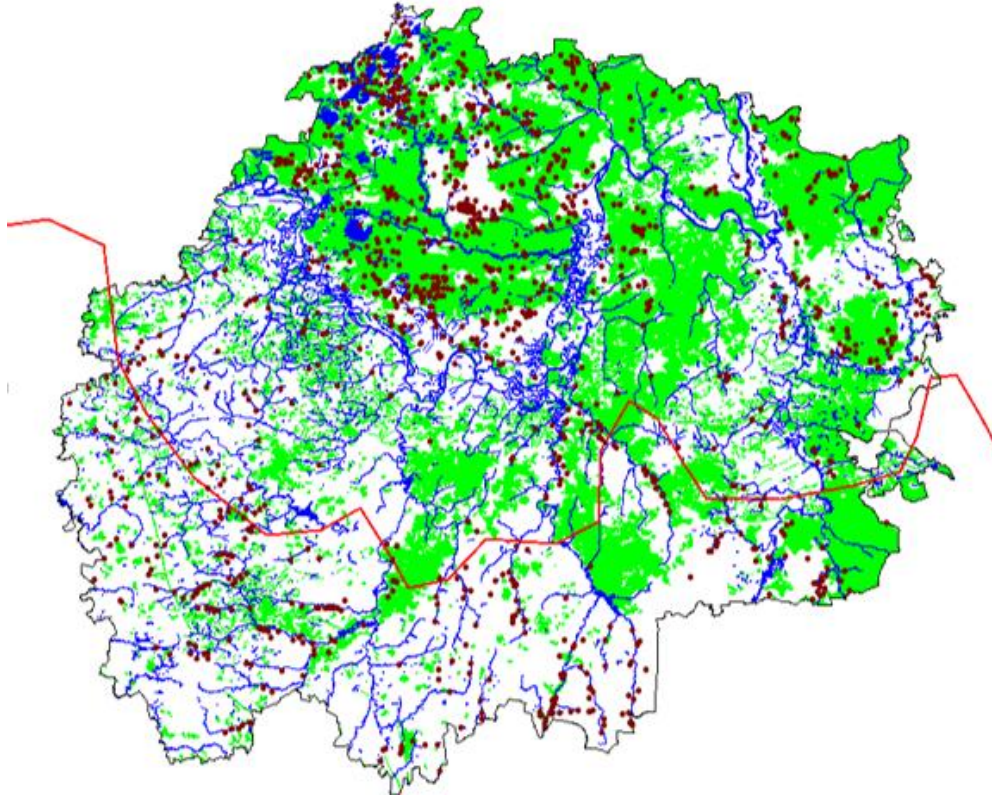


Рис.1. распределение ТМ по территории Рязанской области.

Из общего количества торфяных месторождений Рязанской области 26% расположены в лесостепной зоне, 74% расположены в зоне подтайги, 65% характеризуются торфяной залежью низинного типа, 21% – верхового, остальные переходного или смешанного типа [1].

Создание информационных слоев в среде QGIS в форматах картографического материала и табличной форме

В рамках проекта «Инвентаризация торфяных месторождений Рязанской области» были проведены работы по созданию информационных слоев для отражения существующей ситуации по торфяным месторождениям.

В среде QGIS ([свободная](#) кроссплатформенная [геоинформационная система](#)) был создан проект, в котором представлены следующие слои:

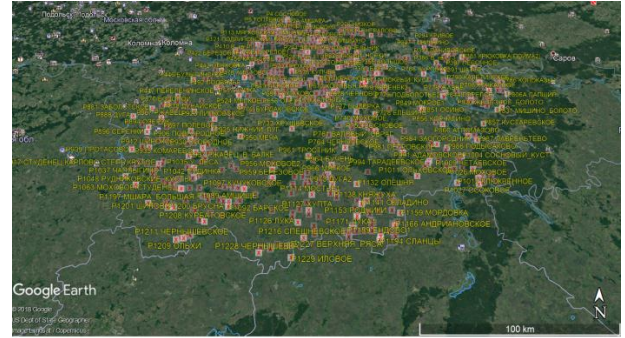
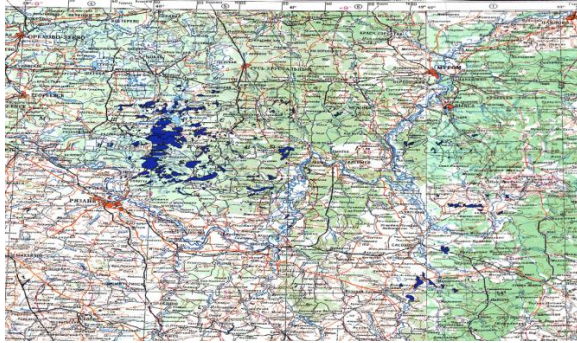
- контурное положение участков (торфяных месторождений) с подробным описанием (информация) на основе материалов Российского Федерального Геологического Фонда по Рязанской области (рисунок 2а);
- точки с координатами центров участков на платформе Google Планета Земля, предоставленные Институтом лесоведения Российской академия наук (рисунок 2б);
- слой пожароопасных участков (картографический материал предоставлен Министерством лесного хозяйства Рязанской области) - рисунок 2в;
- топоосновы М 1:1 000 000, М 1:500 000.

Общее число контуров месторождений составляет 385 участков (по данным картографического материала Российского Федерального Геологического Фонда по Рязанской области).

При создании слоев проведено сканирование, соединение частей в единый растр и оцифровка исходного картографического материала.

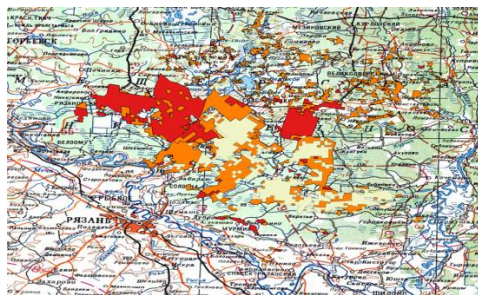
На основе данных спектрального анализа, предоставленных Институтом лесоведения Российской академия наук в проект QGIS были добавлены следующие слои:

- участки с открытым торфом;
- участки с травой;
- участки с хвойным лесом;
- участки с лиственным лесом;
- участки с гидрофильными сообществами;
- участки с водоёмами;
- суммарная интегральная оценка по спектральному анализу (рисунок 2, г) [9,12,17].



ა) - Контурное положение участков (торфяных месторождений) с подробным описанием (информация) на основе материалов Российского Федерального Геологического Фонда по Рязанской области

ბ) - Точки с координатами центров участков на платформе Google Планета Земля, предоставленные Институтом лесоведения Российской академия наук



ვ) - Пожароопасные участки на основе картографического материала предоставленного Министерством лесного хозяйства Рязанской области

გ) – Интегральная оценка по спектральному анализу (на топографической основе)

Рис. 2. Информационные слои для отражения существующей ситуации по торфяным месторождениям Рязанской области в проекте QGIS

Корректировка и дополнение данных, предоставленных Институтом лесоведения Российской академия наук производилась по материалам Российского Федерального Геологического Фонда по Рязанской области 2017 года [1, 7, 8, 14].

Данные представлены в табличном формате. Таблица содержит следующую информацию:

1. Порядковый номер месторождения в каталоге
2. Название месторождения
3. Категория запасов
4. Площадь торфяной залежи (по нулевой границе)
5. Площадь торфяной залежи (по промышленной глубине)
6. Максимальная мощность пласта (м)

7. Средняя мощность пласта (м)
8. Общий запас (тыс куб. м)
9. Верховой торф (тыс куб. м)
10. Смешанный торф (тыс куб. м)
11. Переходный торф (тыс куб. м)
12. Низинный торф (тыс куб. м)
13. Водоприемник

14 – 39. Пункты содержат в себе информацию о различных характеристиках торфяных месторождений: R – степень разложения торфа в процентах, A – зольность торфа в процентах, W – естественная влажность торфа в процентах, pH – активная кислотность, Shema_OiE – Схема осушение и эксплуатации TM, R – разработка TM, RNNT – разработка TM населением на топливо, RSH - TM распаханно под CX, ISP_sad – TM используется под сады, ISP_sh – TM используется под сельское хозяйство, O – TM осушено, OV – осушение возможно, ChO – TM частично осушено, OS – имеется осушительная сеть, OZ – осушение TM затруднено, V – TM выработано, G – TM горело, Z – TM затоплено, ChZ – TM частично затоплено, Vzn – TM имеет водоохранное значение, Vrzp – TM имеет водорегулирующее значение, Ohg – TM охраняется, Pzn – TM имеет природоохранное значение

40. Примечание. Данный пункт может содержать информацию по программе разработки TM, проектной мощности выработки торфа, и прочую дополнительную информацию.

Откорректированный файл имеет следующую цветовую градацию:

	полигональный объект QGIS, уточненные данные указаны в скобках
	полигональный объект QGIS отсутствует, уточненные данные указаны в скобках
	полигональный объект QGIS, данные Геофонда отсутствуют
P118	наиболее пожароопасный участок (месторождение, рекомендованное к обводнению)

Фрагмент информационного материала в табличной форме представлен на рисунке 3.

инд.№	Долгота	Широта	Название	Категория	Пл ₀	Пл _{пром}	Гл _{макс}	Гл _{сред}	Запас, тыс.куб. м	Верх.	Смеш.	Пер.	Низ.	Рер	Аср	Wср	pH макс	pH мин	Примечание	Водопр.	Запас С, Т	Зона	Схема осуш. и экспл.	разработка
P202	40,799808	55,066436	ДУВАННОЕ	СХ	30	15	1,6	0,96	145	145				60	3,9	сред.			2 обособл. Участка лесная площадь и покос	р.Нарма				
P209	40,400342	55,027286	СИМОРОВО и ЮВИНСКОЕ	ГЛФ и СХ	1953	1219	5	2,11	25717				25717	35 (25)	9,6 (10)	89,5	4,7	3,8	р.Филлиповка					
P210	40,472514	55,040019	ДАЛЬНЯЯ ГОРЕЛЬ		264 (53)	15	-	1,15 (0,7)	50					44	59 (6,4)				13 обособл. Участка					
P211	40,495003	55,022678	ПАЛАГИНО	ГЛФ	70	31	2,3	1,37	422	422				49	4,8				лесн. Площ.	р.Шековка				
P213	40,572081	55,037889	КУЗЕНКА	ГЛФ	26	15	1,9	0,94	145		145			47	5,3	4,4 (сред.)	4,4		лесная площадь и покос	р.Шековка				
P215	40,629706	55,059083	МИШКИНО	СХ	62	40 (28)	4,1 (1,75)	1,66	665	193		168	304	47	14,2	5 (88)	4,2		лесная площадь и покос	р.Игловка				
P217	40,329794	54,960692	ЛОЗИННИК	СХ	175 (125)	50 (76)	5	1,6 (1,24)	800		800			65 (42)	11,3 (14)	83,6				р.Пара				
P218	40,371153	54,928822	ОЗЕРСКАЯ ГЛАДЬ (Заказник (Решение №30/2 от 20.01.83 г.)	ГЛФ	1027	371	3	1,4	5210				5210	38	10,7	88,7 (88,1)	4,6	3,9	2 обособл. Участка ручей Еловка					
P219	40,451875	54,988239	АРЯЧНСКОЕ	ГЛФ	80 (78)	65 (46)	3,1	1,97 (1,65)	1278			1278		47 (40)	13,3 (11)	88,5			покос	р.Кады				
P221	40,491917	54,953292	БЕСЕДСКОЕ	ГЛФ	340	249	2,5	1,229	3214	3214				36	5,8				лесн.плещ.	р.Кады				
P222	40,562511	54,987967	НИКУЛИНО	ГЛФ	97 (107)	56 (62)	2,4	1,3 (1,13)	725	725				46	4	85,9				р.Кады				
P223	40,606306	55,005631	КРАСНОЕ	ГЛФ	224 (158)	80 (105)	3,5	2,27 (1,77)	1817	1817				50 (41)	4,6 (4)	85			лесн.плещ.	р.Польская				
P226	40,682317	54,998786	ГРИШИНО	ГЛФ	51 (64)	30 (33)	1,5	0,93 (0,96)	275		275			54 (48)	5,8 (4)	81,9 (85,4)	5	4	лесн.плещ.	р.Польская				
P231	40,782944	54,980461	ОЛЬШАТНИК I	ГЛФ и СХ	141 (57)	33 (38)	3,5	1,35 (1,48)	448			448		49 (47)	10,7 (15)	83,4			лесн. Площ.	р.Куриша				
P238	40,424069	54,948011	КЕРИНО	ГЛФ	28	19	1,8	1,19	227			227		47	15,6				лесн. Площ.	р.Кады				
P239	40,475119	54,957928	БЕРЕЗОВОЕ	ГЛФ	33	19	2	1,25	233			233		45	17,5				лесн. Площ.	р.Кады				
P242	40,510158	54,955461	КЛОКВЕННОЕ	ГЛФ	52	25	2	1,25	308			308		48	7,5				лесн. Площ.	р.Кады				
P246	40,421389	54,907317	ОСНКА	ГЛФ	712	270	3,1	1,44	3890					42	10,8	87,8	4,5	3,3	лесн. Площ.	р.Кады				
P247	40,44465	54,877803	БЕРЕЗНЯК БАРСКАЯ ГАТЬ	ГЛФ	200	160	3	1,93	3096			3096		46	17,3				лесн. Площ.	р.Кады				
P252	40,507828	54,895794	ЗАКАЗНИК (Приказ №30 от 20.01.83 г.)	ГЛФ	4039	2605	5,4	2,1	54659				54659	35	9,5 (10)	89,1	4,6	3,8		р.Кады				
P253	40,57789	54,92129	в. н.в. 253,47																					
P260	40,717831	54,90125	ГРЕЧИШКИНО	ГЛФ	83	43	1,3	1	430	430				45	8					р.Литовка				

Рис. 3. Атрибутивные данные в табличной форме, содержащие информацию о названии месторождения, категории запасов и др.

Созданная ГИС, включающая картографические слои и атрибутивные (текстовые) данные, предполагает ее открытость для последующей верификации и доработки [6].

Использование проекта QGIS для выявления наиболее пожароопасных участков торфяных месторождений и принятия решений по управлению антропогенно нарушенными торфяниками с целью восстановления болотных экосистем, предотвращения пожаров и смягчения изменений климата.

Для выявления наиболее пожароопасных участков торфяных месторождений было произведено «наложение» пожароопасных участков на контуры ТМ.

По результатам анализа картографического материала выявлены пожароопасные участки, представленные в табличной форме. Фрагмент таблицы представлен на рис. 4.

Номер торфяного месторождения	Пожароопасность		
	I класс	II класс	III класс
P1320			+
P1326		+	+
P1327			+
P1336, P1338		+	
P1342			+
P1343		+	+
P1347		+	
P1391	+		
P1392	+	+	
P1395	+		
P1407		+	
P1409, P1410		+	+
P1411		+	

Классы пожарной опасности:

 - I класс  - II класс  - III класс

Рис. 4. Пожароопасные участки, расположенные на территории ТМ

Последующая корректировка базы данных по выявлению наиболее пожароопасных участков будет осуществляться на основе информации, полученной от глав администраций муниципальных образований Рязанской области и содействия Правительства Рязанской области.

Данные, представленные в таблице, являются основой базы оперативной информации по состоянию торфяных болот и антропогенно нарушенных торфяников.

Проект системы информационной поддержки

Создание системы информационной поддержки принятия решений по управлению торфяными болотами, включающей рекомендации по восстановлению осушенных болот основано на базе оперативной информации, постоянно обновляющейся откорректированными данными, поступающими от Администраций муниципальных образований Рязанской области и Российского Федерального Геологического Фонда по Рязанской области.

Алгоритм принятия решений на основе базы оперативной информации представлен на следующей схеме (рис. 5).

На каждом этапе осуществляется взаимодействие с Главами районных администраций или ответственными лицами, проводится статистическая обработка данных и осуществляется информационная поддержка для принятия решений по вопросам управления торфяными болотами при содействии Министерства природопользования Рязанской области.

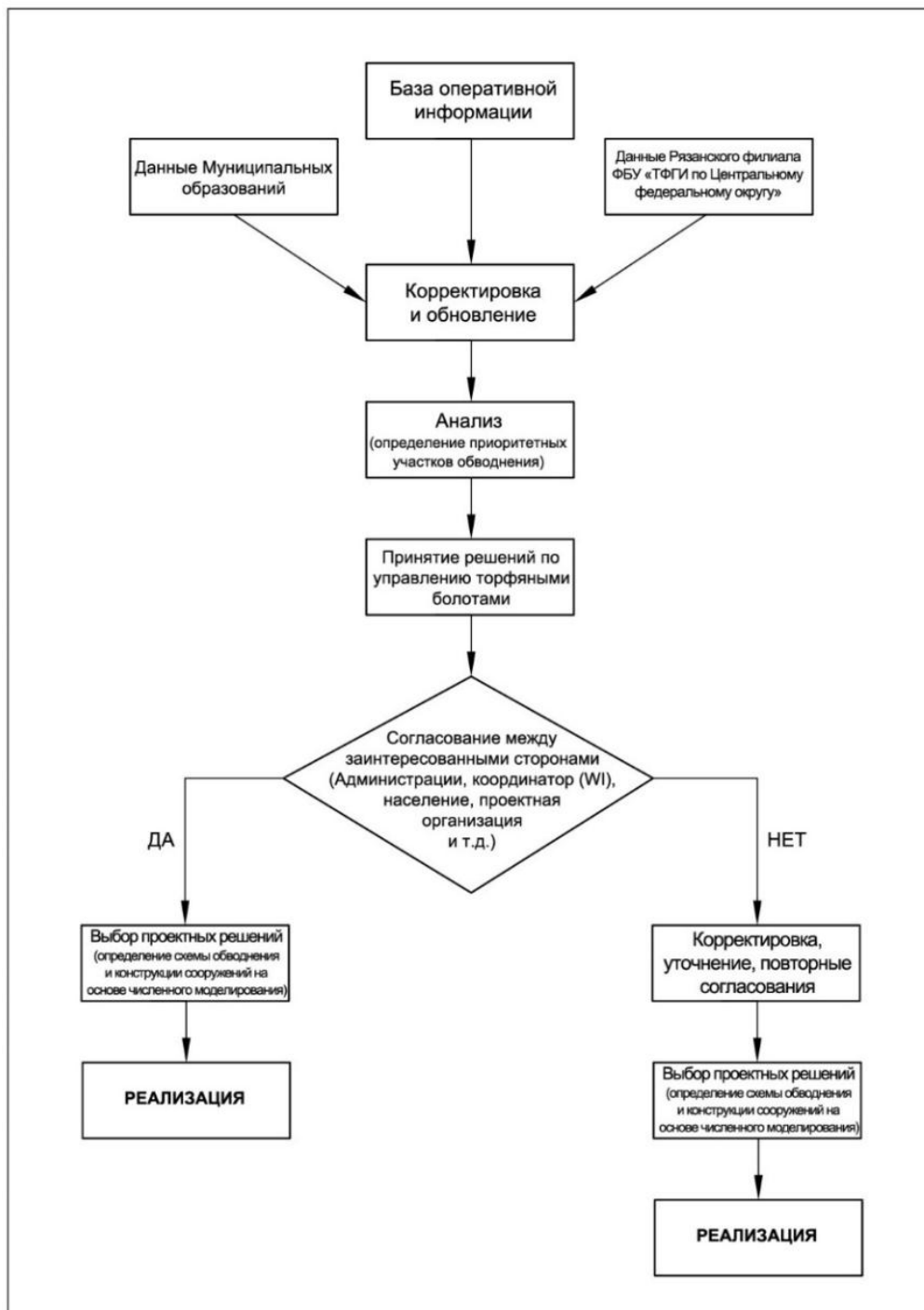


Рис. 5. Алгоритм принятия решений в системе информационной поддержки

Все заинтересованные стороны должны иметь возможности получения быстрой и актуальной информации, в т.ч. картографической, для различных целей в качестве основы принятия решений по управлению антропогенно нарушенными торфяниками с целью восстановления болотных экосистем, предотвращения пожаров и смягчения изменений климата, а также получения необходимых рекомендаций по восстановлению осушенных болот.

ВЫВОДЫ

Рекомендации по восстановлению болотных угодий имеют единую концепцию - обеспечение экологической устойчивости и пожарной безопасности ландшафта, которая достигается перераспределением по территории и во времени гидрологических ресурсов водосборов с помощью использования существующей осушительной сети и создания специальной системы гидротехнических сооружений. Выбор схемы обводнения осуществляется в каждом конкретном случае на основе анализа существующих природных условий, особенностей и современного состояния осушительной сети, особых условий – территориальных, социологических, экологических, экономических и др.

Для определения наиболее эффективной схемы обводнения рационально использовать численное моделирование процессов затопления осушенных болотных массивов во время весенних половодий, являющихся основными источниками водного питания водосборов (70-90 % от общего объема годового стока).

ЛИТЕРАТУРА

1. Баланс запасов торфа Рязанской области по состоянию на 01.01.2017 г. (пояснительная записка), Москва 2017.
2. Вомперский С.Э., Иванов А.И., Цыганова О.П., Валяева Н.А., Глухова Т.В., Дубинин А.И., Глухов А.И., Маркелова Л.Г. Заболоченные органогенные почвы и болота России и запас углерода в их торфах // Почвоведение. 1994. № 12. С. 17–25.
3. Вомперский С.Э., Сирин А.А., Сальников А.А., Цыганова О.П., Валяева Н.А. Облесенность болот и заболоченных земель России // Лесоведение. 2011. № 5. С. 3–11.
4. Вомперский С.Э., Сирин А.А., Цыганова О.П., Валяева Н.А., Майков Д.А. Болота и заболоченные земли России: попытка анализа пространственного распределения и разнообразия // Изв. РАН. Сер. геогр. 2005. № 5. С. 21–33.
5. Вомперский С.Э., Цыганова О.П., Ковалев А.Г., Глухова Т.В., Валяева Н.А. Заболоченность Территории России как фактор связывания атмосферного углерода // Избранные научные труды по проблеме “Глобальная эволюция биосферы. Антропогенный вклад”. М.: Научный совет НТП «Глобальные изменения природной среды и климата». 1999. С. 124-144.
6. Ильясов Д.В., Сирин А.А., Макарова Л.Ю., Букин А.В., Кораблина Н.Е. ГИС -картографирование торфяных болот и антропогенно измененных торфяников рязанской области // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – №. 1(41) – С. 30-38.
7. Карта торфяного фонда Рязанской области. Масштаб 1:600000. М.: Министерство Геологии РСФСР. Институт “Гипроторфразведка”, 1967.
8. Липкина М.С., Петухова В.Б., Зубакова Е.И., Ольховская Н.Т., Родионова В.М., Белокопытова И.Е. Торфяной фонд РСФСР. Рязанская область. // Справочник. М.: Гипроторфразведка, 1967. 329 с.
9. Медведева М.А., Возбранная А.Е., Барталев С.А., Сирин А.А. Оценка состояния заброшенных торфоразработок по многоспектральным спутниковым изображениям // Исследование Земли из космоса. 2011. № 5. С. 80–88.
10. Медведева М.А., Возбранная А.Е., Сирин А.А., Маслов А.А. Возможности различных многоспектральных спутниковых данных для оценки состояния неиспользуемых пожароопасных и обводняемых торфоразработок // Исследование Земли из космоса. 2017. № 3. С. 76-84. DOI: <https://doi.org/10.7868/S0205961417020051>
11. Основные направления действий по сохранению и рациональному использованию торфяных болот России. Министерство природных ресурсов Российской Федерации. М.: Российская программа Международного бюро по сохранению водно-болотных угодий, 2003. 24 с. (www.peatlands.ru).

12. Сирин А.А., Маслов А.А., Валяева Н.А., Цыганова О.П., Глухова Т.В. Картографирование торфяных болот Московской области по данным космической съемки высокого разрешения // Лесоведение. 2014. № 5. С. 65-71.
13. Сирин А.А., Сальников А.А. Болота и заболоченные земли. М 1:30 000 000. С. 118. Сирин А.А. Типы болот. М 1:30 000 000. С. 120. Вомперский С.Э., Сирин А.А., Цыганова О.П. Залесенность болот. М 1:30 000 000. Экологический атлас России. М.: ООО «Феория». 2017. ISBN 978-591796-034-0
14. Торфяные болота России: к анализу отраслевой информации // Под ред. Сирина А.А., Минаевой Т.Ю. М.: Геос. 2001. 190 с.
15. A Quick Scan of Peatlands in Central and Eastern Europe / Minayeva, T., Sirin, A., Bragg, O. (eds.). Wageningen, The Netherlands: Wetlands International, 2009. 132 p. (<http://www.wetlands.org/LinkClick.aspx?fileticket=Az8K7KVj%2bhk%3d&tabid=56>).
16. Assessment on peatlands, biodiversity and climate change. Main report / Parish F., Sirin A., Charman D., Joosten H., Minayeva T., Silvius M., Stringer L. (eds.). Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen. 2008. 179 p.
17. Sirin A., Medvedeva M., Maslov A., Vozbrannaya A. Assessing the Land and Vegetation Cover of Abandoned Fire Hazardous and Rewetted Peatlands: Comparing Different Multispectral Satellite Data // Land. 2018. Vol. 7. № 71. 22 p. Doi:10.3390/land7020071.
18. Sirin A., Minayeva T., Yurkovskaya T., Kuznetsov O., Smagin V., Fedotov Y.U. Russian Federation (European Part). Mires and Peatlands of Europe: Status, Distribution and Conservation. Joosten H., Tanneberger F., Moen A., Eds.; Schweizerbart Science Publishers: Stuttgart, Germany, 2017; pp. 589–616, doi:10.1127/mireseurope/2017/0001–0049. ISBN 978-3-510-65383-6

Water resources

DEVELOPMENT OF A STRATEGY FOR THE RESTORATION OF PEAT BOGS IN RUSSIA IN ORDER TO PREVENT FIRES AND MITIGATE CLIMATE CHANGE BASED ON THE GIS MAPPING OF PEAT BOGS AND ANTHROPOGENICALLY ALTERED PEATLANDS

Mazhayskiy Yu., Makarova L.

ООО "Mescherskiy scientific-technical center"

Ryazan, Russia

E-mail: director@mntc.pro, makarovalu@mntc.pro

Annotation. Peat bogs and their anthropogenic derivatives are a possible source of fires and additional greenhouse gas emissions into the atmosphere. In order to determine the strategy for the restoration of peat bogs, it is necessary to conduct an analytical review (inventory) of peat deposits with the characteristic of their current state and taking into account them as natural objects of certain value, including water protection value. To solve this problem, the data of accounting of peat deposits, forest management materials, other industry information and topographic maps were used with the use of mosaic space survey for geographical reference and delineation of the studied objects. The considered approach can be used to solve scientific and practical problems requiring the creation of a regional geographic information system (GIS) of peat bogs and peatlands to a single coordinate system.

Keywords: peat bogs, peatlands, mapping, geographic information system (GIS), inventory.

მზიდველიანი რკინაბეტონის შენობების რეგულირებადი საძირკვლების კონსტრუქციულ-ტექნოლოგიური გადაწყვეტილება

ნ. მსხილაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
კოსტავას 77, თბილისი, 0160, საქართველო
E-mail: mskhiladzenini@mail.ru

ანოტაცია. დამუშავებულია ექსპლუატაციაში მყოფი მზიდველიანი შენობების, რეგულირებადი საძირკვლების ტექნოლოგიური გაანგარიშების სისტემა, რომელიც შენობებისათვის რეგულირებადი საძირკვლების გამოყენების საშუალებას იძლევა, როგორც ხისტი ასევე მოქნილი კონსტრუქციული სქემით. დამუშავებული გაანგარიშებები აკმაყოფილებენ კონსტრუქციის მთლიანობას და შენობის შიდა გეომეტრიულ უცვლელობას, როგორც რეგულირებადი საძირკვლების სამუშაოების წარმოებისას, ასევე შენობის გასწორებისას. დამუშავებული ტექნოლოგია იძლევა სამუშაოების ჩატარების საშუალებას შენობიდან ხალხის გასახლების გარეშე.

საკვანძო სიტყვები: რეგულირებადი საძირკვლები; მოქნილი კონსტრუქციული სქემა; კონსტრუქციის სიხისტე.

შესავალი

სამშენებლო მოედნის საინჟინრო-გეოლოგიური გამოკვლევის შედეგად გრუნტის ცალკეული ფენები თავისი ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლებითა და სიმტკიცით განსხვავებული სიდიდებით ხასიათდებიან, რასაც ყოველთვის ითვალისწინებდნენ სამშენებლო საქმიანობაში.

ადრეულ პერიოდში მშენებლობისათვის განკუთვნილი მიწის ნაკვეთის შერჩევისას ხუროთმოძღვრები ყოველთვის ითვალისწინებდნენ ნაგებობის ქვეშ გრუნტის წყლების არსებობას და საძირკვლებს ათავსებდნენ მის ზედა ნიშნულზე.

ქალაქის პირობებში შენობები ერთმანეთთან მიჯრითაა ნაგები, აგების პერიოდებიც სხვადასხვაა. ამჟამად ინტენსიურად მიმდინარეობს რეკონსტრუქცია-განახლების პროცესები ერთ-ორ სართულიან განაშენიანებაში. მათში მრავალსართულიანი შენობების ჩადგმამ კი რადიკალურად შეცვალა არსებული განაშენიანების საექსპლუატაციო პირობები.

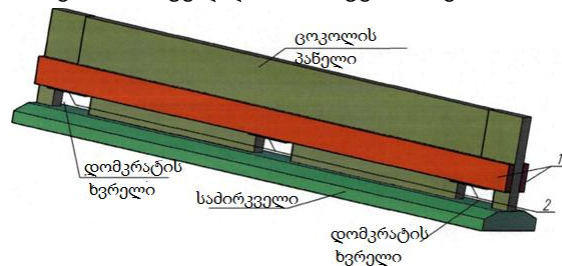
ძირითადი ნაწილი

საქართველოს მთელ რიგ ქალაქებსა და დასახლებულ პუნქტებში მრავალმა შენობამ დაკარგა მდგრადობა, ნაწილი ავარიულ მდგომარეობაშია და გამაგრებით სამუშაოებს საჭიროებს, მათი რეკონსტრუქციისას კი საჭიროა საძირკვლების გაძლიერების მეთოდების შერჩევა. ამოცანას ართულებს ისიც, რომ აღდგენა-გაძლიერება უნდა განხორციელდეს მ-ბალიან სეისმურ ძალებზე გათვლილი.

განვიხილოთ რეგულირებადი საძირკველი რკინაბეტონის სარტყელის გაძლიერებით ექსპლუატაციაში მყოფი შენობისათვის მოქნილი კონსტრუქციული სქემით. მოქნილი კონსტრუქციების შენობებში მიღებულია საძირკვლის მონოლითური სარტყელის გამოყენება (ზედა და ქვედა სარტყელი), რომელიც უზრუნველყოფს შენობისა და საძირკვლის სივრცის კონსტრუქციულ სიმტკიცეს დომკრატის საშუალებით - მიიღოს და გაანაწილოს გაძლიერება.

მოქნილი კონსტრუქციული სქემის მქონე შენობების სავალდებულო პირობას წარმოადგენს საკმარისი მყარი დისკის შექმნა ასაწევი (მიწისზედა) და უძრავი (საძირკველი-სარდაფი) ნაწილის გამოჯვანის დონეზე. ამისათვის საჭიროა დასადები რკინაბეტონის ან ლითონის სარტყელის გამოყენება, რომელიც არამარტო შესამჩნევლად ზრდის კონსტრუქციის სიხისტეს ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში, არამედ ადაბლებს დაჭიმვას შენობის მზიდ კონსტრუქციებში აწევის და გასწორების დროს.

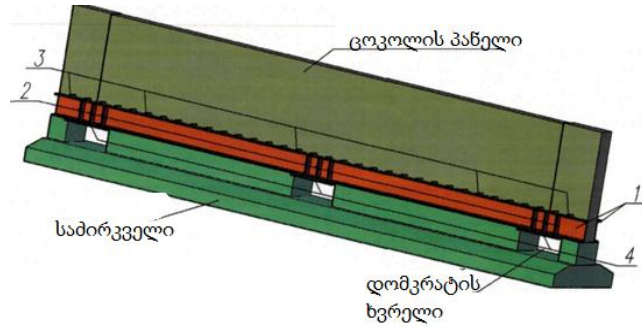
კონსტრუქციის სარტყელის გაძლიერება შედგება ორი ერთნაირი ნაწილისაგან, რომელიც მონტაჟდება ერთმანეთთან კედლის ორივე მხარეს.



ნახ. 1. რეგულირებადი საძირკველი რკინაბეტონის სარტყელის გაძლიერებით ექსპლუატაციაში მყოფი შენობა მოქნილი კონსტრუქციული სქემით
1 - გასაძლიერებელი რკინაბეტონის სარტყელი; 2- დომკრატის ხვრელი

ერთობლივი მუშაობა კონსტრუქციის გაძლიერებასა და არსებულ კონსტრუქციას შორის ხორციელდება შემდეგნაირად:

- რკინაბეტონის სარტყელის მონტაჟამდე კედლის ზედაპირი წინასწარ იწმინდება ბათქაშისგან, მტვერისგან, მზადდება სახეხით ჰორიზონტალური ღარები 8-10 მმ-ის სიღრმით კედლის მთელ პერიმეტრზე 100-150 მმ-ის ბიჯით; შემდეგ წინასწარ გაბურღულ სიცარიელებს ავსებენ 20-25 მმ-ის გამჭოლი ლითონის დამჭერებით. დამჭერის სიგრძე განისაზღვრება კედლის სისქის მიხედვით; დამჭერის ბიჯი კონსტრუქციულად აიღება არანაკლები 200 მმ და არაუმეტეს კედლის სისქისა; შემდეგ დამჭერებზე კედლიდან ორივე მხარეს მონტაჟდება არმატურის კარკასის სარტყელი, ეწყობა ყალიბი და ხორციელდება ბეტონის ჩაწყობა.
- ლითონის სარტყლის მოწყობამდე კედლის მომზადება ხორციელდება ისევე, როგორც რკინაბეტონის სარტყლის დროს; მომჭერებზე მოწყობამდე ორივე მხარეს მაგრდება ჭანჭიკი, რაც მონტაჟის შემდგომ სარტყლის მოჭიმვის საშუალებას იძლევა. სარტყელი მონტაჟდება მცირე დაშორებით კედლიდან (25-30 მმ); მონტაჟის შემდეგ სიცარიელებს ავსებენ ცემენტ-ქვიშის ხსნარით.



ნახ. 2. რეგულირებადი სამირკველი ლითონის სატყელის გაძლიერებით ექსპლუატაციაში მყოფი შენობისათვის მოქნილი კონსტრუქციული სქემით:

1-გასაძლიერებელი ლითონის სარტყელი; 2- მოქნილობის დერო; 3- ლითონის მომჭერი ორი სარტყლის მუშაობის დასაკმაყოფილებლად; 4- გამანაწილებელი „შტამპები“

რეგულირებადი სამირკველების გაძლიერება რკინაბეტონის და ლითონის სარტყელის გარდა შეიძლება ბეტონის ბალიშებით, არმირებული არმატურის დეროების ბადის ჩართვით, აგრეთვე გამანაწილებელი შტამპებით. ბალიშები საჭიროა ზედაპირის გასასწორებლად, რომელზეც დომკრატის კვანძები იქნება დაყრდნობილი, ისინი საშუალებას იძლევიან შეამცირონ ძაბვა შენობის მზიდ კონსტრუქციებზე მასალის არასაკმარისი სიმტკიცის მახასიათებლებისას. შტამპები აგრეთვე საჭიროა დომკრატის ხვრელის სწორი ზედაპირის მისაღებად და ძალების გადასანაწილებლად დომკრატიდან მიწისზედა კონსტრუქციებზე.

დასკვნა

ექსპლუატაციაში მყოფი მზიდკედლიანი შენობების, რეგულირებადი სამირკველების კონსტრუქციულ-ტექნოლოგიური გაანგარიშების სისტემის დამუშავება იძლევა შენობებისათვის რეგულირებადი სამირკველების გამოყენების საშუალებას როგორც ხისტი, ასევე მოქნილი კონსტრუქციული სქემით. დამუშავებული გაანგარიშებები აკმაყოფილებენ კონსტრუქციის მთლიანობას და შენობის შიდა გეომეტრიულ უცვლელობას როგორც რეგულირებადი სამირკველების სამუშაოების წარმოებისას, ასევე შენობის გასწორებისას. დამუშავებული ტექნოლოგია იძლევა სამუშაოების ჩატარების საშუალებას შენობიდან ხალხის გასახლების გარეშე.

ლიტერატურა

1. ზ. ეზუგბაია, გ. იოსებაშვილი, ი. ირემაშვილი. შენობებისა და ნაგებობების აგების ტექნოლოგია. სახელმძღვანელო, სტუ, თბილისი, 2012, 420 გვ.
2. <http://normativa.ru/content/view/458/241/1/32/Стены из монолитного бетона>.
3. Лапидус А.А., Теличенко В.И., Терентьев О.М. Технология возведения зданий и сооружений; Строительные технологии. М.: Высш. шк., 2004. - 446 с.
4. შ. ბაქანიძე, რ. მახვილაძე. შენობა-ნაგებობათა ტექნოლოგიური გადაწყვეტა. თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2009.
5. Фундаменты с винтовыми домкратами: пат. 1.025.289 Великобритания.

Construction

**TECHNOLOGICAL SOLUTION TO ADJUSTABLE FOUNDATIONS OF
MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE BUILDINGS
WITH LOAD-BEARING WALLS**

Mskhiladze N.

*Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia*

Annotation. A system of technological calculation of adjustable foundations for existing reinforced concrete buildings with load-bearing walls has been elaborated, which allows the use of adjustable foundations for buildings by rigid as well as flexible structural design. The elaborated calculations ensure the integrity of the structures and the invariability of the internal geometry of buildings both when carrying out works on the installation of adjustable foundations and the alignment of buildings. The developed technology allows carrying out works without resettling residents.

Key words: adjustable foundations, flexible constructive scheme, the hardness of the structure.

Строительства

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА РЕГУЛИРУЕМЫХ
ФУНДАМЕНТОВ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
ЗДАНИЙ С НЕСУЩИМИ СТЕНАМИ**

Мсхиладзе Н.

*Грузинский технический университет
Тбилиси, Грузия*

Аннотация. В статье разработана система эффективных технологических решений регулируемых фундаментов для *эксплуатируемых* железобетонных зданий с несущими стенами, которая позволяет применять регулируемые фундаменты для зданий, как *жесткой*, так и *гибкой* конструктивной схемы. Разработанные решения обеспечивают целостность конструкций и неизменность внутренней геометрии здания, как при производстве работ по устройству регулируемых фундаментов, так и при выравнивании здания. Разработанная технология позволяет вести работы без отселения жителей.

Ключевые слова: Регулируемые основы, гибкая конструктивная, твердость структуры.

**CALCULATION OF IMPACT ACTION OF A COHERENT MUDFLOW CURRENT IN
THE WAVE MOTION MODE ON A TRANSVERSE STRUCTURE**

Natishvili O.G.^{1,2)}, Gavardashvili G.V.²⁾

¹⁾ Georgian National Academy of Science

52, Ave. Rustaveli, 0108, Tbilisi.

E-mail: agr.otari@science.org.ge

²⁾ Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University

60-b, Ave. I. Chavchavadze, Tbilisi, 0179.

E-mail: givi_gava@yahoo.com

Annotation: The article gives the physical-mechanical properties of coherent (hyper-concentrated) mudflows and evaluates the wave nature of their movement.

Based on the theoretical and experimental calculations, force of a dynamic impact of a coherent mudflow during its influence on a structure is identified and is used to calculate the reliability of the anti-mudflow structure at the following stage.

The hydraulic calculations demonstrate that the wave velocity during the coherent mudflow motion is 3 times more the average velocity of current in the effective cross section what must be taken into account during the dynamic impact of a current on an anti-mudflow structure.

Keywords: coherent (hyper-concentrated) mudflow, dynamic impact force, anti-mudflow structure.

1. INTRODUCTION

Coherent (hyper-concentrated) mudflows, according to the structural-rheological model, are divided into two groups with dusty-loamy fractions making an important part of their solid structure (>12%).

The main properties of a coherent mudflow are: 1) presence of free water is virtually excluded; 2) solid mass and water move jointly, in a gravitational manner and form a single viscous-plastic belt with the density of - 1700-2400 kg/m³; 3) the mass following the mudflow train is not classified depending on its grain-size. The mass of a coherent mudflow is of a muddy or mud-and-stone content.

In Georgia, coherent mudflows are mainly formed across the Duruji River, in the water catch basin of the river Tetri Aragvi, in the basins of rivers Rioni and Tskhenistkali, etc. with their number exceeding 1000, and the number of active erosive-mudflow loci fixed all over the country is up to 3000 [1].

Figure 1 gives a map of the territory of Georgia and its regions classified by the degree of damage by mudflows and their activation role.

By considering the analysis of field theoretical studies [1], it was established that the processes have been activated and at the locations with no active mudflow processes in the past, the activation of natural calamities is the case.

The natural surveys and natural disaster of June 13-14, 2015 across the Vere River in Tbilisi have made it clear that the risk of occurrence of coherent mudflows has increased following the activation of the landslide processes in the country[1,7].



Fig. 1. Map of the mudflow zones in Georgia

As for the dynamics of a coherent mudflow, it means the motion of current as waves needing forecasting a wave motion of currents in the given area. In this case, it is necessary to consider that the velocity of a continuous wave in turbulent mudflow currents exceeds the average wave velocity in the effective cross section by 1,5 times and by 3 times with coherent mudflows.

By considering the above-mentioned, the value of a dynamic impact force of a coherent mudflow makes for the reliability of an anti-mudflow structure both, for the blind and open-end structures.

The authors used hydraulic calculations to establish that during the motion of a coherent mudflow, the wave velocity is calculated by formula [3]:

$$V_w = 3V_0 \quad (\text{m/sec}) \quad (1)$$

Where: V_w – is the maximum velocity in the coherent mudflow front (m/sec), while V_0 – is the average velocity of a coherent mudflow in the effective cross section (m/sec).

2. IMPACT OF A COHERENT MUDFLOW IN THE WAVE MOTION MODE TOWARDS TRANSVERSE STRUCTURES

Quite often, a structural mudflow moves in a wave mode of motion. The studies of recent years have shown that the velocity of a continuous wave V in structural mudflows is three times the average flow velocity V_1 in the cross section, or according to equation (1), it is:

$$V_w = 3V_1 = \frac{3g_i H^2 \cdot f(\beta_1)}{v_m}, \quad \text{m/sec} . \quad (2)$$

Where: v_m is the kinematic viscosity of the mudflow.

Instability in structural mudflows (like during the movement of the Newtonian fluids) occurs when the speed of continuous waves V_w exceeds the speed of dynamic waves C , which propagate along the current surface, i.e.:

$$v_w > V_1 + C, \quad (3)$$

Whereas for structural mudflows [3]:

$$C = \sqrt{gH \cos \theta_1} \quad (4)$$

It is known that the destructive energy of a structural (coherent) mudflow is many times greater [1] the kinetic energy of both, the turbulent mudflows and sudden water flows equal to them in terms of moving mass flow, since the volumetric weight of a structural mudflow mass is much greater than the volumetric weight typical to other types of currents. The density of the structural mudflow mixture is $\rho = 1,8...2,3 \text{ t/m}^3$. Moving medium is a plastic mud-and-stone conglomerate.

The experiments accomplished with mudflow equipment evidenced that at $\theta = 90^\circ$, i.e. when it is vertical to the wall bed channel, the impact force can be determined by dependence [2,3]:

$$P = 4,5 \rho \omega V_1^2 \quad (5)$$

Where ω is the cross-sectional area of the upper part of the mudflow; V_1 is the average speed of the current with its effective cross section in case of a uniform mode of motion.

Discharge of structural mudflow in a uniform mode of motion can be determined with the following dependencies:

$$Q = \frac{BgiH^3}{v_m} f(\beta_1), \quad (\text{m}^3/\text{sec}), \quad (6)$$

Where: $v_m = \frac{\mu_c}{\rho}$ is the kinematic viscosity of the mudflow; β is the width of the current.

$$f(\beta_1) = \frac{\beta_1}{2} (\beta_1^2 - 1) + \frac{1}{3} (1 - \beta_1^3), \quad (7)$$

Where: θ is the limit value of sloping for the water flow, at which structural mixture of a certain depth and set consistence starts to move. At the same sloping angle of the bottom, a mudflow occurs, reaching a certain depth less than the one during the motion, stops moving; $\beta_1 = \frac{h}{H}$ is the relative depth of current.

Considering that the velocity of the structural mudflow per running meter of the channel width is:

$$V_1 = \frac{giH^2}{v_m} \quad (\text{m/sec}) \quad (8)$$

By substituting formulas (2), (4), (5) into equation (3), we get:

$$\frac{3giH^2}{v_m} f(\beta_1) > \frac{giH^2}{v_m} f(\beta_1) + (gH \cos \theta_1)^{0,5}. \quad (9)$$

The left-hand side of inequality (7) expresses the Reynolds number for structural mudflow currents and is typical to the condition for occurring long continuous waves on the surface of a structural mudflow current moving with velocity V_1 through the stream channel with a positive slope when the current motion is resulted by gravity.

The possibility of the wave occurrence in structural mudflow currents must be taken into account when calculating the power impact of the current on structures.

In wave motion mode of a structural mudflow, dependence (5), by considering formula (1), takes the form:

$$P = 13,5\rho\omega V_1^2 \quad (10)$$

In order to reduce the direct impact of this great force on the vertical anti-mudflow structure, it is necessary to design a structure with an inclined head wall (wedge).

By considering that along the wave front, the speed is constant (Fig. 2), i.e.:

$$V_1 \cos \beta = V_2 \cos(\beta - \theta). \quad (11)$$

By considering the normal to the wave front, from the velocity triangles $A_1B_1C_1$ and $A_2B_2C_2$, we will obtain:

$$\begin{cases} V_1 \sin \beta = V_{1N} \\ V_2 \sin(\beta - \theta) = V_{2N}, \text{ (m/sec)} \end{cases} \quad (12)$$

Where: V_2 is the current velocity in the initial part of the inclined plane; β is the wave front angle; θ is the angle of the sloping part of the structure; N is the index of the normal velocity value; T is the friction index (see Fig. 2).

From equation (12), we obtain:

$$V_2 = V_1 \frac{\cos \beta}{\cos(\beta - \theta)}. \quad \text{(m/sec)} \quad (13)$$

By considering $Q = V_2BH_2$, the depth of the mudflow current on the sloping part of the structure will be:

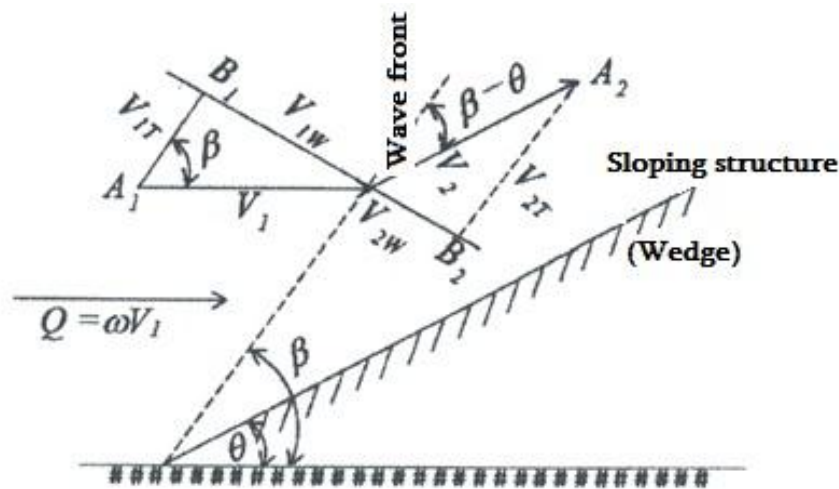


Fig. 2. Impact force of mudflow on the structure

$$H_2 = \frac{q \cos(\beta - \theta)}{V_1 \cos \beta} \quad \text{(m)} \quad (14)$$

Where: $q = \frac{Q}{B}$ is the discharge per unit current width.

In this case, the dependence for the case under consideration will thus be as follows:

1) No-wave motion mode:

$$P = 4,5\rho\omega \left[\frac{V_2 \cos(\beta - \theta)}{\cos \beta} \right]^2, \quad (15)$$

2) Wave mode of motion:

$$P = 13,5\rho\omega \left[\frac{V_2 \cos(\beta - \theta)}{\cos \beta} \right]^2, \quad (16)$$

Above-given relations (15) and (16) make it clear that the impact action of a structural mudflow on a transverse structure with a sloping head wall (with a wedge) is much less than on structures with a vertical wall, which is to be expected.

3. CONCLUSION

The proposed article is an attempt to present the results of some theoretical and experimental studies of coherent mudflows and their interaction with anti-mudflow structures.

The presented results, though not final in certain cases, but are the sign of the exploitability and productivity of such an approach to this complex problem requiring urgent solution of the needs of practice.

REFERENCES

1. Guide for adaptation to the climate change. Tbilisi, 2016, p. 266.
2. Natishvili O., Kruashvili I., Gavardashvili I., Inashvili I. – Methodic Recommendations to design anti-mudflow structures (hydraulic calculations). Georgian National Academy of Science, Tbilisi, 2016, p. 48.
3. Natishvili O.G., Kruashvili I.G., Inashvili I.D. – Applied problems of dynamics of coherent mudflow currents. Moscow, 2018, «Nauchtechlitkizdat» LLC, p. 141.
4. Natishvili O.G., Tevazadze V.I. – Waves in mudflows. Moscow, Publishing House «Nauchtechlitkizdat» LLC, 2011, p. 160.
5. Natishvili O.G., Tevazadze V.I. – Fundamentals of mudflow dynamics. Tbilisi, 2007, p. 214.
6. Natishvili O.G., Gavardashvili G.V. – Calculation of properties of the motion of the hear piece of a coherent mudflow. Collection of Scientific Works of the Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, №70, Tbilisi, 2015, pp.138-143.
7. Chernomorets S.S. – Mudflow loci before and after catastrophes. Moscow: Nauchnyi Mir, 2005, p. 200.

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ АЗЕРБАЙДЖАНА И ИХ ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Нуриев Е.Б., Умудова Р.И., Ахмедова И.И., Гусейнзаде Ф.М.

Бакинский государственный университет

Ул. З. Халилова 23, г. Баку, AZ1148, Азербайджан

Email: elxan.nuriyev@mail.ru

Аннотация. Азербайджан является одной из древнейших земледельческих стран, свидетельством тому служат следы созданных ирригационных каналов и оросительных систем Мильской и Муганской равнин, относящихся к IV – VIII векам. В 1914 году в Елизаветпольской губернии насчитывалось до 1200 оросительных каналов. Для обводнения сельскохозяйственных угодий, кроме речных вод использовались воды кяхризов, родников и в виде осадков снегово – дождевого происхождения. Были построены Мингечаурское, Шамкирское, Ханбуланчайское и др. водохранилища.

Ключевые слова: система орошения, канал, грунтовые воды, гидроэнергетика, рекреационные цели.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, Азербайджан является одной из древнейших земледельческих стран, свидетельством тому служат следы созданных ирригационных каналов и оросительных систем Мильской и Муганской равнин, относящихся к IV – VIII векам. В 1914 году в Елизаветпольской губернии насчитывалось до 1200 оросительных каналов [1,24]. Для обводнения сельскохозяйственных угодий, кроме речных вод использовались воды кяхризов, родников и в виде осадков снегово – дождевого происхождения. Для сбора снеговых, дождевых, в том числе ливневых вод были построены небольшие плотины и созданы водохранилища. В одной лишь Ленкоранской губернии в 1883 году с целью орошения рисовых полей было создано 123 водохранилища. Построенное на правом берегу реки Куры на Муганской равнине вблизи станции Карачала водохранилище, наполнялось паводковыми водами и использовалось для полива рисового поля площадью в 500 га.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В Нахчеванской губернии на высоте выше 2000 метров над уровнем моря в конце XVI века было построено водохранилище Ганлыгёль, которое потеряло своё былое назначение после 200 – 250 –летней эксплуатации. В советский период это водохранилище заново перестроилось и его объём был увеличен в 3 раза. После 50-х годов прошлого столетия в Республике в целях рационального использования водных ресурсов, которые были распределены по территории крайне неравномерно, был создан ряд водохранилищ. С помощью этих водохранилищ через оросительные каналы была проведена мелиорация и орошение засоленных почв. С этой целью в республике были построены и сданы в эксплуатацию до 50 водохранилищ и множество оросительных каналов и коллекторов.

Огромную роль в республике в решении проблем орошения и энергетики сыграло строительство в 1953 году Мингечаурского водохранилища на реке Кура объёмом в 16 куб км. Ныне два отведённых больших канала (Верхне – Карабахский, Верхне – Ширванский) дают возможность оросить 550 млн га. посевных площадей. В 1982 и 2000 году были сданы в эксплуатацию Шамкирское и Еникендское водохранилища. Эти два крупных водохранилища позволили регулировать многолетний сток воды в реке Кура.

В регулировании режима стока Куры немаловажное значение имеют водохранилища, построенные на его притоках. Из них можно отметить самые крупные: Сарсангское, Акстафинское, Хачинчайское, Ахынчайское водохранилища. Ряд водохранилищ были созданы на реках впадающих непосредственно в Каспийское море. Из них самое крупное Джейранбатанское водохранилище построенное в 1958 году на территории Абшеронского полуострова. Подпитываемый Самур – Абшеронским каналом это водохранилище используется для водообеспечения городов Баку и Сумгаита и орошения земель площадью в 16 млн га.

В 1964 году было сдано в эксплуатацию Пирсаатское водохранилище площадью 2,34 кв км, ныне оно находится на стадии полного заиления. Построенное в 1965 году Болгарчайское водохранилище находится в том же состоянии. В 1976 году в бассейне реки Башаручай (Ленкоранская природная область) было построено Ханбуланчайское водохранилище площадью 2, 46 кв км и объёмом в 45 млн куб м. На реке Нахичеваньчай построено 8 водохранилищ. Из них 4 были созданы на верхнем течении реки: 3 Батабатских водохранилища (общим объёмом 3,6 куб м.) и превращённый в водохранилище озеро Ганлыгёль, 4 водохранилища созданы в стороне от поймы рек, в нижней части бассейна: Узуноба, Нехрам – Новый, Нехрам – Старый и водохранилище Гахаб [1,25]. Качество воды в водохранилище зависит от степени загрязнённости впадающих рек, от их санитарно – гигиенического состояния.

Исследования показывают, что санитарно – гигиеническое состояние воды в водохранилищах, созданных на фоне интенсивного загрязнения рек в результате антропогенного влияния, резко ухудшается. Если ранее антропогенной эвтрофикации подвергались малые водные бассейны, то в нынешний период происходит загрязнение воды в крупных водоёмах. В загрязнении поверхностных вод Азербайджана причастно множество выбросов и отходов промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Из 56 водохранилищ, построенных в Азербайджане, только лишь два (Джаванширское и Агджакабульское заполняется водами рек Пирсаат и Агсу) можно сказать, что полностью подвержены заилению [1,29]. По характеру происхождения, размещения и гидрографическим особенностям озёра Азербайджана можно подразделить на три основные группы: озёра Кура – Аразской низменности, озёра Абшерона, горные озёра. В течении суток из города Гянджа в реку Гянджачай сливают около 300 тыс куб м загрязнённой воды [3, 58]. За сутки Аразский водный узел загрязняется городскими сточными водами Нахичевани, из них 47 тыс куб м впадает в реку Нахичеваньчай, а остальные непосредственно в водохранилище.

На Каспийском побережье встречаются несколько лагунных озёр (Агзыбирчала, Ольховка), площадь которых значительно изменяется под влиянием колебания уровня моря. В прошлом озёра Абшерона были по природному своеобразие уникальными, здесь добывали поваренную соль, использовали лечебную глину. В середине XX века добыча поваренной соли составляла 10 тыс тонн. Эта соль употреблялась на Южном Кавказе, в Иране и в Турции. Значительны запасы соли на озёрах Масазыр, Фатмаи, Лок – Батан, Кобы. На многих озёрах из – за изменения природного режима и смешения промысловыми водами, есть значительное количество йода и брома. В 1920 году первый йодовый завод был построен в бывшем СССР на базе Раманинского озера. В настоящее время осадочная глина дна Масазырского озера используется в лечебных целях.

В настоящее время состояние качества воды непригодно не только для рекреационных целей (купания, водного туризма), но даже и для технических целей. Это, в свою очередь, создаёт экологическую напряжённость в регионе расположения озёр. Большинство горных рек расположены на территории с небольшой численностью населения, несколько отдалённых от населённых пунктов, хорошо снабжены водой и имеют умеренно холодный климат. В таких условиях они очень мало подвергаются антропогенному воздействию, объём и качество воды почти не меняется. Общее число Азербайджанских рек 8359, их общая длина 34000 км. Из них самые протяжённые Кура и Араз. Эти реки самые крупные артерии Южного Кавказа.

Основная часть территории Азербайджана относится к притокам Араза и прилегающего бассейна Куры [2,38]. Сток Куры за период с мая по июнь месяцы составляет 60 – 70 % от годового стока. Летом начинается его маловодье и продолжается по сентябрь месяц. Уровень воды зимой бывает стабильным. Самый длинный приток река Араз. Она богата множеством видов рыб. На берегу реки Кура расположены многие города Азербайджана: Газах, Товуз, Мингечаур, Евлах, Барда, Зардоб, Агджабеди, Сабирабад, Ширван, Сальян, Нефтчала.

Широко используется в орошении река Араз - самый крупный приток Куры, которая по объёму воды является второй рекой и протекает по территории Турции, Ирана, Азербайджана и Армении. Вблизи города Сабирабад р. Араз впадает в Куру. В период орошения с июля по август вода реки резко мелеет. По содержанию наносов и ила река Араз занимает одно из первых мест в мире. Источниками питания Мингечаурского водохранилища являются река Кура и её притоки Ганых (Алазани) и Габырры (Иори). Из Мингечаурского водохранилища берут воду Верхне Карабахский и Верхне Ширванский каналы. Мингечаурское водохранилище, наряду с наращиванием электроэнергетической мощи в республике, играет огромную роль в решении проблемы орошения основного земледельческого района – Кура – Аразской равнины и очень важно для орошения земель Ширванской, Карабахской и Муганской равнин.

Мингечаурское водохранилище используется в рыболовстве, водоснабжении и в рекреационных целях. На плотине Мингечаурского водохранилища сооружена ГЭС, состоящая из 6 гидроагрегатов, общей мощностью 371 тыс кв ч. Аразское водохранилище было сдано в эксплуатацию в 1971 г. Это водохранилище сооружённое совместно с Иранской Исламской Республикой используется в целях энергетики и орошения. С эксплуатацией водохранилища были обводнены и обеспечены водоснабжением 400 тыс га орошаемых земель Азербайджана и Ирана. На Аразской гидроэлектростанции соорудили 4 турбины. Из них 2 размещены на территории Иранской Исламской Республики, а 2 на территории Азербайджана.

Шамкирское водохранилище на реке Кура было сдано в эксплуатацию в 1982 году. Из водохранилища двухступенчатыми насосными станциями забирается вода для орошения земельных площадей в 46 млн га. Шамкирского, Самухского, Ханларского и Геранбойского районов Миль - Муганский гидроузел был сдан в эксплуатацию в 1972 году. Целью строительства гидроузла было обеспечение водой 200 тыс га орошаемых земель на территории Азербайджана и Ирана, регулируемым стоком реки Араз. Водой, взятой из гидроузла орошается 120 тыс га площади земель республики в Физулинском, Бейлаганском, Агджабединском, Агдамском и Имишлинских районах. Верхне – Ширванский канал был сдан в эксплуатацию в 1958 году, его длина 123 км. Этот канал обеспечил орошение 127 тыс га земельной площади Евлахского, Геокчайского, Агдашского, Кюрдамирского и Агсуинского районов. Верхне – Мильский канал берет начало вблизи посёлка Горадиз Физулинского района. Миль – Муганский гидроузел, сооружённый над рекой Араз, обеспечивает полив посевных площадей в 69,2 тыс га Физулинского, Бейлаганского, Агджабединского районов.

ВЫВОДЫ

В целях предотвращения и предупреждения загрязнения озёр, их реконструкции, улучшения экологической ситуации необходимо проведение нижеследующих мероприятий: для предотвращения сброса в озёра промышленных и бытовых отходов на всех промышленных и коммунальных объектах должны быть установлены очистные установки; осушение критически загрязнённых и вновь образованных озёр; коренная реконструкция оросительной сети и орошение сельскохозяйственных культур новыми прогрессивными методами; путём создания дренажной системы снизить уровень грунтовых вод и использовать колодцы; рекультивировать загрязнённые нефтью земли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Халилов Ш.Б. Водохранилища Азербайджана и их экологические проблемы. Баку, 2003, 310 стр.
2. Рустамов С.Г. Реки Азербайджанской ССР и их гидрологические особенности (на азерб. языке). Изд. АН. Азерб. ССР. Баку, 1960, 196 стр.
3. Фатуллаев Г.Ю. Изменение стока наносов и мутности рек бассейна р. Куры под влиянием хозяйственной деятельности. Сб. по гидрологии, № 18, Гидрометеоиздат, 1986, с. 52 – 74.

Water resources

WATER RESOURCES OF AZERBAIJAN AND THEIR ECONOMIC USE

Nuriev E., Umudov R., Ahmadova I., Huseynzade F.

Baku State University

Baku, Azerbaijan

Annotation. The tracks of irrigation systems of centuries in Mugam and Mil plains is the evidence for Azerbaijan to be the country of plantation. Only in 1914, in the Elizabeth Province, there were up to 1200 relics of the canal. For agricultural irrigation, not only river water was used. Besides the river water, underground water and snow water were used. For example, we can show Mingachevir, Shamkir and Khanbulanchay water reservoirs.

Keywords: irrigation systems, canal, river, underground water, hydroenergy, recreation purposes.

საკონტროლო ევაპორანსპირაციის განსაზღვრის მეთოდი

თ. ოდილავაძე, კ. ბზიავა, ვ. შურღაია, ს. მოდებაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის

ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი

ი.ჭავჭავაძის გამზირი 60^ა, 0179, თბილისი, საქართველო

E-mail: odilavadze2004@Yahoo.com. k.bziava@yahoo.co.uk. V.shurghaia@gtu.ge.

smodebadze@gmail.com.

ანოტაცია. მოცემული პუბლიკაციის მიზანია შპს „საქართველოს მელიორაციაში“ შემავალ ორგანიზაციებს (სერვის ცენტრები) შესაძლებლობა ჰქონდეთ განსაზღვრონ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წყალმოთხოვნილება ვეგეტაციის პერიოდში მსოფლიოში მიღებული ისეთი თანამედროვე მეთოდის გამოყენებით, როგორცაა ეტალონური ევაპორანსპირაციის განსაზღვრის (FA056) მეთოდი, მოცემული ადგილმდებარეობისა და ხელმისაწვდომი კლიმატური პარამეტრების მონაცემთა ბაზის გამოყენების საშუალებით.

საკვანძო სიტყვები: ევაპორანსპირაცია, ჰაერის ტემპერატურა, ფარდობითი ტენიანობა, ქარის სიჩქარე, მზის რადიაცია.

შესავალი

ტერმინი ევაპორანსპირაცია (ET) ჩვეულებრივ გამოიყენება წყლის დანაკარგის ორი პროცესის ასაღწერად დედამიწის ზედაპირიდან ატმოსფეროში - აორთქლება და ტრანსპირაცია. აორთქლება ეს არის პროცესი, როდესაც წყალი გარდაიქმნება წყლის ორთქლად და შორდება წყლის წყაროებს, როგორებიცაა ნიადაგის ზედაპირი, მცენარეული საფარი, ტროტუარი, წყალსატევები და სხვა. ტრანსპირაცია კი არის პროცესი, როდესაც აორთქლება ხდება უშუალოდ მცენარიდან სტომატების საშუალებით წყლის ორთქლის სახით.

აორთქლება და ტრანსპირაცია ხდება ერთდროულად და ორივე პროცესი დამოკიდებულია მზის გამოსხივებაზე, ჰაერის ტემპერატურაზე, ფარდობით ტენიანობაზე (ანუ წყლის ორთქლის დეფიციტზე) და ქარის სიჩქარეზე. ტრანსპირაციის სიჩქარეზე ასევე მოქმედებს კულტურის სახეობა (მისი ფიზიოლოგია), ეკოლოგიური ასპექტები და კულტივირების მეთოდები. შესაბამისად, სხვადასხვა მცენარეულ საფარს შეიძლება ჰქონდეს ტრანსპირაციის სხვადასხვა მნიშვნელობა. არა მხოლოდ კულტურის ტიპი, არამედ კულტურის ზრდა-განვითარების სტადიები, გარემო და მართვა უნდა მივიღოთ მხედველობაში ტრანსპირაციის შეფასების დროს. მცენარის განვითარების საწყის ფაზაში წყალი ძირითადად იკარგება ზედაპირიდან აორთქლებით, ხოლო, როდესაც მცენარე კარგად არის განვითარებული და თითქმის ფარავს ნიადაგის ზედაპირს, ტრანსპირაცია წარმოადგენს ძირითად პროცესს.

ძირითადი ნაწილი

საკონტროლო (ასევე ეტალონური) ევაპორანსპირაცია (ET₀) არის სიჩქარე, როდესაც ადგილი აქვს მცენარისთვის ადვილად მისაწვდომი წყლის აორთქლებას. საკონტროლო ევაპორანსპირაცია მიღებულია ჰიპოტეტური კულტურა (მწვანე ბალახი) სიმაღლით 0,07-

0,12მ, ზედაპირის წინაღობით 70cm^{-1} , ალბედო 0,23 და ყოველთვის უწყვეტად მიეწოდება იმდენი წყალი, რა რაოდენობის წყლის აორთქლებაც მას შეუძლია. ET_0 შემოღებული იქნა იმისათვის, რომ განვსაზღვროთ მცენარის წყალმოთხოვნილება მისი ბიოლოგიური მოთხოვნილების მიხედვით.

ბოლო 50 წლის განმავლობაში დამუშავებულია დიდი რაოდენობის ემპირიული მეთოდები ევაპოტრანსპირაციის შესაფასებლად სხვადასხვა კლიმატური პარამეტრების გამოყენებით. ზოგიერთი მათგანი მიღებულია კარგად ცნობილი პენმანის (penman1948) განტოლების საშუალებით, წყლის თავისუფალი ზედაპირიდან ან ნიადაგის შიშველი და მწვანე ბალახიანი ზედაპირიდან (ამჟამად ცნობილი, როგორც ევაპოტრანსპირაცია) ენერგეტიკული ბალანსის და აეროდინამიკური ფორმულის გამოყენებით, რომელიც გამოსახება შემდეგნაირად.

$$\lambda E = \frac{[\Delta(R_n - G)] + (\gamma \lambda E_a)}{(\Delta + \gamma)} \quad (1)$$

სადაც, λE არის აორთქლების ფარული სითხის ნაკადი (მეგაჯოული m^{-2} დღ $^{-1}$);

Δ - გაჯერებული ორთქლის წნევის დახრილობის მრუდი $[\frac{\delta e^0}{\delta T}]$, სადაც e^0 არის

გაჯერებული ორთქლის წნევა (კპა)

T - დღელამური ტემპერატურა ($^{\circ}\text{C}$);

R_n - სრული გამოსხივების ნაკადი (მეგაჯოული m^{-2} დღ $^{-1}$);

λ - ორთქლად გცევის ფარული სითბო (მეგაჯოული m^{-2} დღ $^{-1}$);

G- სითბოს ნაკადი ნიადაგში (მეგაჯოული m^{-2} დღ $^{-1}$);

γ - ფსიქომეტრიული მუდმივა (კპა $^{\circ}\text{C}^{-1}$);

E_a - აორთქლება (მმ დღ $^{-1}$).

1965 წელს მონტეიტმა პერმანის განტოლებაში შემოიღო ტერმინი „ზედაპირული წინააღმდეგობა“ და ამის შემდეგ განტოლებას ეწოდა პენმან-მონტეიტის განტოლება, რომელსაც აქვს შემდეგი სახე:

$$\lambda ET_0 = \frac{\Delta(R_n - G) + \left[\frac{86,400 \rho_a C_p (e_s^* - e_a)}{r_{av}} \right]}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_s}{r_{av}} \right)} \quad (2)$$

სადაც, ρ_a ჰაერის სიმკვრივეა (კგ.მ $^{-3}$);

C_p - მშრალი ჰაერის ხვედრითი სითბო;

e_s^* - გაჯერებული ორთქლის საშუალო წნევა (კპა), გამოთვლილი როგორც ორთქლი დღელამის მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურების საშუალო მნიშვნელობის შესაბამისად;

r_{av} - ზედაპირის მოცულობითი აეროდინამიკური წინააღმდეგობა ორთქლის წნევისათვის (სმ $^{-1}$);

e_a - შემოფარგლული გარემოს საშუალო დღიური ორთქლის წნევა (კპა);

r_s - ზედაპირული წინააღმდეგობის გუმბათი (სმ $^{-1}$).

შესაბამისად ახალ განტოლებას აქვს შემდეგი სახე:

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{800}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)} \quad (3)$$

სადაც ET_0 - არის საკონტროლო ევაპოტრანსპირაციის სიჩქარე (მმ დღ⁻¹);

T - ჰაერის საშუალო ტემპერატურა (°C);

u_2 - ქარის სიჩქარე (მ.წმ⁻¹) ნიადაგის ზედაპირიდან 2 მ-ის სიმაღლეზე.

განტოლება (3) შეიძლება გამოვიყენოთ, როდესაც გვაქვს მონაცემები ყოველ საათში, თუ მუდმივი მნიშვნელობა „900“ გაიყოფა 24 საათზე, ხოლო $R_n - S$ და $G - S$ გამოვსახავთ როგორც მეგაჯოული მ⁻²სთ⁻¹;

1999 წელს ირიგაციის ასოციაციამ (IA) თხოვნით მიმართა ირიგაციისა და ჰიდროლოგიის კომიტეტს, რათა ეკოლოგიისა და წყლის რესურსების ინსტიტუტს (ამერიკის სამოქალაქო მშენებლობის ასოციაცია) (ASCE-ET) შეექმნა ერთი სტანდარტული განტოლება ევაპოტრანსპირაციაზე მოქმედი პარამეტრების შესაფასებლად. შედეგად მიიღეს ორ განტოლებას: ერთი - დაბალი კულტურებისათვის (მოკლედ შეჭრილი ბალახი) ET_{os} და მეორე - მაღალი კულტურებისთვის (იონჯას მსგავსი, რომელიც მთლიანად ფარავს ნიადაგის ზედაპირს) ET_{rs} . შესაბამისად, შესაძლებელი გახდა ევაპოტრანსპირაციის განსაზღვრა ყოველდღიური (24 საათი) და ყოველ საათობრივი პერიოდებისათვის. ასეთ შემთხვევაში პენმან-მონტიეტის განტოლება ჰიპოტეტიკური კულტურებისათვის ჩაიწერება, როგორც

$$ET_{SZ} = \frac{0,408\Delta(R_nG) + \gamma \frac{C_n}{T+273} u_2 (e_s^0 - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + C_a u_2)} \quad (4)$$

სადაც, ET_{SZ} სტანდარტული ეტალონური ევაპოტრანსპირაციაა მწვანე ბალახისათვის (ET_0) ან იონჯისთვის (ET_{rs}) 24 საათის განმავლობაში (მმ დღ⁻¹) და ყოველი საათობრივი ბიჯით (მმ სთ⁻¹). C_n მუდმივა მრიცხველში საკონტროლო კულტურის სახეობისა და დროის მიხედვით და C_a - მუდმივა მნიშვნელში საკონტროლო კულტურის სახეობის და დროის მიხედვით.

საყურადღებოა, რომ ET_{SZ} მოკლედ შეჭრილი ბალახისთვის (ET_{os}) იდენტურია პენმან-მონტიეტის განტოლებისა (3). ეს განტოლება შეირჩა იმის გამო, რომ იგი უახლოვდება ET_0 , სადაც მთლიანად ფასდება როგორც ფიზიოლოგიური, ასევე აეროდინამიკური პარამეტრები.

აუცილებელი პარამეტრები საკონტროლო ევაპოტრანსპირაციის (ET_0) განსაზღვრისათვის

ევაპოტრანსპირაციის შეფასების მეთოდი დაფუძნებულია კლიმატური პარამეტრების მონაცემთა ბაზაზე, რომელთა მიღება შესაძლებელია თანამედროვე მეტეოროლოგიური სადგურების საშუალებით. პენმან-მონტიეტის განტოლებაში (3) გამოყენებულია ისეთი კლიმატური პარამეტრები, როგორცაა- მზის რადიაცია, ჰაერის ტემპერატურა, ტენიანობა და ქარის სიჩქარე. მეტეოროლოგიური მონაცემები აუცილებელია გაიზომოს 2 მეტრის სიმაღლეზე, როდესაც ნიადაგი დაფარულია 0,07-0,12მ სიმაღლის ბალახით.

ეტალონური ევაპოტრანსპირაცია ET_0 (განტოლება 3) უზრუნველყოფს სტანდარტს, რომელიც შეიძლება შევადაროთ:

- ევაპოტრანსპირაციის მნიშვნელობას წლის სხვადასხვა პერიოდში და სხვადასხვა რეგიონში.
- სხვადასხვა კულტურების ევაპოტრანსპირაციას.

ETi გაანგარიშების პრაქტიკული ეტაპები.

1. დღის საშუალო ტემპერატურა. ჰაერის მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურა °C, იქ, სადაც საშუალო ტემპერატურის მნიშვნელობა ხელმისაწვდომია, გაანგარიშება მაინც უნდა ჩავატაროთ, რადგან ცდომილებას ექნება ადგილი გაჯერებული ორთქლის წნევა-ტემპერატურას შორის არახაზოვანი დამოკიდებულების გამო. საშუალო ტემპერატურა გამოითვლება როგორც:

$$T_{საშ} = \frac{T_{მაქს} + T_{მინ}}{2} \quad (5)$$

სადაც

$T_{საშ}$ – ჰაერის საშუალო ტემპერატურა (°C დღეში);

$T_{მაქს}$ – ჰაერის მაქსიმალური ტემპერატურა (°C დღეში);

$T_{მინ}$ – ჰაერის მინიმალური ტემპერატურა (°C დღეში).

2. დღის საშუალო მზის რადიაცია (R_s). მზის რადიაციის საშუალო მნიშვნელობა გამოსახება მეგაჯოულებში ერთეულ კვადრატულ მეტრ ფართობზე დღეში (მეგაჯოული მ² დღ⁻¹), მზის რადიაციის საშუალო მნიშვნელობა მიიღება მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემების მიხედვით 24 საათის განმავლობაში. ერთეულების გადაყვანა შეიძლება მოხდეს, როდესაც მზის რადიაცია გადაგყავს ვატებში ერთ კვადრატულ მეტრზე (R_T მ² დღ⁻¹).

$$R_s(\text{მეგაჯოული } \sigma^{-2} \text{ დღ}^{-1}) = R_s(\text{ვატი } \sigma^{-2} \text{ დღ}^{-1}) \times 0,0864 \quad (6)$$

3. ქარის სიჩქარე (U_2). U_2 არის საშუალო დღეღამური ქარის სიჩქარე (მწმ⁻¹) გაზომილი 2 მეტრ სიმაღლეზე ნიადაგის ზედაპირიდან. საჭიროა შევამოწმოთ რა სიმაღლეზე ვზომავთ ქარის სიჩქარეს, რადგან იგი ნიადაგის ზედაპირიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე განსხვავებულია. ქარის სიმაღლე გაზომილი 2 მეტრ სიმაღლისგან განსხვავებულ სიმაღლეზე შეიძლება დავარეგულიროთ შემდეგი განტოლებით:

$$U_2 = U_h \frac{4,87}{h \ln(67,8h - 5,42)} \quad (7)$$

სადაც, U_2 - არის ქარის სიჩქარე ნიადაგის ზედაპირიდან 2 მეტრ სიმაღლეზე, მწმ⁻¹;

U_h - ქარის სიჩქარე ნიადაგის ზედაპირიდან სიმაღლეზე რომელიც, მეტია 2 მეტრზე, მწმ⁻¹;

h - სიმაღლე ნიადაგის ზედაპირიდან, როდესაც ქარის სიჩქარე მოცემულია მილი საათში (მილი სთ⁻¹) და საჭიროა მისი გამოსახვა მეტრი წაშში (მ წმ⁻¹) შეიძლება ჩაიწეროს U_2 (მ წმ⁻¹) = U_2 (მილი სთ⁻¹).

4. გაჯერებული ორთქლის წნევის მრუდის დახრილობა (Δ). ევაპოტრანპირაციის განსაზღვრისათვის საჭიროა დამყარდეს კავშირი გაჯერებული ორთქლის წნევას, ტემპერატურასა და $\Delta - S$ შორის, რომელიც გამოისახება შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$\Delta = \frac{4098 \left[0,6108 \exp \left(\frac{17,272 - T_{საშ}}{T_{საშ} - 237,3} \right) \right]}{(T_{საშ} - 237,3)^2} \quad (8)$$

სადაც, $T_{\text{საშ}}$ არის დღის საშუალო ტემპერატურა, $^{\circ}\text{C}$ *exp* არის ნატურალური ლოგარითმის ფუნქცია - 2,7189.

5. ატმოსფერული წნევა (p). ატმოსფერული წნევა p წარმოადგენს წნევას, რომელიც გამოწვეულია დედამიწის ატმოსფეროს წონით. მიუხედავად იმისა, რომ ატმოსფერული წნევა დედამიწის ზედაპირიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე იცვლება, ეს ცვლილება იმდენად უმნიშვნელოა, რომ საკმარისია ავიღოთ მისი საშუალო მნიშვნელობა ადგილმდებარეობის მიხედვით. თუ დავუშვებთ, რომ იდეალური ჰაერის კანონისათვის სტანდარტული ატმოსფერული წნევა 20°C ტემპერატურის დროს, იდეალური აირის გამარტივებული კანონი 20°C სტანდარტული ატმოსფეროსთვის შეიძლება გამოვიყენოთ P საანგარიშოთი კილოპასკალებში, დედამიწის ზედაპირიდან გარკვეულ სიმაღლეზე.

იგი განისაზღვრება როგორც:

$$p=101,3 \left[\frac{293-0,0065z}{293} \right]^{5,26} \quad (9)$$

სადაც z არის სიმაღლე ზღვის დონიდან (მ).

6. ფსიქომეტრიული მუდმივა γ . ხვედრითი სითბო მუდმივი წნევის დროს არის - ენერჯის რაოდენობა, რომელიც საჭიროა ერთეული მასის ჰაერის ერთი გრადუსი ტემპერატურით გასაზრდელად მუდმივი წნევის დროს. მისი მნიშვნელობა დამოკიდებულია ჰაერის შემადგენლობაზე, ანუ მის ტენიანობაზე. ატმოსფეროს საშუალო პირობებისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ მისი მნიშვნელობა $-C_p=1,013 \cdot 10^{-3}$ მეგაჯ. კგ $^{-1}$ $^{\circ}\text{C}^{-1}$, რადგანაც ყოველი ადგილობრივი მდებარეობისათვის გამოიყენება საშუალო ატმოსფერული წნევა (განტოლება 9) ფსიქომეტრიული მუდმივა ინარჩუნებს თავის მნიშვნელობას მოცემული ადგილმდებარეობისათვის. ფსიქომეტრიული მუდმივა შეიძლება შეიძლება გამოისახოს შემდეგი დამოკიდებულებით.

$$\gamma = \frac{C_p \cdot P}{\epsilon \lambda} = 0,000665p \quad (10)$$

სადაც, γ არის ფსიქომეტრიული მუდმივა, კვა $^{\circ}\text{C}^{-1}$;

λ - ორთქლის ფარული სითბო, 2,45 მეგაჯოული კგ $^{-1}$;

C_p - ხვედრითი სითბოტევადობა მუდმივი წნევის დროს, მეგაჯოული კგ $^{-1}$ $^{\circ}\text{C}^{-1}$;

ϵ - წყლის ორთქლის მოლეკულური მასის შეფარდება მშრალ ჰაერთან, $\epsilon=0.622$.

7. DeltaTerm (DT) (რადიაციის ხანგრძლივობის განსაზღვრისთვის დამხმარე ანგარიში) იმისათვის, რომ გავამარტივოთ ET_0 ანგარიში, ზოგიერთი პარამეტრები უნდა განვსაზღვროთ ცალ-ცალკე, რომელიც შედის ET_0 საანგარიშო განტოლებაში, ანუ

$$DT = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma(1 + 0,344U_2)} \quad (11)$$

სადაც, Δ არის გაჯერებული ორთქლის მრუდის დახრილობა (განტოლება 8);

γ - ფსიქომეტრიული მუდმივა (განტოლება 10), U_2 - ქარის სიჩქარე ნიადაგის ზედაპირიდან 2 მეტრ სიმაღლეზე (განტოლება 7);

8. Psi Term (PT) (ქარის ხანგრძლივობის განსაზღვრისათვის დამხმარე ანგარიში).

ქარის ხანგრძლივობის გამოთვლა საჭიროა იმისათვის, რომ გავამარტივოთ ET პარამეტრები (განტოლება 3), რომელსაც აქვს შემდეგი სახე:

$$PT = \frac{\gamma}{\Delta + \gamma(1 + 0,344U_2)} \quad (12)$$

სადაც, Δ არის გაჯერებული ორთქლის მრუდის დახრილობა (განტოლება 8);

γ - ფსიქომეტრიული მუდმივა (განტოლება 10), U_2 - ქარის სიჩქარე ნიადაგის ზედაპირიდან 2 მეტრ სიმაღლეზე (განტოლება 7);

9. ტემპერატურისა და ქარის სიჩქარის ერთდროული გავლენა ET_a. ტემპერატურისა და ქარის სიჩქარის ერთდროული გავლენა ET გაანგარიშების დროს შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$TT = \left[\frac{900}{T_{\text{საშ}} + 273} \right] \times U_2 \quad (13)$$

სადაც, $T_{\text{საშ}}$ არის დღეღამის საშუალო ტემპერატურა (განტოლება 5).

10. გაჯერებული ორთქლის წნევა მიღებული ჰაერის ტემპერატურის მონაცემებით. გაჯერებული ორთქლის წნევა დამოკიდებულია ჰაერის ტემპერატურაზე, ამიტომ იგი უნდა ვიანგარიშოთ ჰაერის ტემპერატურის მიხედვით, რომელიც გამოისახება, როგორც

$$e(T) = 0,6108 \exp \left[\frac{17,27T}{T + 237,3} \right] \quad (14)$$

სადაც, $e(T)$ არის გაჯერებული ორთქლის წნევა ტემპერატურის (T) მიხედვით, კპა, T- ჰაერის ტემპერატურა (°C).

შესაბამისად საჭიროა ვიანგარიშოთ გაჯერებული ორთქლის წნევის საშუალო მნიშვნელობა ჰაერის მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურების შესაბამისად.

$$e(T_{\text{მაქს}}) = 0,6108 \exp \left[\frac{17,27T_{\text{მაქს}}}{T_{\text{მაქს}} + 237,3} \right] \quad (15)$$

$$e(T_{\text{მინ}}) = 0,6108 \exp \left[\frac{17,27T_{\text{მინ}}}{T_{\text{მინ}} + 237,3} \right] \quad (16)$$

სადაც, $T_{\text{მაქს}}$ არის ჰაერის მაქსიმალური ტემპერატურა დღეღამეში (°C);

$T_{\text{მინ}}$ - არის ჰაერის მინიმალური ტემპერატურა დღეღამეში (°C).

გაჯერებული ორთქლის წნევის საშუალო მნიშვნელობა დღეღამეში, კვირაში, დეკადაში და თვეში, როგორც საშუალო დღეღამური ჰაერის მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურის შესაბამის პერიოდში:

$$e_{\text{საშ}} = \frac{e_{\text{მაქს}} + e_{\text{მინ}}}{2} \quad (17)$$

11. ორთქლის ფაქტიური წნევა (e_a) მიღებული ფარდობითი ტენიანობის მონაცემების მიხედვით. ორთქლის ფაქტიური წნევა (e_a) ასევე შეიძლება ვიანგარიშოთ ფარდობითი ტენიანობის საშუალებით. იმისდა მიხედვით, თუ ტენიანობის რა მონაცემები მოგვეპოვება, საჭიროა გამოვიყენოთ შემდეგი განტოლება:

$$e_a = \frac{e_{T_{\text{მინ}}} \left[\frac{RH_{\text{მაქს}}}{100} \right] + e_{T_{\text{მაქს}}} \left[\frac{RH_{\text{მინ}}}{100} \right]}{2} \quad (18)$$

სადაც, e_a არის ორთქლის ფაქტიური წნევა, კპა;

$e_{T_{\text{მინ}}}$ - გაჯერებული ორთქლის წნევა დღეღამური მინიმალური ტემპერატურის დროს (კპა);

$e_{T_{\text{მაქს}}}$ - გაჯერებული ორთქლის წნევა დღელამური მაქსიმალური ტემპერატურის დროს (კპა);

$RH_{\text{მაქს}}$ - მაქსიმალური ფარდობითი ტენიანობა (%);

$RH_{\text{მინ}}$ - მინიმალური ფარდობითი ტენიანობა (%);

შენიშვნა I.

ა) როდესაც, ტენიანობის გამოზომი ხელსაწყო ცდომილება $RH_{\text{მაქს}}$ შეიძლება იყოს მნიშვნელოვანი, უნდა გამოვიყენოთ შემდეგი დამოკიდებულება.

$$e_a = e \left(T_{\text{მინ}} \left[\frac{RH_{\text{მაქს}}}{100} \right] \right) \quad (19)$$

ბ) როდესაც არ გვაქვს $RH_{\text{მაქს}}$ და $RH_{\text{მინ}}$ მონაცემები, მაშინ

$$e_a = \frac{RH_{\text{მაქს}}}{100} \left[\frac{e_{T_{\text{მინ}}} + e_{T_{\text{მაქს}}}}{2} \right] \quad (20)$$

შენიშვნა II.

როდესაც არ გვაქვს მონაცემები ან ტენიანობის მონაცემების საიმედოობა უმნიშვნელოა, e_a შეიძლება მივიღოთ, თუ დავუშვებთ, რომ ჰაერის ტემპერატურა უახლოვდება $T_{\text{მინ}}$, რაც ნიშნავს, რომ ჰაერი მთლიანად გაჯერებულია წყლის ორთქლით და, შესაბამისად, ფარდობითი ტენიანობის ტოლია (თითქმის 100%). სხვაგვარად რომ ვთქვათ, ნამის წერტილის ტემპერატურა ($T_{\text{ნამი}}$) ახლოსაა ყოველდღიურ მინიმალურ ტემპერატურასთან ($T_{\text{მინ}}$), თუ $T_{\text{მინ}}$ გამოიყენება როგორც ნამის წერტილის ტემპერატურა, მაშინ:

$$e_a = e_{T_{\text{მინ}}} 0,6108 \exp \left[\frac{17,27 T_{\text{ნამი}}}{T_{\text{ნამი}}} \right] \quad (21)$$

12. დედამიწა - მზის უკან დაბრუნებული ფარდობითი ნაწილი (d_r) და მზის დახრილობა (δ) განისაზღვრება ფორმულით:

$$d_r = 1 + 0,033 \cos \left[\frac{2\pi j}{365} \right] \quad (22)$$

$$\delta = 0,409 \sin \left[\frac{2\pi j}{365} - 1,39 \right] \quad (23)$$

სადაც j არის დღეების რაოდენობა წელიწადში (365 ან 366-1 იანვრიდან 31 დეკემბრამდე).

13. განედის (φ) გარდაქმნა გრადუსიდან რადიანებში. განედი (φ) გამოისახება რადიანებში და დადებითა დედამიწის ჩრდილოეთის ნახევარსფეროსათვის და უარყოფითა სამხრეთის ნახევარსფეროსათვის. გრადუსების გარდაქმნა რადიანებში შესაძლებელია შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$[\text{რადიანი}] = \frac{\pi}{180} [\text{მეტადი გრადუსებში}] \quad (24)$$

მაგალითი 1: $13^{\circ}44'N = 13 + \frac{44}{60} = 13,73$

მაგალითი 2: $22^{\circ}54'S = (-22) + \left(\frac{-54}{60} \right) = -22,90$

14. მზის ჩასვლის კუთხე (ω_s). მზის ჩასვლისას კუთხე განისაზღვრება

$$\omega_s = \arccos[-\tan(\varphi)\tan(\delta)] \quad (25)$$

φ არის განედი გამოსახული რადიანებში;

δ - მზის დახრილობის კუთხე;

15. არამიწიერი გამოსხივება (R_a). არამიწიერი გამოსხივება (R_a) წელიწადის ნებისმიერ დროს და სხვადასხვა განედებისათვის შეიძლება შევადგასოთ მზის მუდმივითი და მზის დახრილობით წლის მოცემულ დროში:

$$R_a = \frac{24(60)}{\pi} G_{sc} d_r [(\omega_s \sin \varphi \sin \delta) + (\cos \varphi \cos \delta \sin \omega_s)] \quad (26)$$

სადაც R_a არის არამიწიერი გამოსხივება (მეგაჯოული m^{-2} დღ $^{-1}$);

G_{sc} - მზის მუდმივა 0,0820 (მეგაჯოული m^{-2} დღ $^{-1}$);

d_r - დედამიწა-მზის უკან დაბრუნებული ფარდობითი ნაწილი (განტოლება 22);

ω_s - მზის ჩასვლის კუთხე;

φ - განედი გამოსახული [რადიანი];

δ - მზის დახრილობის კუთხე;

16. მზის რადიაცია უღრუბლო დღეს (R_{so}). მზის რადიაცია უღრუბლო დღეს ($n=N$) განისაზღვრება განტოლებით.

$$R_{so} = (0,75 + 2.10^{-5} z) R_a \quad (27)$$

სადაც, z არის სიმაღლე ზღვის დონიდან, მ.

R_a - არამიწიერი გამოსხივება, (მეგაჯოული m^{-2} დღ $^{-1}$);

17. სუფთა მოკლეტალღიანი გამოსხივება (რადიაცია) (R_{ms}). სუფთა მოკლეტალღიანი გამოსხივება, რომელიც წარმოიქმნება დაცემული და არეკლილი მზის გამოსხივების ბალანსის შედეგად განისაზღვრება:

$$R_{ms} = (1 - \alpha) R_s \quad (28)$$

სადაც, R_{ms} არის მზის სუფთა ანუ სუფთა მოკლეტალღიანი გამოსხივება. (მეგაჯოული m^{-2} დღ $^{-1}$);

α - ალბედო ანუ არეკვის კოეფიციენტი, რომელიც ტოლია 0,23 ჰიპოტეტური მწვანე ბალახის შემთხვევაში;

R_s - მოსული (დაცემული) მზის რადიაცია.

18. სუფთა არეკლილი გრძელტალღიანი მზის რადიაცია (R_{nl}). გრძელტალღიანი გამოსხივების ენერჯის სიჩქარე პროპორციულია ზედაპირის აბსოლიტური ტემპერატურის მეოთხე ხარისხში. ეს დამოკიდებულება რაოდენობრივად გამოისახება სტეფან-ბოლცმანის კანონით. წყლის ორთქლი ღრუბლებში, ნახშირორჟანგი, მტვერი წარმოადგენს გრძელტალღიანი რადიაციის მშთანთქმელებს. ამიტომ გრძელტალღიანი გამოსხივების ენერჯია ყოველთვის მეტია, ვიდრე ეს გამოისახება სტეფან-ბოლცმანის კანონით. რადგან ტენიანობა და მოღრუბლულობა დიდ როლს თამაშობს, ამიტომ აუცილებელია სტეფან - ბოლცმანის კანონის კორექტირება ამ ორი ფაქტორის დაკავშირებით შესაბამისად, შეგვიძლია ჩავწეროთ რომ:

$$R_{nl} = \sigma \left[\frac{T_{\text{atm}}^4 + T_{\text{surf}}^4}{2} \right] (0,34 - 0,14 \sqrt{\epsilon_a}) \left[1,35 \frac{R_s}{R_{so}} - 0,35 \right] \quad (29)$$

სადაც, R_{nl} არის არეკლილი გრძელტალღიანი რადიაცია, [მეგაჯოული m^{-2} დღ $^{-1}$];

σ - სტეფან -ბოლცმანის მუდმივა $[4,903.10^{-9}$ მეგაჯოული $K^{-4} m^{-2}$ დღ $^{-1}$];

T_{atm} - მაქსიმალური აბსოლიტური ტემპერატურა 24 საათის განმავლობაში, $[K=^{\circ}C+273]$;

T_{surf} - მინიმალური აბსოლიტური ტემპერატურა 24 საათის განმავლობაში, $[K=^{\circ}C+273]$;

ϵ_a - ორთქლის ფაქტიური წნევა [კპა];

R_s - შემომავალი მზის რადიაცია [მეგაჯოული m^{-2} დღ $^{-1}$];

R_{so} - მზის რადიაცია უღრუბლო დღეს [მეგაჯოული m^{-2} დღ $^{-1}$];

R_s/R_{SO} - ფარდობითი მოკლეტალლოვანი გამოსხივება.

19. სუფთა რადიაცია (R_n). R_n არის სხვაობა სუფთა მოკლეტალლოვან (R_{ns}) და სუფთა გრძელტალლოვან რადიაციებს შორის:

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \quad (30)$$

სადაც, R_{ns} არის სუფთა მოკლეტალლიანი რადიაცია (მეგაჯოული m^{-2} დღ $^{-1}$);

R_{nl} - სუფთა გრძელტალლიანი რადიაცია (მეგაჯოული m^{-2} დღ $^{-1}$);

სუფთა გამოსხივება R_n შეიძლება გამოვსახოთ, როგორც აორთქლების ექვივალენტი (მმ) (R_{ng});

$$R_{ng} = 0,408 \times R_n \quad (31)$$

R_{ng} არის სუფთა გამოსხივება (მმ.დღ $^{-1}$);

და ბოლოს, ET_0 ზოგადი განტოლება შედგება:

I განტოლების ადიაციული წევრი (ET_{rad})

$$ET_{rad} = DT \times R_{ng} \quad (32)$$

სადაც, ET_{rad} არის გამოსხივების პერიოდი მმ.დღ $^{-1}$;

DT - დელტა წევრი;

II - განტოლების მეორე წევრი არის ქარის სიჩქარით გამოწვეული აორთქლება;

$$ET_{wind} = PT \times TT (e_s - e_a) \quad (33)$$

სადაც, ET_{wind} არის ქარის სიჩქარით გამოწვეული აორთქლება, (მმ.დღ $^{-1}$; $PT = P_{SI}$);

TT - ტემპერატურით გამოწვეული აორთქლება;

e_a - ფაქტიური ორთქლის წნევა, კპა;

e_s - გაჯერებული ორთქლის წნევის საშუალო მნიშვნელობა, კპა.

ეტალოური ევაპოტრანსპირაციის საშუალო მნიშვნელობა (ET_0):

$$ET_0 = ET_{wind} + ET_{rad} \quad (34)$$

სადაც, ET_0 - არის ეტალოური ევაპოტრანსპირაცია, (მმ.დღ $^{-1}$);

ET_{wind} ქარით გამოწვეული ევაპოტრანსპირაცია, (მმ.დღ $^{-1}$);

ET_{rad} - გამოსხივებით გამოწვეული პერიოდი (მმ.დღ $^{-1}$).

დასკვნა

მოცემულია ეტალოური ევაპოტრანსპირაციის განსაზღვრის პროცედურა ჰერმან-მონტეიტის განტოლების საშუალებით. ევაპოტრანსპირაციის მნიშვნელობა დამოკიდებულია კლიმატურ პირობებზე (მზის რადიაცია, ტემპერატურა, ჰაერის ტენიანობა, ქარის სიჩქარე). ჰერმან-მონტეიტის მეთოდი ევაპოტრანსპირაციის განსაზღვრისათვის შეიძლება ჩაითვალოს, როგორც ყველაზე უფრო ზუსტი, საიმედო პრაქტიკული გამოყენება, რომელიც შესაძლებელია ყოველდღიურად სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისთვის წყლის მოთხოვნილების, პროგნოზირების, უზრუნველყოფისა და მართვის თვალსაზრისით.

ლიტერატურა

1. Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, end M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
2. Blaney, H. F. and Criddle, W. D. 1950. Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data. United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service.
3. Jensen, M. E., Burman, R. D. and Allen, R. G. 1990. Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements.
4. Allen, R.G., Walter, I. A., Elliot, R. L., Howell, T. A., Itenfisu, D., Jensen, M. E., end Snyder, R. 2005. The ASCE standardized reference evapotranspiration equation. ASCE and American Society of Civil Engineers.
5. T. Odilavadze., K. Bziava., A. Bagration-Davitashvili., M. Kikabidze., Regularities of Water end Evaporation Dynamics in the Active of Soil. Ministry of Education and Scienge of Georgia Georgian Technical University Ts. Mirtskhulava Water Management Institute Ecocenter for Environmental Protection VII International Scientific and Technical Conference „Modern Problems of Water Management, Environmental Protection, Architecture and Construction” Collected Parers august 25-27, 2017.

Hydrology and meteorology

METHOD OF DEFINITION OF A REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION

Odilavadze T., Bziava K., Shurgaia V., Modebadze S.

*Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia*

Annotation. The aim of the publication is that the organizations of „Georgian Amelioration” (service centers) have the opportunity to determine water requirement of agricu Hural crops in vegetation period using of modern methods in the world, such as determination of the reference Evapotranspiration (FA056) method, by a ing the location and available climate parameters database.

Keywords: evapotranspiration, air temperature, relative humidity, wind speed, sun radiation.

Гидрология и метеорология

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭТАЛОННОЙ ЭВАПОТРАНСПИРАЦИИ

Одилавадзе Т.В., Бзиава К.Г., Шургая В.Ш., Модебадзе С.Д.

*Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского технического университета
Тбилиси, Грузия*

Аннотация. Цель публикации состоит в том, чтобы сервис центры ООО “Сакартвелოს мелиорация” имели возможность определения потребности сельскохозяйственных культур в воде в вегетационный период принятым в мире современных методов, таким как метод определение эталонной эвапотранспирации (FA056) для данной местности посредством использования базы данных доступных климатических параметров.

Ключевые слова: эвапотранспирация, температура воздуха, относительная влажность, скорость ветра, солнечная радиация.

დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები

კოლხეთის დაბლობის თანამედროვე მელიორაციული მდგომარეობა და რეკომენდაციები ოპტიმალური დაშრობითი ღონისძიებების განხორციელებისათვის

ჯ. ფანჩულიძე¹⁾, ზ. ლობჯანიძე¹⁾, მ.მაჭარაშვილი¹⁾, ნ. ფანჩულიძე²⁾

¹⁾საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის

სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის

წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი

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

²⁾ ააიპ „გარემოს დაცვის ეკოცენტრი“

E-mail: zurablobjanidze@mail.ru

ანოტაცია. ნაშრომში მიმოხილულია კოლხეთის დაბლობის ჭარბტენიანი ნიადაგების დღევანდელი ფაქტობრივი მდგომარეობა. ჩატარებულია მისი მეცნიერული ანალიზი და მელიორაციულ ღონისძიებათა თანმიმდევრობითი ციკლით შემუშავებულია კონკრეტული ღონისძიებები ჭაობწარმოქმნის მიზეზებისა და დაჭაობების აღმოფხვრის მიზნით. კერძოდ: დიდი მდინარეების სანაპირო ზოლის გასწვრივ გრძივი მიწაყრილი დამბების მოწყობა; მცირე მდინარეთა წყალნაკადებისაგან დასაშრობი ფართობების დატბორვის თავიდან ასაცილებლად სამთო-გადაძქერი არხების მოწყობა; დასაშრობი ფართობებიდან ჭარბი ზედაპირული წყლების რაც შეიძლება დაჩქარებულად გაყვანა ღია დამშრობი არხებით, თვითდინებით ან/და მექანიკური გადატუმბვით; თითოეული ფართობისათვის, აერაციის შენარჩუნების მიზნით სასოფლო-სამეურნეო კულტურების შესაბამისი დაშრობის ნორმის სიღრმის ფარგლებში, შესაბამისი აგრომელიორაციული ღონისძიებების შემუშავება-გატარება.

საკვანძო სიტყვები: ჭარბტენიანი ნიადაგები; დრენაჟი; ატმოსფერული ნალექი; კლიმატი; მელიორაციული დარაიონება; დამბა.

შესავალი

საქართველოს ტერიტორიაზე მიწების დაჭაობების ძირითად ფაქტორად გვევლინება კლიმატი, გეოლოგიური პირობები (ყველაზე უფრო დაჭაობებულია დიდი გეოსტრუქტურული ჩადაბლების მიწები), ადგილმდებარეობის რელიეფი და მიკრორელიეფი (ქანობები, უსწორ-მასწორობები), გრუნტის ხასიათი (წყალგამტარობა, წყალგაცემა), ჰიდროგეოლოგიური პირობები (მიწისქვეშა წყლების განლაგების სიღრმე და ხასიათი), ტერიტორიის ბუნებრივი დრენირების უნარი (სამდინარო ქსელის სიხშირე, და სიღრმე) და სხვა.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მაღალი და გარანტირებული მოსავლის მიღებისათვის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს დატბორილი და დაჭაობებული ტერიტორიებიდან ჭარბი წყლების მოცილების ფართო სპექტრის ღონისძიებების გატარება.

ძირითადი ნაწილი

კოლხეთის ტენიანი სუბტროპიკების მძიმე თიხნარი ნიადაგები გამოირჩევიან არადამაკმაყოფილებელი ფიზიკურ-წყლოვანი და, შესაბამისად, ცუდი წყალგაცემითი თვისებებით. დაბლობზე წარმოდგენილი მძიმე მექანიკური შედგენილობისა და უმნიშვნელო წყალგაცემის მახასიათებლების ნიადაგებში გაღებების ნიშნები გამოსახულია 15-20 სმ-დან, ხოლო 50-60 სმ-ის სიღრმიდან იწყება გაღებებული შრე, რომელიც წყალმდეგს წარმოადგენს ზედა ფენისათვის.

აღსანიშნავია, რომ სუბტროპიკული კულტურების უმრავლესობისათვის ფესვთა სისტემის მთავარი მასა ვრცელდება 50 სმ სიღრმეზე, ცალკეული ფესვების 75-100 სმ-ზე ჩაღწევით, რაც განსაზღვრავს ტენიანი სუბტროპიკების დაჭაობებული მიწების დაშრობის ნორმას, ანუ თვით წყალმდეგი გაღებებული შრეც კი დაშრობის ნორმის ფარგლებში მდებარეობს, რომ აღარაფერი ვთქვათ ზედა ფენებში მის გავლენაზე.

ტერიტორიაზე მოსული წლიური ატმოსფერული ნალექების რაოდენობიდან, რომელიც 1600÷2500 მმ-ის ფარგლებში მერყეობს, წვიმიანი დღეების რაოდენობა შეადგენს დაახლოებით 170 დღეს, ანუ წვიმიანი დღეები მეორდება ყოველ მეორე დღეს, რაც მოსვლა იწვევს ფართობებზე წყლის დაგროვებას - ნიადაგების ზემოთაღნიშნული თვისებებისა და მცირე ქანობების გამო; მდინარეებზე იწვევს დიდი რაოდენობით წყალდიდობების ფორმირებას, რომლებსაც ვეღარ იტევს მცირექანობიან მდინარეთა კალაპოტები და გადაედინებიან მდინარეთაშორის ჩადაბლებებში; ამას ისიც ემატება, რომ თავსხმა წვიმების პერიოდში დასავლეთის ძლიერი ქარები ერეკებიან ზღვის ტალღებს სანაპიროსაკენ, მნიშვნელოვნად წვევენ მაღლა წყლის დონეს ზღვის სანაპიროს ამ ზოლზე და, შესაბამისად, ახდენენ შეტბორვას იმ მდინარეებზე, რომლებიც აღნიშნულ სანაპიროზე ჩაედინებიან.

კვლევების შედეგად [1] დადგინდა, რომ კოლხეთის დაბლობის დაჭაობებაში მონაწილე კომპონენტთა ხვედრითი წილი შემდეგნაირად ნაწილდება:

- **54% მოდის ატმოსფერულ ნალექებზე** - მცირექანობიანი ტერიტორიის ფონზე და გრუნტების არადამაკმაყოფილებელი წყალგაცემის გამო იქმნება ხელსაყრელი პირობები დაჭაობებისა და დაბლობზე წარმოქმნილი წყალნაკადების ჩამოყალიბებაში, რომელთა გაყვანა ფართობებიდან გამწვანებულია ისევ და ისევ მცირე ქანობების გამო; მდგომარეობა კიდევ უფრო გართულებულია მათი სიმრავლის, ძლიერი კლაკნილობის, ერთმანეთში გადახლართვის და მცენარეულით მჭიდროდ დაფარვის გამო;
- **30% მოდის დიდი მდინარეების წყლებზე** - შედარებით უხვწყლიან მდინარეებზე, რომლებიც ხასიათდებიან დაბლობზე კალაპოტის დიდი კლაკნილობით და მცირე ქანობიანობის პირობებში, მცირე წყალგამტარიანობით, შედეგად, წყალდიდობის წყლების ნაწილი გადაედინება კალაპოტიდან და ტბორავს დაბლობს;
- **16% მოდის მცირე მდინარეთა წყლებით დატბორვაზე** - მდინარეებზე, პერიოდული ჩამონადენით, რომლებიც დაბლობზე შემოედინებიან მიმდებარე ფერდობებიდან და დაბლობზე არ გააჩნიათ მუდმივი კალაპოტი.

აქედან გამომდინარე, ჭაობწარმოქმნის მიზეზებისა და დაჭაობების აღმოფხვრის მიზნით, მელიორაციულ ღონისძიებათა თანმიმდევრობითი ციკლი უნდა იყოს შემდეგი:

1. დიდი მდინარეების სანაპირო ზოლის გასწვრივ გრძივი მიწაყრილი დამბების მოწყობა - წყალდიდობისას ფართობებზე გადადინებისაგან დაცვის მიზნით;

2. მცირე მდინარეთა წყალნაკადებისაგან დასაშრობი ფართობების დატბორვის თავიდან ასაცილებლად სამთო-გადამჭერი არხების მოწყობა ყველა ამ მდინარეთა წყლების მისაღებად და მათი გადაგდება დიდ მდინარეთა კალაპოტში - გრძივი დამბების დასაწყისამდე ან/და გადატუმბვა - დამბის არსებობის შემთხვევაში;
3. ნიადაგის დაბალი ფილტრაციული მახასიათებლების გამო დასაშრობი ფართობებიდან ჭარბი ზედაპირული წყლების რაც შეიძლება დაჩქარებულად გაყვანა ღია დამშრობი არხებით, თვითდინებით ან/და მექნიკური გადატუმბვით - მცირექანობიანი და შეტბორვის გავრცელების ზონის ფართობებიდან;
4. თითოეული ფართობისათვის მასზე გაშენებული კულტურების შესაბამისი დაშრობის ნორმის სიღრმის ფარგლებში აერაციის შენარჩუნების მიზნით, შესაბამისი აგრომელიორაციული ღონისძიებების შემუშავება.

კოლხეთის დაბლობზე მელიორაციული სამუშაოები დაიწყო გასული საუკუნის 30-იან წლებში. მოკლე დროის განმავლობაში ჩატარდა პირველი რიგის სამუშაოები, რომელიც განხორციელდა 40 ათას ჰექტარზე და განახლდა ომის შემდგომ პერიოდში - 60-იანი წლებისათვის 135 ათას ჰა-მდე, რომელსაც 70-იანი წლებიდან დაემატა 40 ათასი ჰექტარი დრენაჟით მოწყობილი ფართობები.

საქართველოს დამოუკიდებლობის აღდგენის შემდგომ, გარკვეული სოციალურ-ეკონომიკური მდგომარეობებიდან გამომდინარე, კოლხეთის დაბლობის მელიორირებული მიწები თითქმის მთლიანად მეორადი დაჭაობების პროცესის მდგომარეობაშია. მიწისა და წარმოების სხვა ძირითად საშუალებებზე კერძო საკუთრების ინსტიტუტის დამკვიდრებამ, ქვეყნის საბაზრო ეკონომიკაზე გადასვლამ, რადიკალურად შეცვალა წარმოების წესები, წარმოების საშუალებების გამოყენების უფლებრივი მდგომარეობა, ადამიანის დამოკიდებულება წარმოების ძირითადი საშუალებებისადმი, ინტერესი მათი მოვლა-პატრონობისადმი. საკუთრების ფორმების შეცვლასთან ერთად შეიცვალა მეურნეობრიობის ფორმები; ქვეყანაში, ნაცვლად 2000 კოლმეურნეობისა და საბჭოთა მეურნეობისა, შეიქმნა და ფუნქციონირებს მრავალი სასოფლო-სამეურნეო საწარმო, მილიონზე მეტი კომლია მიწათმესაკუთრე, რომელთა მფლობელობაშია დაახლოებით 4 მილიონი მიწის ნაკვეთი. აუცილებელი პირობაა, რომ სახელმწიფომ და თითოეულმა მიწათმოსარგებლემ იცოდეს, რა სახისა და მოცულობის პროდუქცია შეუძლია აწარმოოს მოცემულ ტერიტორიაზე, მიწის გამოყენების, მისი ეფექტიანობისა და შემოსავლიანობის რა გარანტიები აქვს.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, გადაუდებელი ამოცანაა თანამედროვე ვითარების შესაბამისი მელიორაციული ღონისძიებების და საერთოდ, ტერიტორიის მიწათმოწყობის საქმის თანამედროვედ გამართვა. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ზემოთაღნიშნული ჭაობწარმოქმნის მიზეზებისა და დაჭაობების აღმოფხვრის მელიორაციულ ღონისძიებათა ჩამონათვალის 1 და 2 პუნქტებში მოცემული ღონისძიებების შესრულება საქართველოს კანონმდებლობის თანახმად, სახელმწიფოს ეკისრება. მით უმეტეს, როდესაც მელიორაციული ღონისძიებების განსახორციელებელ ჩამონათვალში ისინი პირველი რიგის სამუშაოებს განეკუთვნებიან.

მიწათმოწყობის პროექტში, თუ ამის შესაძლებლობას მოგვცემს მისი ფართობი და პირობები, თანამედროვე მოთხოვნათა რეალიზაციისათვის ასახული უნდა იქნეს: ახალი მიწების ათვისების, მიწის ნაკვეთების კონფიგურაციის გაუმჯობესების, ტერიტორიული განლაგების, მიწების ხარისხის გაუმჯობესების, ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებების დანერგვისა და პროექტის ეფექტიანობის მნიშვნელოვნად გაზრდის მიზნით - ტერიტორიიდან ჭარბი წყლების გადატუმბვისათვის მზის ან ქარის ენერჯის გამოყენების შესაძლებლობებათა

გათვალისწინება. ამ უკანასკნელის შესასრულებლად განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მიწის ნაკვეთების კონსოლიდაციის შესაძლებლობათა დადგენა და შესაბამისი განხორციელების პროცესების მოძიება.

მიწის ნაკვეთების კონსოლიდაცია წარმოადგენს იმ პროცესს, რომელიც ქმნის მიწის დამუშავების გაუმჯობესების შესაძლებლობას, ვინაიდან მცირე ზომის მფლობელობის გამო მესაკუთრეობა არარენტაბელურადაა გადაქცეული და მცირე საოჯახო მეურნეობების მრავალ წვრილ ნაკვეთად დაქუცმაცება იწვევს საწარმოო ხარჯების ზრდას, ტერიტორიის მთლიანად დამუშავების შეზღუდვას. დაშრობის ეფექტურად განხორციელების მიზნით, უნდა დადგინდეს ასევე ფართობის ზედა ზღვარიც. ამასთან, ტერიტორიის ზედა, ოპტიმალური ზღვარის დადგენის დროს გათვალისწინებული უნდა იქნეს ადრე არსებული დაშრობის პროექტის განხორციელების შემდგომ მიღებული შედეგები. მრავალწლიანმა დაკვირვებებმა გვიჩვენა, რომ დიდი დასაშრობი ფართობის შემთხვევაში სატუმბი სადგურის წარმადობა ვერ აუდიოდა ჭარბი წყლების დროულად გაყვანას და ფართობები იტბორებოდა ხანგრძლივად, რამოდენიმე დღე და, კვირაც კი. შესაბამისად, ფართობებისათვის, რომლებიც ხასიათდებიან მცირე ქანობებით, გათვალისწინებული უნდა იქნეს მექანიკური დაშრობის წესი და განსაკუთრებით ფართო გამოყენება უნდა ჰპოვოს მცირე სატუმბმა დანადგარებმა, რომლებიც მოემსახურება მცირე ფართობებს (20-40-60 ჰა).

სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოებისათვის ოპტიმალური ზომის ტერიტორიის ფორმირების შესახებ მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნების გამოცდილებათა შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ფერმათა საშუალო ფართობის ზომა საბერძნეთში დაფიქსირებულია 4.3 ჰექტარი; შვეიცარიაში 25 ჰექტარი; ევროპის სხვა მოწინავე ქვეყნებში ფერმის კარგ სიდიდედ მიჩნეულია 50-100 ჰექტარი; ამერიკის შეერთებულ შტატებში მსხვილი ფერმერის საშუალო ფართობი 56 ჰექტარია, ხოლო წვრილი ოჯახური ფერმერის - კი 3.7 ჰექტარი; ჩინეთში მთელი სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების 80% მუშავდება კოოპერატივებისა და ამხანაგობების მიერ, ფერმერს უჭირავს სავარგულების 7%; საქართველოში მეურნეობის (ფერმა, ოჯახური მეურნეობა და ა. შ.) სიდიდე დამოკიდებულია ადგილზე მიწის რესურსების არსებობაზე, მიწათმფლობელთა გაერთიანების სურვილზე. დღეის მდგომარეობით ჭარბობს წვრილი გლეხური (ოჯახური მეურნეობები). ამ შემთხვევაში განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს არსებული დამუშავებული ან/და დასამუშავებლად რეკომენდებული კერძო თუ სხვა სახით მფლობელთა ნაკვეთების ირგვლივ მდებარე მცირე ზომის ნაკვეთების მიერთებასა და გამსხვილებას (კონსოლიდაციას).

მელიორირებული ტერიტორიების ორგანიზაციის დროს, მელიორაციული ღონისძიებების [2,3,4,5,6] ინდივიდუალურად გადაწყვეტის თავისებურებებიდან გამომდინარე, მაქსიმალურად უნდა იქნეს გათვალისწინებული მთელი კომპლექსური შემადგენელი ელემენტების ურთიერთგავლენები და მათი ანალიზის საფუძველზე რეკომენდებული იქნეს ინდივიდუალური ტერიტორიებისათვის სპეციფიკური მელიორაციული ღონისძიებები.

ოპტიმალური გადაწყვეტილებების მისაღებად, აღნიშნულ საკითხებს ინდივიდუალურად განხილვა, შესწავლა და სათანადო რეკომენდაციების შემუშავება სჭირდება. მიწის ნაკვეთების გამსხვილების პროცესები შეთავსებული უნდა იყოს სახელმწიფო პროგრამებთან.

ამჟამად, ყოველწლიურად ხდება აეროფოტოგადაღებები, თანაც დიდი სიზუსტით და ადრე არსებული საარქივო (ტოპოგრაფიული და სხვ.) მასალები ტექნოლოგიურად თუ სამართლებრივ-სივრცობრივად, გარკვეულწილად გამოუსადეგარია.

ვინაიდან წვრილ მესაკუთრეთა ფორმირება დღის წესრიგში აყენებს საკითხს, ტერიტორიის სიტუაციური ელემენტების (ცალკეული კონტურების) უფრო დეტალურად შესწავლისა და ნათლად ასახვისათვის, განვითარების გეგმების მომზადებასთან დაკავშირებულ მონაცემთა ანალიზისას გათვალისწინებული უნდა იყოს გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემების (GIS) გამოყენება.

ფერმერთა (ფართობთა) უშუალო დაკვირვების საფუძველზე, მეტწილად, უნდა დამზადდეს საკვლევი ტერიტორიების გეგმები, რაც თავის მხრივ, გააუმჯობესებს კონტურების ასახვის სისრულეს და უტყუარობას, გამოსახულების ანალიზისა და გეგმაზე საპროექტო ელემენტების სწორად განლაგების შესაძლებლობას.

დასკვნა

დღევანდელი მდგომარეობის გათვალისწინებით, დროულად უნდა მოხდეს ფუნდამენტური აგრარული რეფორმის დაგეგმვა და განხორციელება. აუცილებლად მიგვაჩნია საკვლევი ტერიტორიების დაშრობის სქემაზე მუშაობის დროულად დაწყება, რათა მომზადდეს და მიღებული იქნეს საკვლევი რეგიონის მელიორაციულ ღონისძიებათა გენერალური გეგმა თანამდევით კონკრეტული და რეკომენდაციებით, რაც საშუალებას მოგვცემს ჩვენი ქვეყნისათვის თანამედროვე სოციალურ-პოლიტიკური მდგომარეობისა და ეკონომიკური შესაძლებლობების გათვალისწინებით, შემუშავებული და რეკომენდებული იქნეს ცალკეული ტერიტორიების მელიორაციის ყველაზე ოპტიმალური ვარიანტი.

ლიტერატურა

1. ს.გიორგაძე, თ.ქაცარავა, ე.კუხალაშვილი, ო.ხარაიშვილი, შ.კუპრეიშვილი, ნ.უნდილაშვილი - ჭარბტენიანი მიწების მელიორაცია (დრენაჟი). საქართველოს სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტის გამომცემლობა. 2010წ
2. Зайдельман Ф.Р. – *Мелиорация почв*. Учебник. Изд-во МГУ, 2003.
3. Трушина Т.П. – *Экологические основы природопользования*. Изд-во: "Феникс", 2007.
4. Castelletti, Andrea; Soncini-Sessa, Ropolfo – *Topics on System Analysis and Integrated Water Resources Management*. Elsevier Science; 1 edition, 2007.
5. Denton, John Bailey – *Land Drainage And Drainage Systems*. Bibliolife, 2009.
6. Soncini-Sessa, Rodolfo; Castelletti, Andrea; Weber, Enrico – *Integrated and Participatory Water Resources Management – Theory*. Elsevier Science, 2007.

Earth sciences

MODERN MELIORATION CONDITIONS AND RECOMMENDATIONS OF COLCHIS LOWLAND FOR OPTIMAL IMPLEMENTATION OF DRAINING ACTIVITIES

Panchulidze J.¹⁾, Iobzhanidze Z.¹⁾, Macharashvili M.¹⁾, Panchulidze N.²⁾

¹⁾ *Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University*

²⁾ *NNLP "Ecocenter for Environmental Protection"
Tbilisi, Georgia*

Annotation. The article reviews the current actual situation of Colchis Lowland wetland soils. Its scientific analysis has been conducted and specific measures have been elaborated according to the gradual

cycle of melioration activities in order to eliminate the causes of wetland. Accelerated withdrawal of excessive headwaters from draining areas by open channels. Development of agro-ameliorative measures within the depth of agricultural crops.

Keywords: drainage, wetland soil; precipitation; climate; melioration zoning; muddy.

Исследования по изучению Земли

СОВРЕМЕННОЕ МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ КОЛХЕДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ И РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ОСУШИТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИИ

Панчулидзе Дж.¹⁾, Лобжანიძე ზ.¹⁾, მაცარაშვილი მ.¹⁾, Панчулидзе Н.²⁾

¹⁾Институт водного хозяйства им. Ц. Мицихулава

Грузинского технического университета

²⁾ ННЮЛ «Экоцентр окружающей среды»

Тбилиси, Грузия

Аннотация. В работе рассмотрены теперешние фактическое состояние влагонасыщенных почв Колхидской низменности. Проведен научный анализ и разработан последовательным циклом мелиоративных мероприятия разработаны конкретные мероприятия с целью выявления причин возникновения болот и удаления заболачивания: в частности по длине береговой полосы рек устраивание продольных земляных дамб; с целью недопущения повторного заболачивания осушаемых земель притоками малых рек устраивание горно-перетягивающих каналов скорейший вывод лишних поверхностных вод открытыми осушительными каналами, самотеком или/и механическим перекачиванием для каждого участка в границах норм глубины осушения сельскохозяйственных культур с целью сохранения аэрации, разработка-проведения агромелиоративных мероприятия.

Ключевые слова: влагодасыщенные почвы, дренаж, атмосферный осадок, климат, мелиоративное районирование, дамба.

ОЧИСТКА ПОЧВЫ И ВОДЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НЕФТЕПРОДУКТАМИ И ДРУГИМИ ОПАСНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Попова И. Г.

Национальный инновационный фонд

Болгария

Аннотация. В докладе представлен опыт фирмы «Проте 22» в области очистки почвы и воды от нефтепродуктов и других опасных веществ. Описаны цели, этапы и результаты исследований, взятия проб почвы, воздуха, атмосферные и геохимические измерения. Описаны методы санирования и биодеградации – In Situ, On Situ и Ex Situ, используемые препараты: H10-CS, BioCleaner, Survivors, Biligore, а также типы контаминантов.

Дополнительно рассмотрены технологии: Venting (Вентиляция), Bioventing (Биовентиляция), Air Sparging, Стрипперование, Фильтрация и пр.

Весь процесс находится под контролем благодаря чётко расписанному мониторингу соответствующими службами.

Ключевые слова: почва, воды, загрязнение, очистка, мониторинг.

„Господа, последнее слово принадлежит микробам !“
Луи Пастэр

Фирма „ПРОТЕ 22” долговременно занимается широким спектром деятельности в области экологии. Главная цель – вводить прогрессивные идеи, методы и технологии в жизнь – отразилась и в названии фирмы **Проте – Прогрессивные Технологии**.

Соединением рационального и профессионального подхода с хозяйственно-эффективными технологическими методами устранения экологических загрязнений и ликвидации вредных отходов наша фирма стремится внести вклад в очищение окружающей среды для настоящих и будущих поколений.

Цель исследования – распознать загрязнение и описать его так, чтобы получить информацию, достаточную для заключения о возможной опасности, способах решения и дальнейших методах работы для очистки почвы от загрязнений.

Основные цели исследования загрязнений:

- ◆ История загрязнения и его развитие во времени
- ◆ Миграционные параметры
- ◆ Контаминирующие вещества
- ◆ Источник контаминации
- ◆ Заключение о необходимости и способе санации
- ◆ Угроза расширения контаминации - описание
- ◆ Размер и степень загрязнения

Этапы исследования

С экономической точки зрения разделяем более объемные проекты на отдельные этапы так, чтобы последующее уточнение было реализовано в таком месте и такой мере, где и как это необходимо.

Предварительное исследование

Служит для сбора основных информации о существовании загрязнения и его приблизительных размеров, уровня и качества.

Подробное исследование

Служит для подробного описания обнаруженного загрязнения, в том числе его точных размеров, уровня и качества. Описываем в данном случае источник загрязнения, определяем возможность опасности для окружающей среды и различных объектов. Отвечаем, таким образом, на целевые вопросы исследования.

Дополнительное исследование

Используется для детального дополнения информации в тех областях, где необходимо уточнить сведения, собранные в ходе предыдущего этапа исследовательских работ (например, с помощью исследовательских зондов).

Результаты исследований

Общее исследование проводится в рамках предварительного и подробного исследований, в течение которых осуществляется отбор грунта, почвенного воздуха, подземных и поверхностных вод. Результатом этого исследования является решение целевых вопросов. Фирма „Проте 22 „ способна обеспечить проведение исследований и дать оценку загрязнению, в том числе указать все опасные факторы, предложить возможные методы работы и определить сроки ее проведения.

Актуализационное исследование производим как общее исследование, актуализированное так, чтобы были получены актуальные или уточняющие сведения в определенном интервале времени (например, перед началом санационных работ).

Тип окружающей среды

Исследовательские работы проводим не только в *сатурованной* зоне (под уровнем подземных вод), но и в *несатурованной* зоне (над уровнем подземных вод).

Вода

Фирма „Проте 22” имеет богатый опыт добывания проб как поверхностных, так и подземных и сточных вод с помощью специальных насосов, ручных пробных устройств, продуктомеров и т.п. Отборы проб производятся сертифицированным специалистом.

Горные породы

Грунтовые породы над уровнем подземных вод относятся к несатурованной зоне, породы под уровнем подземных вод – к сатурованной зоне. С помощью ручных или механических бурильных устройств отбираем образцы грунта в зависимости от цели исследования, требований заказчика и природных условий в месте нахождения данного загрязнения.

Отбор проб в интервалах времени

В рамках исследовательских работ отбор проб грунта с глубины до 5 м производим, как правило, с помощью нашей ручной бурильной установки производства фирмы Eijkelkamp. В случае необходимости использования исследовательских зондов или скважин применяем механические бурильные установки. Отбор проб для лабораторного анализа может быть осуществлен точечным, зональным или смешанным методом; а также прерываемым или непрерывным способом.

Почвенный воздух

Измерение содержания почвенного воздуха заключается в отборе определенных проб почвенного воздуха и определении концентрации веществ (особенно нестабильного характера), которые попадают в почвенный воздух первичной контаминацией (проходом контаминирующих веществ через несатурованную зону) или вторичной контаминацией (стоком контаминирующих веществ, уже находящихся под землей). Мониторное наблюдение почвенного воздуха используем, в основном, для вводной проверки из-за оперативности, быстроты и низкой стоимости его проведения.

Атмогеохимические измерения

Используем фотоионизационную аппаратуру типа ECOPROBE, или PHOTOVAC. Измерение калибруем с реальными отборами и определяем интервал отбора под поверхностью. Результатом является концентрация веществ нестабильного (переменного) характера в почвенном воздухе.

Отбор проб для лабораторного анализа

Используем для более точных измерений (определение качественного представительства) органических веществ нестабильного характера с помощью детекторных трубок, например SKC трубок, наполненных активированным углем, или специальных закрытых эталонных наборов (книг образцов). Для измерения используем внешний насос и объемный газовый счетчик.

Санационные работы

В случае обнаружения надмерной контаминации при исследовании грунта и подземных вод проводим в необходимом размере санационные работы, задачей которых является достижение поставленной цели (снижение контаминации) в определенном интервале времени. Технология санации выбирается в соответствии с конкретными условиями в месте загрязнения и технико-экономическими возможностями проведения. Приоритетом фирмы „Проте 22” являются биотехнологии как прогрессивные экологические методы отстранения контаминирующих веществ (углеводородов).

Биодеградация

С помощью наших специальных деградирующих бактерий углеводы разлагаются на CO₂ и H₂O. Наши микроорганизмы используют углеводы как единственный источник углерода и энергии (питания) при благоприятных условиях (оптимальные температура и влажность, концентрация O₂ и питательных веществ), необходимых для начального роста бактерий. Следующее условие – отсутствие токсических веществ (металлы, хлор).

Перед началом санирования производим при желании заказчика следующие работы:

- ◆ Установление загрязнения
- ◆ Исследование загрязнения
- ◆ Экономико-техническая оценка
- ◆ Предложение и утверждение плана проведения работ с разрешением компетентных органов, в том числе график работ и финансовый календарь.

Место проведения

In situ

Санацию *in situ* проводим „на месте“ прямо в грунте, достаточно проницаемом для создания в нем оптимальных условий. Примеры: биодеградация, биовентиляция, промывание (детергентами), air sparging, вентиляция, санационное откачивание и т.п.

On situ

Санация *on situ* производится „на поверхности“ в месте реализации первичных санационных работ (например, на биодegradационных поверхностях). Примеры: очистка контаминированных вод и т.п.

Ex situ

Санация *ex situ* производится „вне места нахождения“ загрязнения, на внешних биодegradационных поверхностях, компостовых станциях, мусоросжигательных станциях, свалках и т.д.

Биодegradационные поверхности Ex situ

Наши деконтаминационные поверхности нам служат для снижения концентрации определенных контаминирующих веществ или к полному их отстранению. Используем их при санации *ex situ*, например, с целью снижения сильной контаминации на таком уровне, чтобы стало возможным перемещение обработанного материала на свалку. Перенос контаминированного материала на дегradационную поверхность делает его проницаемым, однородным, и, таким образом, подходящим для процесса дегradации.

Компостовые станции Ex situ

Речь идет о внешних поверхностях, используемых для производства компоста. Производство компоста – подходящий процесс для ликвидации отстойных осадков или некоторых нефтяных углеводов.

Используемые препараты

H10 – CS

Используем, в основном, проверенный препарат, содержащий бактерии, которые обладают поверхностной активностью и сильнодействующей биодegradационной активностью. Бактериальная смесь производится в сухой форме. Речь идет о смеси лиофилизированных бактериальных штаммов и питательных веществ. В процессе биодegradации происходит полное разложение нефтяных углеводов на H_2O и CO_2 . Препарат способен разложить широкий спектр контаминирующих веществ. Типические и наиболее частые контаминаторы: бензин, нефть, масло, гидравлические жидкости, ароматические и полиароматические углеводы, хлорированные углеводы и остальные вещества.

BioCleaner

Этот продукт используем как поверхностно-активный концентрат (обезжириватель) с низким пенообразованием, специально созданный для использования с препаратом Biligore, как биологическое средство для мытья полов (промывание грунта). Препарат представляет собой смесь эмульгаторов и детергентов с нейтральным рН, это биологически разложительный, нетоксический и не разъедающий очиститель. Помогает при разложении масел и осадочных калив в отделителях вследствие своей деэмульгационной реакции. Не засоряет поломочные машины

Survivors

Препарат используется при биологическом отстранении органических веществ (нефть, мазут, масла) при помощи содержащихся в нем энзимов и бактерий. Способ отстранения - безопасный и не патогенный. Бактерии в контаминированной воде делятся, молекулы углеводов дегradируют на CO_2 и H_2O . Снижается концентрация нефтепродуктов, а также химическое потребление кислорода.

Bilirope

Используется как бактериальная вакцина для отстранения масел, мазута и широкого спектра иных органических веществ. Подходит для отделителей масел и др. систем, также используется в сервисных ямах и технических мастерских, где разлагает нефтяные соединения. Не содержит сапонаты, т.о. не эмульгирует масла.

Типы контаминирующих веществ

LNAPLs

LNAPLs (=Light Non Aqueous Phase Liquids), главная группа - ВТЕХ (бензен, толуэн, этилбензен, ксилен), имеют бензеновое ядро, легче воды (1,0 г/см³), плавают на ее поверхности, нестабильный характер, низкая растворимость в воде. Биodeградируют в окислительной или слабо восстановительной среде с использованием электронных акцепторов (сами являются электронными донорами). Речь идет о различных нефтепродуктах, топливах, продуктах химического производства и т.п.

DNAPLs

DNAPLs (=Dense NAPLs). Главная группа – хлорированные углеводороды, например РСЕ, ТСЕ, РСВ, угольный деготь. Тяжелее воды, имеют низкую вязкость, нестабильный характер, слаборастворимые. Биodeградируют в анаэробной среде при наличии водорода, являются акцепторами электронов. Речь идет о различных типах обезжиривателей, сухих чистящих средствах, трансформаторных маслах, веществах, используемых при консервации древесины и т.д.

Дополнительные технологии

Venting = Вентиляция

Почвенная вентиляция позволяет деконтаминировать несатурованную зону, загрязненную органическими веществами. Отсасыванием почвенного воздуха из скважины проветриваем контаминированную почву в близости скважины. Возникающее разрежение создает течение воздуха, вследствие чего активизируется процесс испарения и выделения контаминирующих веществ. Откачиваемый воздух, обогащенный испарившимися контаминирующими веществами, выносится на поверхность, где фильтруется или выпускается в атмосферу.

Bioventing = Биовентиляция

Разновидность вентиляции с прибавлением питательных веществ и т.п. (для устранения ограничений деградационного распада), необходимых для стимуляции роста бактерий. Используем быстрые обмены воздуха в грунтовой среде в ходе вентиляции, тем самым создаем благоприятные условия для интенсивного обновления бактериальной микрофлоры.

Air sparging

Технология использует нагнетательное инъектирование воздуха. Увеличение граничной поверхности между водой и воздухом позволяет нестабильным компонентам легче переходить из воды в воздух, который впоследствии откачивается из несатурованной зоны. Вторичный эффект air sparging – поддержание бактериологических процессов повышением содержания кислорода. Работа проводится методом *in situ*.

Стрипперование

При интенсивном насыщении воды воздухом переходят нестабильные контаминанты в газообразное состояние, после чего могут быть отфильтрованы с помощью специальных фильтров. Работы проводятся методом *on situ* в стрипперовочных шахтах.

Промывание

Для промывания несатурованной зоны *in situ* и зоны колебания поверхности подземных вод используем поглощение воды (прямо с поверхности, всасывающими скважинами, канавами и т.п.), иногда с помощью вспомогательных веществ для ускорения промывания (например, детергентов).

Поддерживаемое ослабление

При реализации поддерживаемого ослабления используем естественно пробегающие в природе процессы, которые влияют на перемещение и характерное поведение контаминирующих веществ. Речь идет в первую очередь о дисперсии, диффузии, сорбции, деградации, испарении и растворении. Процессы комплексно контролируем, в случае недостатка дополняем необходимые ограничивающие компоненты (O₂, питательные вещества и т.д.)

Санационное откачивание

Контаминированные подземные воды откачиваем на поверхность, а затем обрабатываем. Откачивание производим с помощью различных типов насосов в соответствии со специфическими требованиями и возможностями автоматизации процесса. Очистка воды производится следующими методами деконтаминации:

Гравитационное отделение

Используем различия удельной массы воды и загрязняющих веществ, частично растворимых в воде (нефтепродуктов). В отстойных емкостях с необходимым периодом задержания вычерпанная вода в разных отделениях отстоится, при этом нефтепродукты, плавающие на ее поверхности, будут периодически задерживаться и удаляться.

Фильтрация

Используем физический процесс задерживания мелких механических частиц и осадочных минералов, содержащихся в воде, с помощью фильтров (например, песочных). Как правило, фильтры используем при улавливании Fe, Mn, в деконтаминационных установках

Поглощающие фильтры

Используем эффект поглощения, при котором в роли поглотителей выступают материалы с глубокой специфической поверхностью, способной поглощать контаминаторы (активированный уголь, искусственные волокна – фиброил (fibroil), вапекс (vapex), опилки, zeолиты, торф).

Стрипперование

С помощью интенсивного насыщения воздухом воды переходят нестабильные контаминанты в газообразное состояние, после чего отфильтровываются специальными фильтрами.

Мониторное наблюдение

Все проведенные работы контролируем. Чтобы иметь возможность сравнения, проверяем показания в месте загрязнения перед началом работ и после их завершения. Основными объектами мониторинга являются сатурованная и несатурованная зоны. Выбор используемого метода зависит от цели работы, требований и возможностей.

Используем следующие методы контроля: измерение мощности фазы, качественный анализ контаминирующих веществ, измерение концентрации контаминантов, питательных веществ, респираторных газов, нестабильных веществ, тяжелых металлов, измерение температуры, рН, Eh, бактериологической регенерации и т.п.

Сопутствующие службы

- ◆ Изготовление итоговых отчетов и заключений ответственными специалистами
- ◆ Санация старых экологических загрязнений
- ◆ Исследование загрязнений окружающей среды
- ◆ Ликвидация последствий аварий, разливов нефтепродуктов
- ◆ Биотехнологии, консультационная деятельность
- ◆ Проведение различных исследований, в том числе и мониторинга наблюдения
- ◆ Отборы проб почвы, воды, почвенного воздуха
- ◆ Охрана подземных вод
- ◆ Отстранение загрязнений нефтью, фенолами, полициклическими ароматическими углеводами
- ◆ Очистка отделителей нефтепродуктов в соответствии с законом № 185/2001 Sb.
- ◆ Оценка характеристик отбросов (мусора, сточных вод и т.д.)
- ◆ Моделирование, изучение проблемы, предложение проекта решения
- ◆ Проекты реализации
- ◆ Техническо-экономическая оценка
- ◆ Подготовка проекта «под ключ» со всеми правовыми разрешениями включительно
- ◆ Оценка технологий по отношению к производственным отходам
- ◆ Профилактика аварий, аварийные планы
- ◆ Проекты санаций
- ◆ Консультационная и совещательная деятельность в области обращения с отходами



Очень загрязненная площадь – бывшее военное подделение



Отбор проб грунта с глубины до 5 м



Подготовка площадки на „ex situ”

Ecology

TREATMENT OF SOIL AND WATER POLLUTION FROM OIL AND OTHER HARMFUL SUBSTANCES

Popova I.

*National Innovation foundation
Bulgaria*

Annotation. The report presents the experience of the firm "Prote 22" in the field of water purification from oil products and other hazardous substances. We describe the goals, milestones and results of studies, sampling of soil, air, atmospheric and geochemical measurements. We describe the methods of remediation and biodegradation - In Situ, On Situ and Ex Situ, used substances: H10-CS, BioCleaner, Survivors, Bilirope, as well as the types of contaminants.

Advanced technologies considered: Ventilation, Bioventilation, Air Sparging, Stripping, filtering, etc.
The whole process is controlled by clearly defining the relevant monitoring services.

Keywords: soil, water, pollution, purification, monitoring.

DEVELOPMENT OF IRRIGATION AND DRAINAGE AS THE BASIS OF SUSTAINABLE AGRICULTURE IN UKRAINE IN CLIMATE CHANGE

Romashchenko M.I., Saydak R.V., Matyash T.V.

*Institute of Water Problems and Land Reclamation
of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
9 Mikhail Omelyanovich-Pavlenko Str, 01010, Kyiv, Ukraine
E-mail: mi.romashchenko@gmail.com; agroresurs@bigmir.net*

Annotation. The results of assessment of water supply conditions within the territory of Ukraine are given with the account of current and expected medium and long-term perspectives of climate change. The analysis of cereal crops productivity considering the rate of water supply and resourcing in different regions of Ukraine was presented. The feasibility of restoration and expansion of irrigation areas as the basis of sustainable agriculture, under the conditions of natural water supply deficit is substantiated.

Keywords: climate change, zoning, water supply, irrigation, productivity of agriculture, strategy, investment.

INTRODUCTION

Soil and climatic conditions of Ukraine are quite favorable for the cultivation of many types of crop production, which is confirmed by centuries of experience in the development of agriculture in Ukraine and by the findings of the Food and Agriculture Organization (FAO), according to which Ukraine is among the states that are in future can become global food donors. Precisely this finding of FAO is the basis of the strategic goal of the Ukrainian agrarian sector as to the transformation of Ukraine in one of the world's leading food producers.

To achieve this status will require significant improvement of all components of technological, technical, resource, financial, organizational and legislative support for the development of the agrarian sector of the Ukrainian economy, as well as the implementation of measures aimed at reducing the dependence of agriculture on adverse weather conditions, primarily due to the lack of natural moisture supply. The need to address this issue is urgent due to climate change, the manifestations of which for Ukraine, as compared with other regions in the world, are particularly significant. So, if for the past 45 years, the global temperature of the Earth's surface has been growing at an average rate of 0.17 °C for a decade, for the northern hemisphere it is of 0.31 °C [1, 2], while in Ukraine the temperature growth rate is 0.63 °C for a decade [3].

MAIN PART

Global and regional climatic change, which is characterized mainly by a steady increase in the temperature regime, has already had a negative impact on the water supply in Ukraine.

The specialists of the Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS of Ukraine have identified 6 main zones within the territory of Ukraine - from excessively humid to very dry, based on the values of the annual climatic water balance, which is defined as the difference between the total amount of precipitation and potential evaporation, (Figure 1).

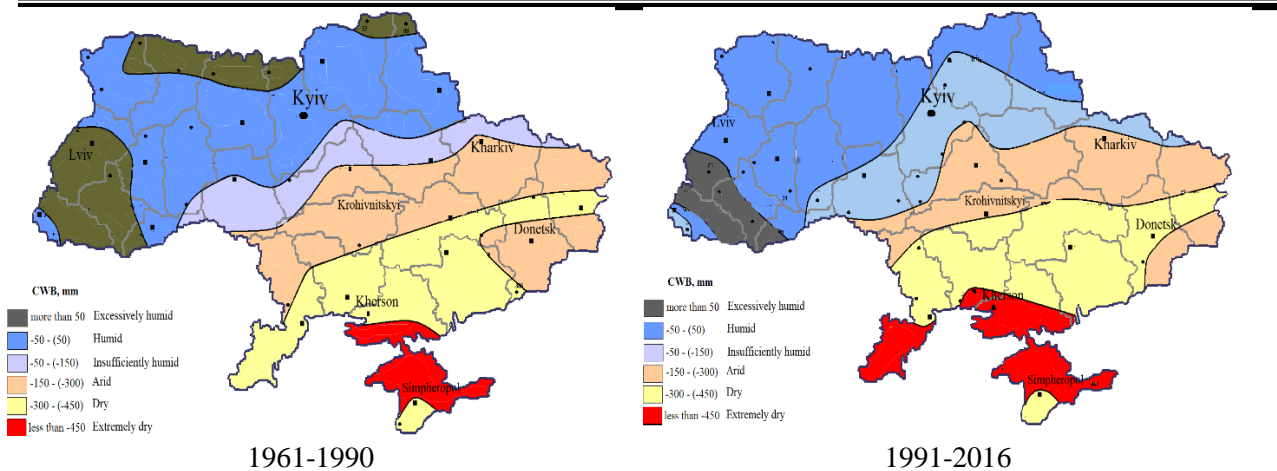


Fig. 1. Zoning of the territory of Ukraine according to the annual climatic water balance

I. *Excessively humid zone* covers about 4.5% of the country (Table 1) and it decreased by 8% over the period from 1991 to 2016 compared to the normative period (1961-1990).

Table 1

Zoning of the territory of Ukraine according to the annual climatic water balance, and changes (%) occurred in 1991-2016 compared to 1961-1990 [4-6].

Zone №	ACWB, mm	Zones	Areal extend over the territory of Ukraine (%)		Changes (%) in 1991-2016 compared to 1961-1990
			1961-1990	1991-2016	
I	>50	Excessively humid	12.5	4.5	- 8.0
II	-50 to 50	Humid	32.0	30.0	-2.0
III	-50 to -150	Insufficiently humid	10.0	16.0	6.0
IV	-150 to -300	Arid	23.0	20.0	-3.0
V	-300 to -450	Dry	18.5	22.0	3.5
VI	<-450	Very dry	4.0	7.5	3.5

Hydrothermal coefficient (HTC) of the growing season corresponds to the excessively humid conditions and amounted on average 2.00 in the years of 1961-1990 versus 2.26 in the years of 1991 - 2016, and the annual humidity factor of the zone exceeded 1.20 that is inherent to the humid zone. Climatic water balance (CWB) over the year remained positive and amounted a total of 223 mm for a year, against 321 mm in the normative period. The most significant decrease in CWB was observed in the periods of November-December (by 12-14 mm), May-June (by 17- 31 mm) and August (by 18 mm). Despite the decrease in CWB of the zone, its positive value remained until the end of the growing season, of both early and late crops, even when having 90% probability.

II. *Humid zone* - occupies the largest area, which covers about 30% of the total territory of Ukraine. Comparing to the period of 1961-1990, the share of the zone decreased by 2%.

The average value of the HTC for the vegetation period of the zone was 1.47 that corresponds to humid conditions. In general, the zone is characterized by close to zero annual CWB, which varies depending on the region from -50 to +50 mm. In general, in the regions of the zone the CWB decreased by 49 mm as compared to the period of 1961-1990. The positive value of CWB on average in the zone was observed by the end of July while in the normative period, a positive water balance was observed until the end of the period of August-September.

III. *Insufficiently humid zone* - Compared to the period of 1961 - 1990, the area of this zone increased by 6%, due to its significant spread to the north, towards the southern and central regions of Polissya (Forest area), especially in the central forest-steppe zone, and makes up 16% of the total territory of Ukraine.

In general, humid conditions during the growing season were observed with the probability of 45%, having a similar probability, arid and insufficiently humid conditions were possible to be observed. The general trend of the HTC in the period of April - September starting from 1961 has been decreased from 1.33 to 1.24. The humidity factor of the zone ranged from 0.82 to 0.95. The average in the zone CWB was negative and amounted -89 mm versus -42 mm in the years of 1961-1990, it means it decreased by 47 mm, and in the northern part by 58 - 59 mm. In general, the positive water balance of the zone remained by the end of May and amounted 25 mm, while in the normative period it remained positive by the end of June. At the end of July, the CWB deficit was 162 mm having 70% probability and 222 mm - 90% probability.

IV. *Arid zone*. The total area of the zone is 20% of the territory of Ukraine.

The HTC of the zone amounted on average 1.06. When having a 40% probability, dry and very dry conditions during the growing season were recorded and only in 20% of cases they were humid. The humidity factor of the zone ranged from 0.70 in the southern part up to 0.80 in the northeast. The annual CWB was -222 mm on average and ranged from -287 - 297 in the southern part of the zone up to -160 - 207 mm in the northern part and northeastern. On average for the period of 1991 - 2016, it decreased by 34 mm and this trend continues so far. In general, in the zone a positive CWB on a cumulative total remained from the beginning of the year until the end of May and amounted 8 mm, but when having 90% probability its deficit was 54 mm. By the end of the growing season of early grain crops, the average deficit of CWB was 131 mm, and having 90% probability it was 370 mm.

V. *Dry zone*. The total area of the zone increased, compared with the period of 1961 - 1990 by 3.5% and now covers about 22% of the territory of Ukraine.

The HTC of the zone for April-September period was 0.87 on average that corresponds to the dry conditions of the growing season. When having a 30% probability in the zone very dry conditions during the growing season could be observed, in 40% of cases they were insufficiently humid and only in 10% of cases they were sufficiently humid. The annual humidity factor ranged from 0.53 in the southern regions up to 0.70 in the northeast.

The average annual deficit of the climatic water balance of the zone ranged from 300 up to 450 mm and amounted -366 mm on average. For the period of 1991 - 2016, the CWB decreased by a total of 38 mm, and in the western part of the zone by 63 - 88 mm. The positive water balance in the zone on a cumulative total remained until the end of April and amounted 12 mm, against 30 mm in the years of 1961-1990; however, having a 90% probability, the water balance deficit by the end of the month was 46 mm. At the end of June, the deficit of CWB was 112 mm, when having a 90% probability this value increased to 223 mm.

VI. *Very dry zone*. The total area of the zone is 7.5% of the territory of Ukraine and in the period of 1991- 2016 it also increased by 3.5% due to its spread to the north of the Kherson region and the south of the Mykolayiv and Odessa regions.

On average in the zone the HTC zone in the period of April-September was only 0.67, and in the north of the Crimea it was 0.53-0.65, which corresponds to very dry conditions. On average, in the zone in the period of 1991- 2016, very dry conditions were observed in 60% of cases, and 30% were arid. The general trend of HTC in 2016 fell up to 0.66, against 0.78 in 1961. The annual humidity factor corresponds to on average in the zone the arid areas and amounted 0.50 and sometimes it was 0.43.

Zoning of the territory of Ukraine by the annual climatic water balance (CWB) shows that the share of areas with insufficient humidifying conditions is rapidly increasing. In current conditions, compared to the period of 1961-1990, the area of arable land with the humidity deficit increased from 56 to 60%, while the excessively and sufficiently humid zones, on the contrary, decreased from 33 to 24%.

The calculations made in Ukrainian Hydrometeorological Institute [7], which are based on regional models of climate change, show a high probability of continuing the overall trend of temperature increase in Ukraine in future. Thus, even having a relatively optimistic scenario, by 2050, the average annual temperature may increase by 1.37 °C, and by 2100 it will rise by 3.15 °C. Under such conditions, despite the possible slight increase in precipitation, the area of land with a significant shortage of water supply in the territory of Ukraine will increase significantly. Thus, the percentage of arable land with a deficit of CWB of 150 mm and more (arid, dry and very dry zones) by 2050 may account 67% of the total arable land in the country, and by 2100 - 80% (Fig. 2, Table 2).

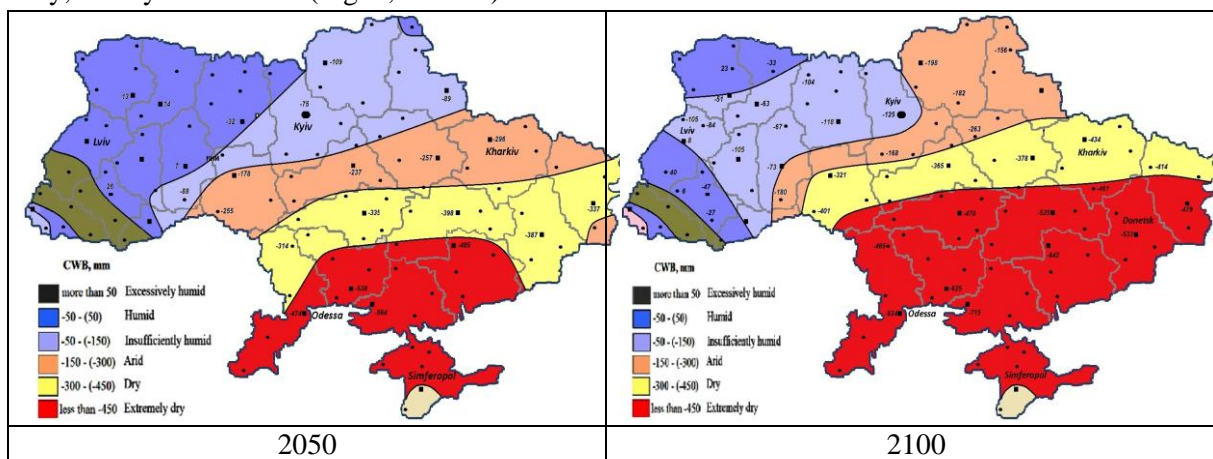


Fig. 2. Medium- and long-term forecasts of water supply within the territory of Ukraine

Table 2

Dynamics of changes in the area of arable land by zones

Zones	1990		2016		Forecast for 2050		Forecast for 2100	
	mln.ha	%	mln.ha	%	mln.ha	%	mln.ha	%
Excessively humid	2,3	7	0,7	2	0,7	2	0,2	1
Humid	8,1	26	7,0	22	4,8	15	1,6	5
Insufficiently humid	3,4	11	4,8	16	5,0	16	4,3	14
Arid	8,5	27	7,1	23	6,1	20	4,4	14
Dry	7,4	24	8,7	28	7,3	24	5,8	19
Very dry	1,5	5	2,9	9	7,2	23	14,7	47
Need for additional water supply	17,3	56	18,7	60	20,6	67	24,9	80

Current and possible future climate change obviously will greatly increase the risks for agriculture. Agricultural production in Ukraine depends to a large extent on natural water supply, since at present the area of irrigated land does not exceed 2% of the total area of arable land.

The rise in temperature has both a positive and a negative impact on the development of agriculture in Ukraine. The negative consequences, first of all, are the increase of water supply shortage, especially in the south of the country. The positive effects can be attributed to the increase in the duration of the growing season and the provision of plants with heat, especially in the north of the country that has already affected the structure of crops in these regions.

One of the positive manifestations is the increase in gross production of cereal and grain legume crops [8]. In Ukraine, it amounted to over 60 million tons, and in 2018 for the first time it exceeded 70 million tons, which is by 48% higher than in 1990. However, by zones there is a rather significant difference in the

dynamics of grain production. While in the Polissya and Forest-steppe zones, the total production of grain crops increased from 83 to 89% in comparison with 1990 (mainly due to the expansion of the areas under maize, the most productive heat-loving crop, the average yield of which in 2018 exceeded 8.0 t/ha), in the Steppe zone the yield increase was only 7%.

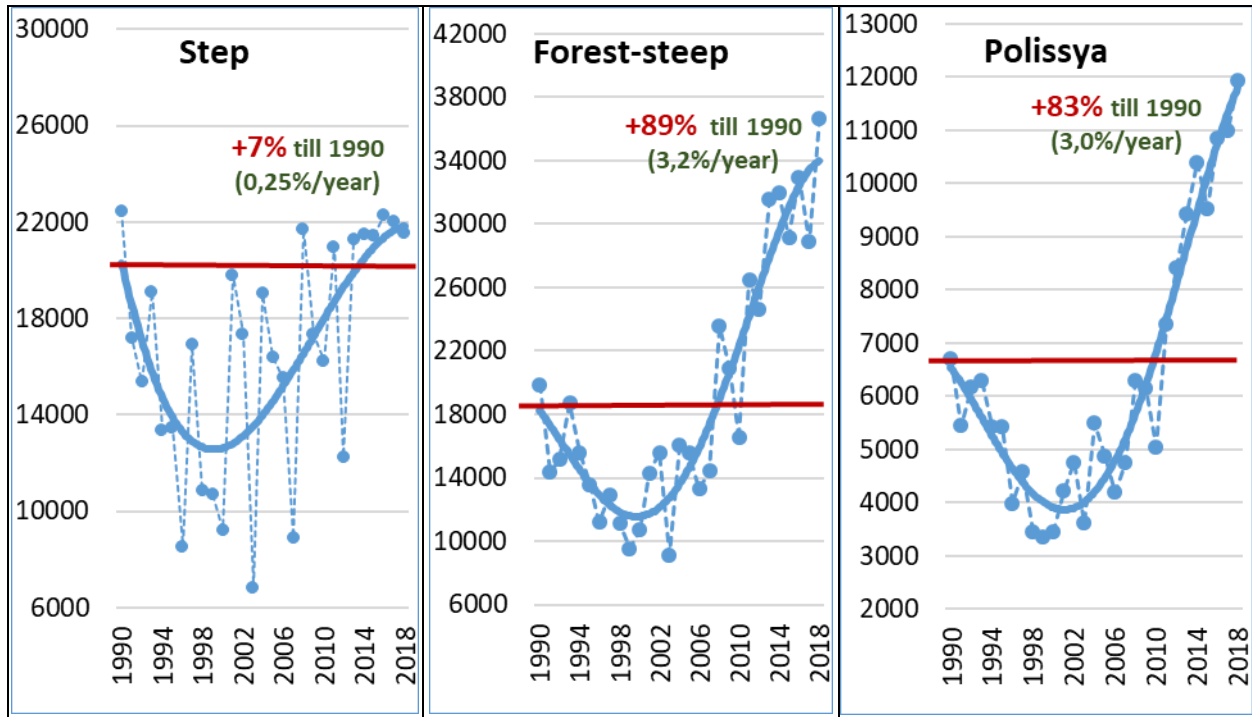


Fig. 3. Dynamics of gross production of cereal and grain legume crops, Thousand tons (without Crimea)

Thus, in the steppe regions of Ukraine, the gross production of cereal and grain legume crops, despite the scientific and technological development taken place over the past 28 years, is practically at the level of 1990, taking into account statistical error. The average yield of cereal crops in the Steppe zone in recent years does not exceed 3.0 t/ha, whereas in Polissya and Forest-Steppe zones it is from 4.5 to 5.0 t / ha. As a result of that the share of grain production in the southern regions declined from 46% in 1990 up to 32% in 2014-2018, while these regions account for 46% of all arable land in the country.

The results of the analysis showed a high dependence of productivity and, respectively, gross production of cereal and grain legume crops on the water supply conditions. For example, the cereal crop cultivation costs in the regions of Ukraine naturally increase from 4,5 - 6,5 thousand UAH/ha (in the prices of 2010) having the humidity factor as 0,5 - 0,7 (Steppe zone) to 9,0 thousand UAH/ha – having the humidity factor as 1.0 - 1.2 (Fig. 4). This indicates that it is the conditions of water supply that limit the current use of material and technical resources in agriculture. In the end, the gross income from agricultural production is also determined by the conditions of water supply (Fig. 4).

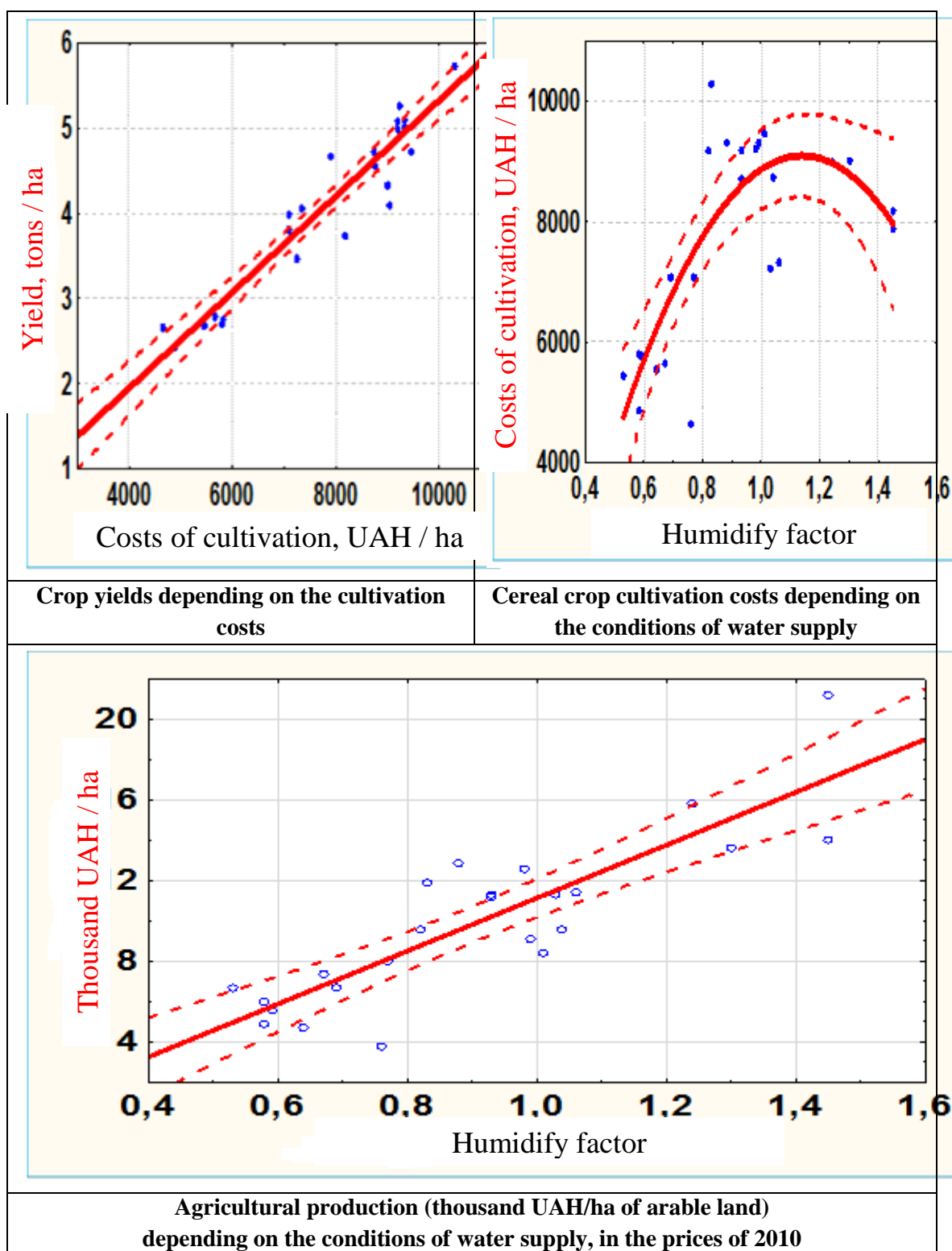


Fig. 4. Dependence of production of cereal crops on the conditions of water supply and resource provision of growing technologies

The further increase in air temperature, as noted above, will result in a progressive deterioration of natural water supply conditions not only in the Steppe zone, but also in the Forest-steppe and in Polissya zones. Under such conditions, sustainable agriculture without taking the measures to artificially improve the

conditions of water supply becomes impossible. Due to the changes in the climate there is a need for continuous irrigation in Ukraine in the area of more than 10 million hectares of arable land, and more than 4.5 million hectares of land need double water regulating using drainage.

In fact, as of January 1, 2019, in Ukraine, from 2.17 million hectares of irrigated land only 512.0 thousand hectares were irrigated, and from 3.3 million hectares of drained lands, water regulation was carried out only in the area of about 300.0 thousand hectares. Thus, that the potential capacity of existing irrigation systems is used only for a quarter, and drainage systems - less than 10%.

Having such low level of using irrigation and drainage facilities, it is impossible to minimize the impact of climate change on the sustainability of farming.

In order to restore the role of irrigation and drainage in 2015-2018, together with the experts from the World Bank and FAO, a project "Irrigation and Drainage Strategy in Ukraine up to 2030" was developed.

The main objective of the Strategy is to create an effective irrigation and drainage service sector managed with the participation of water users, which can ensure the sustainability of agriculture in climate change and contribute to solving the strategic task of agricultural development, in order Ukraine to achieve the status of a viable and competitive world leader in food production. That requires the implementation of the following strategic objectives, namely:

- conducting legal and investment reforms for the establishment and development of decentralized and viable organizations that will provide irrigation and drainage services and, jointly with water users, manage on the basis of public-private partnership;

- attracting investment in the rehabilitation, modernization and development of existing on-farm and inter-farm irrigation and drainage infrastructure through appropriate funding mechanisms from public and private sources based on well-defined priority programs and projects;

- reforming and implementing the policy of managing the irrigation and drainage sector in the interests of viable water users organizations and ensuring their participation in management, including establishing cost-based and incentive-pricing tariffs;

- development of the capacity building of organizations involved in the planning, research, design, operation and maintenance of irrigation and drainage systems, their management and necessary training;

- compliance with the priority of environmental protection tasks, including the conservation and reproduction of soil fertility, protection of territories and settlements against harmful effects of water, improving and maintaining a good state of water resources based on introducing "the polluter pays" principle.

The area of the Strategy application is the relations in the system of water management and land reclamation. The strategy contains the conceptual provisions for the formulation and implementation of a state policy aimed at creating a legal, organizational, regulatory, methodological, financial and economic components of restoring the operation and ensuring the sustainable development of irrigation and drainage sectors as a key component of agriculture in climate change, based on the implementation of the principles of integrated water management and decentralization of irrigation and drainage systems management through the transferring on-farm networks of irrigation and drainage systems to water users organizations for management, operation and maintenance.

The main provisions and principles of the Strategy are in line with the Strategy for Sustainable Development "Ukraine 2020", the Basic Principles (Strategy) of the State Environmental Policy of Ukraine up to 2020, the Objectives of Sustainable Development up to 2030, the Agreement on the Association of Ukraine and the EU, the State Strategy of Regional Development up to 2020, the Strategy of Agrarian Sector Development up to 2020, Directive 2000/60 / EC of the European Parliament and Council "On the establishment of the community framework for water policy", Directive 2007/60 / EC of the European Parliament and Council "On the assessment and control of flood risks."

The implementation of the Strategy will require the introduction of amendments and additions to the existing legislation and development and adoption of new laws and other legal acts.

The implementation of the Strategy will allow increasing the area of irrigation by 1.0-1.2 million hectares, and the area of water regulation will be increased by almost 1.0 million hectares that will require 4.2-4.5 billion US dollars of investment.

The introduction of additional areas of irrigation and water regulation will create the preconditions for the annual additional production of 10-12 million tons of grain, 12-15 million tons of fruits and vegetables for a total amount of 135-150 billion UAH annually. The payback period of investments in restoration of irrigation and drainage systems will not exceed 8-10 years.

REFERENCES

1. www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature (17.09.2017).
2. www.metoffice.gov.uk (17.09.2017). status and change in the territories of the CIS member states for 2011.
3. North-Eurasian Climate Center - Review of the state of climate change for 2016 (January-December).
4. Romashchenko M. Managing the restoration and sustainable use of irrigation/Romashchenko M., Zhovtonog O., Kruchenyuk V., Saydak R., Knysh V.//Irrigation and Water Management. – 2014.- Vol. 101 - P. 137 - 147.
5. Saydak R. Estimation of the supply of Ukraine with hydrothermal resources in view of current climate change /Saydak R.// journal “Cereals and bread”. - 2015. - №4. - P. 50 - 53.
6. Zoning of Ukraine in terms of hydrothermal resources security and the volume of agricultural reclamation / Tarariko Y., Saydak R., Soroka Y., Vitvitsky S.//K.: "Komprynt" 2015 - 62 p.
7. <https://uhmi.org.ua/project/rvndr/climate.pdf>
8. Romashchenko M.I. Impact of climate change on the water supply of the territory of Ukraine and production of agricultural products / Romashchenko M., Saydak R., Matyash T., Knysh B. // Materials Inter. sci. pract. conf. "Water for All" - K.: "CPP" COMPRINT "2019 - P. 179-180.

ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო მექანიზმები და მოწყობილობები

ვ. სამხარაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ი. ჭავჭავაძის გამზ.60ა. 0179. ქ. თბილისი. საქართველო
E-mail: samxaradze@mail.ru

ანოტაცია. დადგენილია, რომ 10–20⁰ ქანობის ფერდობიდან წელიწადში ჩამოირეცხება 200–300 ტ ჰუმუსოვანი ნიადაგი.

რეკომენდებულია წყლისმიერი და ქარისმიერი ეროზიის შესაკავებლად თანამედროვე აგროტექნიკური მეთოდების, ტექნოლოგიების და ნიადაგდამამუშავებელი მექანიზმების სწორი გამოყენება.

საკვანძო სიტყვები: ქანობი, გარეცხვა, ჩამონადენი, გუთანა, ნაპრაღსაჭრელი, არხისმჭრელი.

შესავალი

არასწორი მელიორაციისას - რწყვის წესებისა და სწორი ტექნოლოგიის დაცვის გარეშე ფართობების მორწყვის დროს ადგილი აქვს ნიადაგის გაძლიერებულ ჩამორეცხვას. სპეციალური აგროტექნიკური წესებით დამუშავებული ნიადაგები დიდ გავლენას ახდენს მის ჩარეცხვაზე. ეროზიის გამოსარიცხად საჭიროა წყლის ნაკადი გადატანილ იქნეს ნიადაგის შიდა ფენაში და მისი სიჩქარე შემცირდეს იმ დონემდე, რომ ადგილი არ ჰქონდეს ნიადაგის ჩარეცხვას.

წყლისმიერი ეროზია ძლიერდება მანამდე, სანამ მცენარე ან ბალახი იწყებს აღმოცენებას. გაზაფხულზე, კოვისპირული წვიმების მატებისას, ეროზიის თავიდან ასაცილებლად ერთადერთ ღონისძიებად ითვლება ნიადაგის სპეციალური აგროტექნიკური დამუშავება.

საქართველოს ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ნაწილი განიცდის ქარისმიერ ეროზიას, რომლის ინტენსივობას განსაზღვრავს: რეგიონის კლიმატი, ქარის სიჩქარე, განაპირა მინდორდამცავი ზოლების არსებობა და სხვა. ქარისმიერი ეროზიის გაძლიერებას იწვევს ნიადაგის დამუშავება ბელტის გადაბრუნებით, რის შედეგადაც მცენარეთა ფესვებით გამაგრებული, ეროზიისადმი მდგრადი ფენა ქვევით ექცევა, ხოლო გაუმაგრებელი ფენა ზევით ამოდის.

ძირითადი ნაწილი

მცენარეული საფარის გავლენა

მინდორზე არასწორი ზედაპირისას, წვიმების შესაკავებლად გამოიყენება შემდეგი აგროტექნიკური მეთოდები, ტექნოლოგიები და ნიადაგდამამუშავებელი მექანიზმები: ნიადაგის ხვნა გამაფხვიერებლებით, ბრტყელსაჭრელი გუთნებით, ფრთამოხსნილი გუთნებით ბელტის გადაბრუნების გარეშე, საფეხურიანი ხვნით, დისკოებიანი კულტივატორებით, ვერტიკალური ნაპრაღსაჭრელებით მასში მოწყობილი ბუნკერით, მულჩის ნაპრაღში ჩასაყრელად, სპეციალური მულჩირების აგრეგატით, საკიდი საგორი კვალსაჭრელით და სხვა. აღნიშნული გათვლილია

ზედაპირული წყლების შესაკავებლად ფერდობებზე, წყლის ნაკადის სიჩქარის შესამცირებლად და ნიადაგის სიღრმეში სინესტის შესანარჩუნებლად, რაც ხელს შეუწყობს ფართობებზე ჰუმუსოვანი ფენის შენარჩუნებას და სოფლის მეურნეობის კულტურების ზრდას.

ნაკვეთები, რომლებიც განიცდის ქარისმიერი და წყლისმიერი ეროზიის ზემოქმედებას, მოითხოვს ნიადაგის განსაკუთრებულ დამუშავებას. ქარისმიერი ეროზიისას ბელტის გადაბრუნებით ხვანა შეცვლილია ნიადაგის ბრტყლად დამჭრელების გამოყენებით ისე, რომ მეტი ნაწვერალი და სხვადასხვა ბალახი დარჩეს ნიადაგის ზედაპირზე. ნიადაგის ძირითადი და თესვისწინა დამუშავების დროს გამოიყენება სხვადასხვა დასახელებისა და მარკის სპეციალური მანქანა (ფარცხი მათობი, კულტივატორ-ბრტყლადდამჭრელი, ბრტყლადდამჭრელ-გამაფხვიერებელი, მომტკეპნები, აოში გუთანნი, უფროთო გუთანნი, ნიადაგის დამლარავი და სხვ.), რომელთა შორის განსაკუთრებული უპირატესობა ეძლევა საფეხურებიან გუთანს, ნიადაგის ვერტიკალური მულჩირების ნაპრალსაჭრელს, ვერტიკალური მულჩირების მოდერნიზირებულ აგრეგატს და ჩვენ მიერ შექმნილ საგორ კვალსაჭრელს. განვიხილოთ თითოეული ცალ-ცალკე.

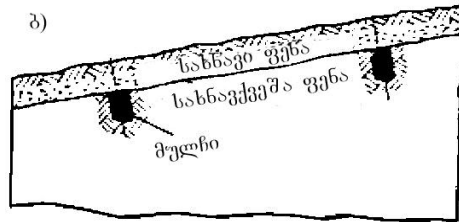
საფეხურებიანი გუთანნი.საფეხურებიანი ხვანა მიმართულია წყლის ნაკადის შთანთქმის უნარის გასაუმჯობესებლად. იგი უნდა სრულდებოდეს დახრილობის გარდიგარდმო. უფრო მაღალი ქანობის მქონე ფართობების დამუშავებისას უნდა წარმოებდეს ბელტის გადაბრუნება ზევით დახრის მიმართულებით. ამ შემთხვევაში წყლები შთანთქმება ნიადაგში 15-20% - ით მეტი, ვიდრე დახრის მიმართულებით ბელტის გადაბრუნებისას [1, 2]. გუთნების ნორმალური მუშაობისათვის ფერდობებზე საჭიროა დამუშავების სიღრმის სწორად რეგულირება, რაც დაიცავს ფართობს წყლის ნაკადისაგან.

ფერდობის გარდიგარდმო ხვნის ეფექტი ბევრად უფრო მაღალია, ვიდრე ჩვეულებრივი ხვნისას, რადგან დათხემილი ნიადაგის ზედაპირი ხელს უწყობს წყლის ნაკადის შემცირებას. ამის გარდა, კვლის ძირის საფეხურებიანი პროფილი საშუალებას იძლევა შენარჩუნებულ იქნეს სინესტის მეტი მარაგი ნიადაგში, ასევე უმჯობესდება ფილტრაცია ქვედა ფენაში, ვინაიდან ფხვიერდება სახნავის ძირი. საფეხურებიანი ხვნის ბელტის სხვადასხვა კვეთისა და აგრეგატის გარდიგარდმო მოძრაობის დროს წარმოიქმნება ტალღისებური ზედაპირი, რაც ბევრად ამცირებს წყლის ნაკადის სიჩქარეს. ეს კი თავის მხრივ - ნიადაგის ეროზიას.

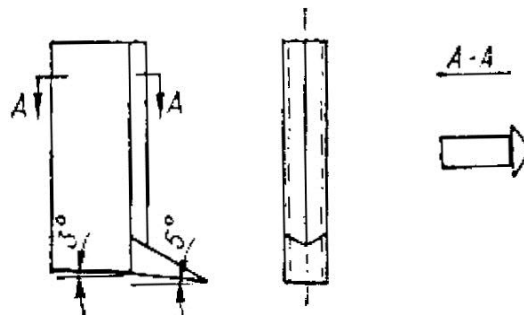
ნაპრალსაჭრელი. ვერტიკალური მულჩირებისთვის ნიადაგის წყლისმიერი ეროზიის წინააღმდეგ ბრძოლის ერთ-ერთი მეთოდია ფერდობზე ვერტიკალური მულჩირება, რაც მდგომარეობს ქანობის გარდიგარდმო ნაპრალეების დაჭრაში და მასში დაქუცმაცებული ორგანული ფორვანი მასალების ჩაყრაში. ნიადაგის ვერტიკალური მულჩირება დაამუშავებს ინდიანას შტატის პერდიურის უნივერსიტეტის თანამშრომლებმა, რაც მდგომარეობს ზედაპირული წყლების ადვილად შთანთქმაში. მათ მიერ შემოთავაზებულ იქნა ფერდობებზე ყოველ 2 მეტრში 0,5 მ. სიღრმის V-ს მსგავსი ნაპრალეების გაჭრა, რომელთა სიგანე ზედაპირზე 0,152, ხოლო ძირი 0,076 მ-ია. იგი ამოვსებულ იქნა დაჭრილი სიმინდის ჩალით, თივით და სოფლის მეურნეობის კულტურების ნარჩენებით [4, 5, 6]. ვერტიკალური მულჩირებისათვის გამოიყენება პასიური ტიპის ნაპრალსაჭრელი.

ნაპრალსაჭრელი იკიდება ტრაქტორის უკანა საკიდ ღერძზე, რომელიც აგრეგატირდება სათიბ-დამაქუცმაცებელთან ან სილოსის ამღებ კომბაინთან ერთად და მისი საშუალებით დაქუცმაცებული ორგანული მასა იტვირთება ნაპრალში.. ნიადაგის ვერტიკალურ მულჩირებას სწავლობდა მრავალი ამერიკელი მეცნიერი, რომლებიც აღნიშნავდნენ ამ მეთოდის დადებით ეფექტს და მის გამოყენებას სოფლის მეურნეობაში. მულჩირებისას ორგანული ნივთიერებების

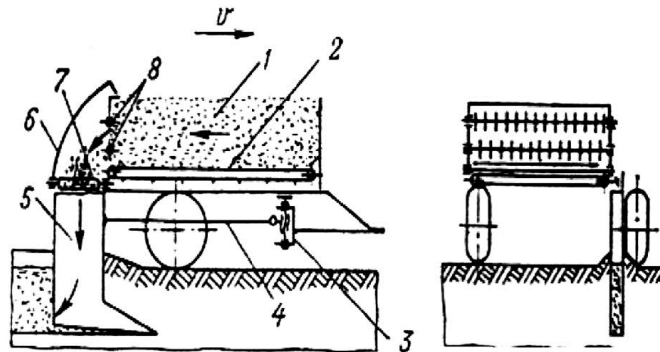
ლპობით მათი მოცულობა მცირდება, კლებულობს სიმკვრივე, უმჯობესდება მისი აგრეგაცია და სინესტის დაგროვება. ასევე მძლავრდება წვიმის ჭიების მოქმედება ვერტიკალური მულჩირებისას და ორგანული ნივთიერების სრული ლპობა. აღნიშნული ღონისძიება თავის დანიშნულებას ასრულებს 3-5 წლის განმავლობაში ნაპრაღთ შორის ფართობებზე. ამგვარად, ვერტიკალური მულჩირების ზემოთ ჩამოთვლილი დადებითი თვისებები მცირე ფილტრაციის ნიადაგებში მცირდება, რაც ხელს უწყობს სოფლის მეურნეობის პროდუქტიულობის ზრდას.



ნახ.1. ნიადაგის ვერტიკალური მულჩირების სქემა. ა) განივი ჭრილი ნიადაგის დამუშავებამდე; ბ) იგივე, ნიადაგის დამუშავების შემდეგ



ნახ.2. ფრეზირებული ტორფით ნიადაგის ვერტიკალური მულჩირების მუშა ორგანო



ნახ. 3. გადაიარაღებული ვერტიკალური მულჩირების ტექნოლოგიური სქემა აგრეგატით.

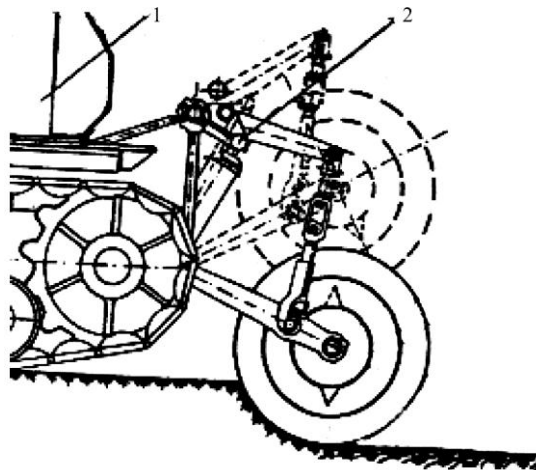
1. ძარა; 2. გრძივი ტრანსპორტიორი; 3. სიღრმის რეგულატორი; 4. გრიადოლა; 5. მუშა ორგანო
6. მიმმართველი; 7. განივი ტრანსპორტიორი; 8. ბიტერი

ვერტიკალური მულჩირების მოდერნიზებული აგრეგატი. საცდელ ნაკვეთებზე ნიადაგის ვერტიკალურ მულჩირებას აწარმოებდნენ შემოდგომაზე შემდეგი მონაცემების დაცვით: სიღრმე 35-40 სმ, ნაპრაღებს შორის მანძილი - 4-6 მ; დაკეპილი ორგანული მასის ხარჯი გრძივ მეტრ ნაპრაღზე - 40დმ3, ვერტიკალური მულჩირებისას პროდუქტიულობის ნამატი პირველ წელიწადს შეადგენდა 36-53 ცენტნერ მწვანე მასას (22.3 - 39%). შემდგომში ნაკვეთი მინერალიზირდება (ნახ. 1, 2, 3). ამ მეთოდის შედეგად ადგილი ექნება მოსავლის ზრდას ხანგრძლივი პერიოდით.

საგორი კვალსაჭრელი. საქართველოს ფერდობების კალთებზე ნიადაგების დაცვის ღონისძიებათა შორის წყლისმიერი ეროზიის შეკავების ჩასატარებლად მნიშვნელოვანი ადგილი უკა-

ვია ქანობის მართობულად გატკეპნილი კვლების დაჭრას ჩვენ მიერ შემუშავებული საგორი კვალსაჭრელის საშუალებით. გატკეპნის ტექნოლოგიით კვლების დაჭრისას მცირდება როგორც ქარისმიერი, ასევე წყლისმიერი ეროზია. სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში დამუშავდა ზედაპირული წყლების შემკრები კონუსური ტიპის საგორი კვალსაჭრელი (ნახ. 4), რომელიც იკიდება ტრაქტორზე ДТ-75 და მუშა ორგანო თავისი წონითა და ტრაქტორის ჰიდრავლიკური საკიდით ღრმავდება ნიადაგში ტკეპნითა და გადაგორებით, იგი უკან ტოვებს ჩატკეპნილ სუფთა კედლებიან მდგრადი სამკუთხედის კვეთის კვალს. მუშა ორგანოს გვერდით საგორებზე აქვს დამაგრებული კუთხოვანები, რომლებიც ჭადრაკული მიმდევრობით ტკეპნიან მცირე ზომის წყალმიმღებებს. ისინი იწყება ტრაქტორის ნაკვალევიდან, ეშვება კვალში, რისი საშუალებითაც ზედაპირული წყალი, რომელიც წარმოიშვება უხვი ნალექების (წვიმების) შედეგად, მიიღება წყალმიმღები კვლებით. საგორი კვალსაჭრელის სიახლე დაცულია სამი საავტორო მოწმობით და პატენტით. იგი კონსტრუქციულად მარტივია და აქვს მალალი წარმადობა.

ტექნიკური დახასიათება: სამუშაო სიჩქარე - კმ/სთ, 3-10; მწარმოებლობა - კმ/სთ, 4-5; კონუსური დისკოს დიამეტრი - სმ, 120; გვერდითი საგორის დიამეტრი - სმ, 60; მუშა ორგანოს წონა - კგ, 500; დაჭრილი კვალის ზომები, სმ; სიღრმე - 30-45; სიგანე ზედაპირზე - 25-45.



ნახ. 4. საგორი კვალსაჭრელი

ეროზიის საწინააღმდეგო ნიადაგდამამუშავებელ მანქანათა კომპლექსში აგრეთვე შედის ბრტყელსაჭრელიანი ღრმადგამაფხვიერებლები, ბრტყელსაჭრელიანი კულტივატორები, შტანგისანი, თათებიანი და ფრეზერული კულტივატორები.

ბრტყელსაჭრელიანი ღრმადგამაფხვიერებლები. ამჟამად მოხმარებაშია ორი სახის საკიდ ღრმადგამაფხვიერებლები, რომლებიც დანიშნულია ნიადაგის ბრტყელსაჭრელიან დამუშავებისთვის 10-30 სმ. სიღრმეზე. ისინი ძირითადად გამოიყენება გვიანი შემოდგომის დამუშავებისას. ასევე შეიძლება გამოიყენებულ იქნეს აგროფონების კულტივაციისას.

დასკვნა

ნიადაგების ეროზიის თავიდან ასაცილებლად იგი ისე უნდა მუშავდებოდეს, რომ იზრდებოდეს წინააღმდეგობა ჩარეცხვისადმი, მცირდებოდეს წყლის ნაკადის სიჩქარე, ძლიერდებოდეს მისი შთანთქმის უნარი, რათა შენარჩუნებულ იქნეს სინესტე ნიადაგის სახნავ ფენაში და მის ძირში. წყლის ეროზიის საწინააღმდეგო რადიკალურ ღონისძიებად ითვლება ფართობების დატერასება და ნიადაგის მომანდაკება, რაც ძვირადღირებულია. ეს ღონისძიებები იძლევა თვითნაზღაურებას მხოლოდ ფართო მასშტაბის ფართობებზე, რაც საქართველოს ნიადაგების მცირე კონტურების პირობებში გაუმართლებელია.

ამრიგად, ნაკვეთები, რომლებიც განიცდიან წყლისმიერ და ქარისმიერ ეროზიას, მოითხოვს განსაკუთრებულ ნიადაგდამამუშავებელ მექანიზმებს. ზედაპირული წყალი, რომელიც წარმოიშობა წვიმების შედეგად, მიიღება წყალმიღები კვლებითა და ნაპრალებით, რომელთა დაჭრა უნდა ხდებოდეს შემდეგი მექანიზმებით: საფეხურიანი გუთნით, ნაპრალსაჭრელით, ვერტიკალური მულჩირების მუშა ორგანოთი, საგორი კვალსაჭრელით და ღრმად გამაფხვიერებელი ბრტყელსაჭრელით.

ლიტერატურა

1. **Мирицхулава Ц.Е.** Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии. М.: "Колос", 1970.
2. **Рюбензам Э., Рауэ К.** Земледелие. М.: "Колос", 1969, 520 с.
3. **Spain G.M.** Vertical mulching. //The Farm Quarterly Magazine. Spring, 1957, 117 p.
4. **Spain. G.M., Liljedahl G.B.** Vertical mulching. //World Crops, 1960, vol.12, №11, p. 419-421.
5. **Вагин А.Т.** Механизация защиты почв от водной эрозии в нечерноземной полосе. Л.: "Колос", 1977.
6. **Самхарадзе В.И.** Вопросы гидромелиорации в Грузии. //Сб. научных трудов, Тбилиси, 1987.

Hydrotechnique and amelioration

MECHANISMS AND DEVICES FOR THE PROTECTION OF SOILS FROM WATERY AND WINDY EROSION

Samkharadze V.

*Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia*

Annotation. The paper discusses the regulation of watery and windy antierosional surface runoff. New techniques, technology and schemes with the use of a new roller channel-digger; the latter digs antierosional channel not by digging but by extrusion, which ensures the stability of the channels dug and damping the energy of water flow on slopes.

Keywords: inclination, wash-out; runoff; plough, slit-cutter, channel-digger.

Гидротехника и мелиорация

МЕХАНИЗМЫ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ВОДНОЙ И ВЕТРОВОЙ ЭРОЗИИ

Самхарадзе В.И.

*Институт водного хозяйства им. Ц.Е.Мирицхулава
Грузинского технического университета
Тбилиси, Грузия*

Аннотация. В статье рассматривается регулирование водного поверхностного потока на склонах (10-20°), где водный поток смывает 200-300 т/га гумусовой почвы в год.

Для задержания водной и ветровой эрозии рекомендовано использование современных агротехнических приемов, технологий и правильное использование почвообрабатывающих механизмов.

Ключевые слова: уклон, размыв, сток, плуг, щелерез, канавокопатель.

MATHEMATICAL MODEL OF THE INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON THE STEPPE PHYTOCENOSIS OF THE "GREEN" ROOF

Tkachenko T.

Kyiv National University of Construction and Architecture

31 Povitroflotsky Av., Kyiv-037, 03680, Ukraine

E-mail: tkachenkknuba@gmail.com

Annotation. A mathematical model of the influence of weather conditions on the development of plants of a green roof with steppe type of phytocoenosis for the eastern region of Ukraine with a sharply continental type of climate was developed. The main factors are the average annual relative humidity, temperature, percentage of sunny days and wind speed. By the method of least squares three equations are obtained for three groups of plants having the same phenotype. The analysis of the equations shows that the coefficients under various factors are comparable, which shows the same importance of taking into account all the factors. The smallest coefficients for all factors correspond to the group of plants II. These plants are the most resistant to weather influences. Plants of group III are characterized by insignificantly higher values of coefficients - within 0 ... 18.2 %. Thus, plants of group III have approximately the same resistance to weather conditions. Plants of group I are characterized by values of coefficients that are 1.8 ... 2.1 times greater than group II, and the value of the free member is 4 % less than group II. Thus, the first group is most prone to weather conditions and, with an average value of ambient air properties, has a lower score.

Keywords: extensive green roof, steppe type of phytocoenosis, mathematical model, least squares method, plant resistance, weather conditions.

FORMULATION OF THE PROBLEM

In many European countries, green constructions have moved from the category of exclusive elements to the required attribute of green building a long time ago. In countries such as Germany, Great Britain, France, Denmark, Switzerland, Canada, USA, Japan, the creation of green structures has been supported at the state level. These countries have proven superiority green designs for modern urbocenozes in the concept of sustainable development. The technologies of green construction are well-developed. Market leaders in green construction are determined. There are ZinCo, Bauder GmbH & Co, Hydrotech, Eurorooft, and Technocol. The main problems that the green constructions solve in the Europe are: minimizing rainwater to storm sewers, recycling rain water accumulated in the reservoirs of green structures for domestic use, reducing the effect of «heat islands» in the city, reducing CO₂ emissions, create additional recreational areas of open type. Roof greening is typical for construction projects of all types of industrial and civil, residential and commercial, high-rise and low-rise [1].

RELEVANCE OF RESEARCH

Unfortunately, the using of green constructions in building is a new direction in Ukraine. Existing green roofs are private objects that perform decorative and recreational functions. There are no technical experimental studies on green roofs, no norms and standards of their design, no concept of the needs and the possibility of introduction in modern cities to reduce the people-caused environment. The above emphasizes the scientific novelty and relevance of our research. An exception is the textbook of the Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture [2], which deals with the using of

elements of vertical, container and roofing landscaping. By appointment, green roofs are divided into several types: medical (in hospitals), recreational (at homes), training (on buildings of schools, colleges and libraries), household (for the purpose of harvesting, grazing of cattle, etc.) etc. The main criterion for the ability to perform these functions is an assortment of plants for roofing landscaping. Due to the fact that green roofs are a complex mixed system that depends on climatic factors, the research findings in different climatic zones can vary significantly. On the other words, they are new and original and can be applied to a particular climatic zone.

THE OBJECT AND METHODS OF RESEARCH

The object of our research was a flat roof of a private house at a height of 12 m above the surface of the earth greened by the author. The total area of the roof is 1443.75 m². The area of the green part is 200 m². An intensive greening of the roof (it is assumed that people can go to the roof) with a steppe type of landscaping was made. This type of landscaping is most suitable for the arid climatic conditions of the region. In our case, the creation of a green roof was carried out in conjunction with architects and builders, using nine preparatory layers [3]. The layer of soil substrate was made on the basis of soil, sand, claydite, perlite, peat, clay and crushed bark. The thickness of the layer is 0.80 m (including sealing). For additional wetting of the soil on the roof was installed auto-sprinkling. In order to comply with safety, the entire roof surface was enclosed with parapet height of about 1 m. Within the composition of the roof to facilitate walking and watering special paths of ceramics were laid, resembling a wood saw cut.

We evaluated the general condition of plants after wintering visually on a five-point scale of Tumanov [4]: 5 – the absence of traces of plant death; 4 – slight damage of the tops of the shoots; 3 – 50 % of damage, about half of plants die; 2 – 70...80 % of damage, death of more than half of plants; 1 – complete destruction, or preservation of individual plants only. In addition, the ability of plants to tolerate unfavorable summer conditions, namely a strong increase in temperature, was determined. The condition of plants in this period was also determined visually on the same scale.

Plants are conveniently divided into three groups having the same mark on the phenotype: group I - *Armeria*, *Aster alpinus*, *Dianthus deltoids*, *Iris Sabina*, *Centaurea*; group II – *Stipa*, *Aster*, *Alyssum*, *Gypsophila*, *Saponaria*, *Tanacetum*, *Lisimachia*, *Deschampsia cespitosa*, *Elymus*, *Helictotrichon*, *Filipendula*, *Euphorbia*; group III – *Festuca*, *Salvia*, *Phlomis*, *Polygonum*, *Hypericum*, *Iberis*, *Iris sibirica*, *Artemisia*, *Thymus serpyllum*, *Melica*, *Carex*, *Scutellaria*. As influential factors we take the average annual temperature: θ , °C, relative humidity ϕ , %, percentage of sunshine days n_{sun} , % and wind speed V , m / s (Table 1).

Table 1

Observation data from 2006 to 2013

Year	Month	Weather data						Phenotype of a group of plants, point		
		Temperature, °C,			Relative humidity ϕ , %	Percentage of sunny days	Wind speed V , m/s	I	II	III
		day	night	average						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2006	8	29	22	25.5	50	45	4	4	4	4
	9	22	15	18.5	44	53	5	4	4	4
	10	15	10	12.5	60	58	4	4	4	4
	11	6	3	4.5	74	23	4	4	4	4
	12	1	0	0.5	78	39	5			

მე-9 სავრთავმოქმედებელი სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია "წყალთა მუშაობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები"

25 – 27 ივლისი, 2019 წ.

	Average	14.6	10.0	12.3	61.2	43.8	4.4	4.0	4.0	4.0
2007	1	2	0	1	83	10	6			
	2	0	-4	-2	70	36	6			
	3	7	1	4	57	52	6			
	4	11	4	7.5	38	40	5	1	2	3
	5	23	14	18.5	34	65	5	4	4	4
	6	25	16	20.5	33	53	5	4	4	4
	7	29	18	23.5	25	87	4	4	5	5
	8	30	19	24.5	27	68	5	5	5	5
	9	21	13	17	42	53	5	5	5	5
	10	14	8	11	52	39	5	5	5	5
	11	2	0	1	68	37	5	5	5	5
	12	-1	-2	-1.5	88	23	5			
	Average	13.7	7.3	10.5	51.3	46.8	5.2	4.1	4.4	4.5
2008	1	-3	-7	-5	79	48	6			
	2	0	-3	-1.5	74	45	6			
	3	9	3	6	61	23	6	3	4	4
	4	14	8	11	61	23	5	3	4	4
	5	18	10	14	51	45	5	4	5	5
	6	23	14	18.5	39	57	4	5	5	5
	7	27	17	22	39	58	5	4	4	4
	8	29	18	23.5	27	90	4	4	4	4
	9	19	11	15	46	53	5	5	5	5
	10	14	8	11	56	48	5	5	5	5
	11	6	2	4	61	47	5	4	4	4
	12	-1	-4	-2.5	71	48	5			
	Average	13.0	6.4	9.7	55.4	48.9	5.1	4.1	4.4	4.4
2009	1	-3	-5	-4	93	26	5			
	2	0	-1	-0.5	86	14	5			
	3	5	1	3	79	23	5	3	4	4
	4	13	3	8	36	60	5	4	4	5
	5	18	11	14.5	49	32	4	5	5	5
	6	27	17	22	33	77	5	5	5	5
	7	28	17	22.5	48	33	4	4	4	4
	8	25	14	19.5	48	45	5	4	4	4
	9	21	12	16.5	56	47	5	5	5	5
	10	15	8	11.5	77	19	5	5	5	5
	11	6	3	4.5	92	0	5	4	4	4
	12	7	3	5	88	17	7			
	Average	13.1	6.6	9.9	65.1	33.6	4.9	4.4	4.5	4.6

2010	1	-7	-9	-8	90	9	8			
	2	-2	-4	-3	89	4	8			
	3	4	0	2	65	26	5	3	4	4
	4	13	6	9.5	45	13	4	4	5	5
	5	21	13	17	50	26	4	5	5	5
	6	27	17	22	31	53	5	5	5	5
	7	30	20	25	28	61	4	4	4	4
	8	32	19	25.5	10	81	5	4	4	4
	9	23	13	18	40	75	4	4	5	5
	10	10	3	6.5	61	52	4	5	5	5
	11	11	6	8.5	67	57	4	4	4	4
	12	1	-1	0	80	29	4			
	Average	13.8	7.1	10.5	54.2	39.2	4.9	4.2	4.5	4.5
2011	1	-4	-7	-5.5	85	35	3			
	2	-6	-10	-8	81	36	7			
	3	2	-3	-0.5	73	45	5	2	2	2
	4	12	4	8	42	13	5	3	4	4
	5	22	11	16.5	54	34	4	4	5	5
	6*	24	20	22	64	10	5	5	5	5
	7*	29	24	26.5	57	29	4	4	4	4
	8*	26	20	23	57	32	5	4	4	4
	9	21	12	16.5	44	71	4	4	5	5
	10	11	4	7.5	65	32	4	5	5	5
	11	1	-2	-0.5	73	20	4	4	4	4
	12	2	0	1	88	16	4			
	Average	11.4	5.9	8.7	66.1	29.7	4.5	3.9	4.2	4.2
2012	1	-3	-7	-5	82	32	4			
	2	-7	-11	-9	78	28	4			
	3	3	0	1.5	67	32	5	4	4	4
	4	18	8	13	40	33	4	5	5	5
	5	23	14	18.5	29	58	4	5	5	5
	6	26	16	21	26	71	4	5	5	5
	7	29	19	24	18	58	4	4	4	4
	8	28	17	22.5	22	45	5	4	4	4
	9	21	11	16	35	70	3	5	5	5
	10	16	9	12.5	53	55	4	4	5	5
	11	7	3	5	67	30	4			
	12	-2	-4	-3	85	23	6			
	Average	12.8	6.0	9.4	51.0	43.6	4.3	4.5	4.6	4.6
2013	1	0	-2	-1	88	13	4			
	2	1	-2	-0.5	77	21	5			

	3	4	-1	1.5	65	29	5	4	4	4
	4	16	6	11	30	50	5	5	5	5
	5	25	15	20	18	65	4	5	5	5
	6	26	16	21	23	37	4	4	5	5
	7	27	16	21.5	19	45	4	4	4	4
	8	27	17	22	40	42	3	4	4	4
	9	15	10	12.5	65	20	4	5	5	5
	10	10	6	8	74	19	4	4	4	4
	11	7	3	5	74	27	4			
	12	0	-3	-1.5	85	26	4			
	Average	13.2	6.8	10.0	54.7	32.9	4.2	4.4	4.5	4.5

Notes:

1. Weather data were taken from the NETHOLDING Weather Archive: <https://net.dn.ua/weather/archieve.php?year=2006>, except for June, July and August 2011, for which the data is <https://www.gismeteo.ru/diary/5080/2011/6/> and <http://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=34519&bday=1&fdays=30&amonth=6&ayear=2011> (relative humidity).
2. The average for the year is based on the number of days in each month. At the same time for some months, the available data are not every day, namely: July 2009 - 12 days; January 2010 - 23 days, September 2010 - 12 days, October 2010 - 21 days, May 2011 - 29 days, September 2011 - 17 days; June 2012 - 17 days. Loss of data in weather archives may be related to military actions in eastern Ukraine.

During observations (2007-2013), each of these parameters varied within (variation intervals) given in Table. 2. For each of these intervals we find the center point as the simple average and the step of variation as half the difference between intervals (Table 2). This allows reducing of all the intervals of variation to the standard limits [- 1, 1]. We accept a linear regression equation containing only a free member and members with the first degree of each factor [5].

Table 2

Bringing factors to standard variation intervals

Factor X	Average relative humidity φ, %	The average percentage of sunny days n_{sun} , %	Average temperature θ, °C	Average wind speed V, v/c
Maximum value X_{max}	66.1	48.9	10.5	5.2
Minimum value X_{min}	51.0	29.7	8.7	4.2
Center $X = (X_{max} + X_{min})/2$	58.55	39.3	9.6	4.7
The step of variation $\Delta X = (X_{max} - X_{min})/2$	7.55	9.6	0.9	0.5
Factor in standard interval [-1,1]: $\bar{X} = (X - X) / \Delta X$	$\varphi = \frac{\varphi - 58,55}{7,55}$	$n_{sun} = \frac{n_{sun} - 39,3}{9,6}$	$\theta = \frac{\theta - 9,6}{0,9}$	$V = \frac{V - 4,7}{0,5}$

Using the least squares we find the following equations:

$$\Phi T_1 = 4,28 + 0,69\varphi + 0,75\tau_{sun} + 0,63\Theta - 0,78V \pm 0,090 \quad (1)$$

$$\Phi T_2 = 4,46 + 0,33\varphi + 0,40\tau_{sun} + 0,34\Theta - 0,39V \pm 0,067 \quad (2)$$

$$\Phi T_3 = 4,49 + 0,39\varphi + 0,43\tau_{sun} + 0,39\Theta - 0,39V \pm 0,089 \quad (3)$$

In such a sample, the estimation of the dispersion of each parameter is complicated. In this case, the significance of each member of the equation can be estimated in the following way. Points are evaluated with an accuracy of one. On averaging, the accuracy is about 0.1 point. Deviation to 0.1 point of the value obtained by the regression equation (1-3) is considered as insignificant. Let us assume that each parameter is insignificant one after another. We remove it from the equation and repeat the solution by the method of least squares. If the deviation of the results for the new regression equation significantly exceeds 0.1, then the assumption is considered wrong and the parameter is significant. As a result, deleting each parameter from each equation gives a deviation of each result over 0.15...0.2. Thus, all the members are meaningful. The deviation of equations 1-3 does not exceed 0.09. Thus, the choice of parameters can be considered expedient.

The analysis of the equations shows that the coefficients in factors are comparable, that means equal importance of taking into account all factors. The smallest coefficients for all factors correspond to the second group of plants. These plants are the most resistant to weather conditions. Plants of group III are characterized by insignificantly higher values of coefficients. The difference between the corresponding coefficients of equations (2) and (3) is within the range of 0...18.2 %. Thus, plants of group III have approximately the same resistance to weather conditions. Plants of group I are characterized by the values of the coefficients of equation (1), which is 1.8 ... 2.1 times greater than the corresponding coefficients of equation (2) for group II. In addition, the value of the free term of the equation (1) is 4 % less than the value of the absolute term of the equation (2). Thus, the first group of plants is most sensitive for weather conditions and has a lower score at the average value of ambient air parameters. Thus, these plants are more likely to lose their decorative qualities and require more frequent replacement or planting.

The increase in relative humidity, the number of sunny days and the average annual temperature favorably affects plants, as evidenced by the plus sign in the corresponding terms of the equations (1-3). The wind suppresses the development of plants, showing the sign "minus" with the corresponding term of equations (1-3). On the other hand, in the warm period of the year, the increase in wind speed increases the "cooling effect" of plants and reduces energy consumption for air conditioning.

The rate of air flow above the plants can be guided by a parapet. Blind parapet reduces air velocity and increases the relative humidity of air by reducing airflow. It improves the decorative qualities of plants and reduces the energy efficiency of the building in hot season. On the contrary, perforation of the parapet intensifies air exchange, worsens the decorative qualities of plants, but increases energy efficiency. Formulas (1-3) and equation describing the reduction of surface temperature under the plant layer due to the "cooling effect" [6]

$$\Delta T_{c.e} = (0,508 \operatorname{atan}(V) + 0,543) \operatorname{atan}^2(V) + 0,752 \quad , K \quad (4)$$

Allow reaching the most expedient operation conditions of a roof depending on requirements of the customer. In the future, it is recommended to develop mathematical models for green roofs of the other regions of Ukraine with the appropriate assortment of plants.

CONCLUSIONS

The developed mathematical model of the influence of weather factors on plant development makes it possible to assume that the steppe phenotype is well suited for the sharply continental climate of the eastern region of Ukraine. The second and the third groups are the most resistant to climatic conditions. They are recommended for green roofs of similar type of climate. The sensitivity of the plants to the wind influence is established. This factor can have a negative impact on plant decoration, but it improves the energy efficiency of buildings during the warm period of the year. It is proposed to regulate air velocity over plants using a parapet. With perforated parapet in the summer, the effect of wind increases, this reduces decorative properties, but increases the “cooling effect”. With a blind parapet, the effect of the wind decreases, the decorative properties of the plants increase, but the "cooling effect" decreases. This fact must be taken into account when using the green roof.

REFERENCES

1. Tkachenko T.N. The possibility of creating energy-efficient environmentally friendly green technologies in Ukraine // Construction, Materials Science, Engineering: Sat. scientific works. Series: “Creating high-tech eco-complexes in Ukraine based on the concept of balanced (sustainable) development, Vol.81, Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture. – Dnepropetrovsk, 2015. - P.256-260.
2. Petrenko V.O. Air, sanitary, climatic balance of the region: Textbook/V.O. Petrenko, A.O. Petrenko, K.B. Dikarev, C. Brunto. - Dnepr: FLP Bliznyuk, 2016. - 120 p.
3. Tkachenko T.M. Adaptation potential of phytocenosis of energy-saving green roofs // Ecological safety and nature management. - No. 3 (19), 2015. - P. 27-32.
4. Methods for determining the frost resistance of plants. / Ed. Tumanova I.I. - M .: "Science", 1967. - 88 p.
5. Modeling and forecasting of the state of the environment: a textbook / VI Lavrik, VM Bogolyubov, LM Poletayeva et al. - K .: VC "Academy", 2010. - 400 p.
6. Tkachenko T. Research of cooling effect of vegetation layer of green structures in construction/T. Tkachenko, V. Mileikovskiy // International Scientific and Practical conference “World science”. – № 7 (23), Vol. 1, 2017. – P. 22-24.

КАЧЕСТВО ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БАССЕЙНОВ БАЛТИЙСКОГО И ЧЁРНОГО МОРЕЙ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

А. Уйма ¹⁾, И. Иорданишвили ²⁾, И. Иремашвили ²⁾, М. Варганов ²⁾,
Н. Канделаки ²⁾, К. Иорданишвили ²⁾

¹⁾ Ченстоховский политехнический университет
ул. Г. Домбровского 69, 42-201 Ченстохова, Польша

E-mail: aujma@bud.pcz.pl

²⁾ Институт водного хозяйства им. Ц. Мицихулава Грузинского технического университета
пр. И. Чавчавадзе 60^б, г. Тбилиси, 0179, Грузия

E-mail: ingairema@mail.ru

Аннотация. Изменение климата на Земле проявляется в повышении температуры воздуха и поверхности Земли, повышении уровня Мирового океана, в частности, уровней Балтийского и Черного морей, учащении оползневых и селевых явлений, увеличении скорости таяния ледников, увеличении водопотребления, длительных периодов засухи, уменьшении расходов в реках, уменьшении влажности почвы и т. д. Особенно важно проводить различные мероприятия, которые должны стимулировать более устойчивый подход к управлению водных ресурсов. Разработка и изменение законодательства в области управления водными ресурсами повысит эффективность их управления. Не менее важной является необходимость уменьшения оттока загрязнений реками в Балтийское и Черное моря. Решение системы управления водными ресурсами должно стать одной из важнейших целей для достижения высокой чистоты воды в реках, впадающих в эти моря.

Ключевые слова: водные ресурсы, Балтийское и Черное моря, изменение климата, мелиорация.

ВВЕДЕНИЕ

Водное хозяйство – одна из ведущих отраслей экономики стран. Составляющими частями функционирования водного хозяйства являются – учет водных ресурсов, их изучение, использование и охрана. Компоненты водных запасов – это моря, реки, озера, водохранилища, ледники, болота и подземные воды. Понятие "водные запасы" включает в себя объемы всех видов вод, в том числе вековые запасы вод ледников и болот, к "водным ресурсам" же относится лишь та часть водных запасов, которая используется в хозяйственной деятельности. Водный "запас" оценивается его объемом, величина которого относительно постоянна, величина же водных "ресурсов" за счет создания водохранилищ, регулирующих речной сток (в границах полезного объема), имеет возможность увеличения объема. В результате антропогенной нагрузки, вызванной развитием современных технологий, на Земле за последние 70 лет замечено явление глобального потепления. Со второй половины XIX века средняя температура на Земле увеличилась на 0,6°C, по прогнозным

данным к середине XXI века температура увеличится на 4°C (рис.1) [1].

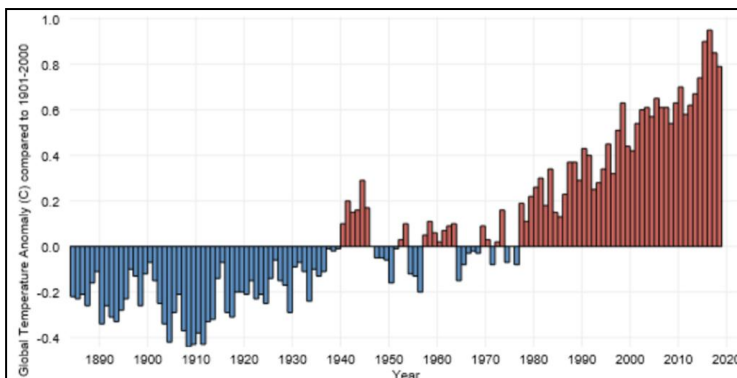


Рис. 1. Отклонение средней годовой температуры на поверхности Земли от средней температуры за период с 1901 по 2019 год [1]

Дальнейший рост температуры на поверхности Земли в XXI веке подтверждается данными наблюдений ряда исследований (рис. 2) [2].

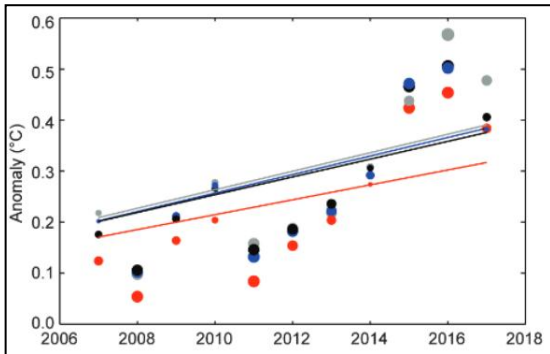


Рис. 2. Отклонение среднегодовой глобальной температуры поверхности Земли с 2007 по 2017г. от средней температуры за период 1981-2010 г.г., совмещённое с линиями тренда за период 1975-2017 г.г.; соответствующие цвета отвечают данным наблюдений: чёрный - NOAA Glo-balTemp, серый - NASA GISS, красный - JMA, синий - HadCRUT datasets [2]

Процесс глобального потепления на Земле связан с экзогенными (внешними) факторами. Основной причиной ускоренного таяния современного ледового покрытия Земли является повышение среднегодовой температуры поверхности планеты, связанное с повышением концентрации углекислого газа и метана в атмосфере, выбросом тепловой энергии, ростом активности Солнца. Загрязнение атмосферы парниковыми и другими газами, а также выбросами тепла происходит как за счет деятельности человека, так и за счет природных процессов. В результате деятельности вулканов и гейзеров количество тепла и газов, выбрасываемого в атмосферу, в 9 раз превышает выбросы, связанные с деятельностью человека. Причиной глобального потепления является замеченный сдвиг магнитных полюсов Земли, в результате чего географический и магнитный полюса отделились друг от друга на 200 км. Ряд исследователей указывает на действие эндогенных (внутренних) факторов. Увеличение объема воды связывается с выходом из недр Земли ювенильных вод. Эти геотермальные воды с минерализацией превышающей минерализацию вод океана в 10 раз, поднимаются со дна океанов и морей.

Вызванное антропогенным воздействием глобальное потепление на Земле имеет следующие отрицательные последствия: участившиеся катастрофические наводнения и паводки, эрозия почв, опустынивание территорий и др. Для сохранения теплового эффекта на Земле необходимо иметь следующий баланс газов в атмосфере: CO₂ – 65%, CH₄ – 20%, инертные газы – 10%, N₂O – 4,5%. При сохранении существующей сегодня динамики выбросов газов, к концу XXI века количество CO₂ в атмосфере увеличится в 2 раза, что вызовет повышение температуры на 4°C. Очередное потепление вызывает таяние льдов и соответствующее эвстатическое повышение уровня морей. На основании данных последних лет уровень Мирового океана уже поднялся на 9 см (рис. 3) [3].

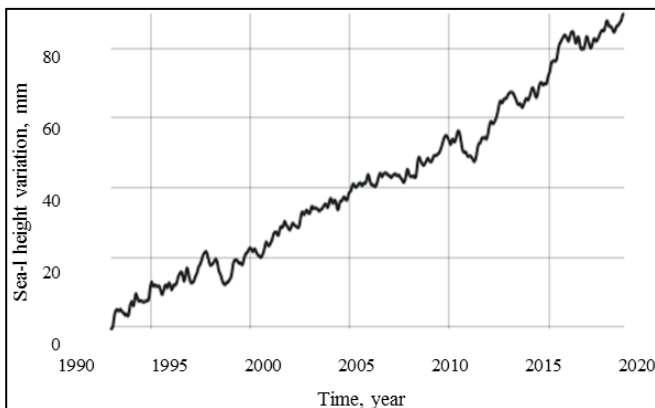


Рис. 3. Повышение уровня мирового океана после 1993 г. [3]

В Северном ледовитом океане уровень воды ежегодно возрастает на 2,6 мм, в Атлантическом – на 1,9 мм, в Тихом – на 0,6 мм. По прогнозам учёных в ближайшее столетие будет наблюдаться дальнейшее повышение уровня морей [4]. Высота повышения уровня морей будет зависит прежде

всего от концентрации парниковых газов в земной атмосфере вызывающих таяние ледников в горах, ледникового покрова на Гренландии, на Антарктиде и в Арктике. (рис. 4).

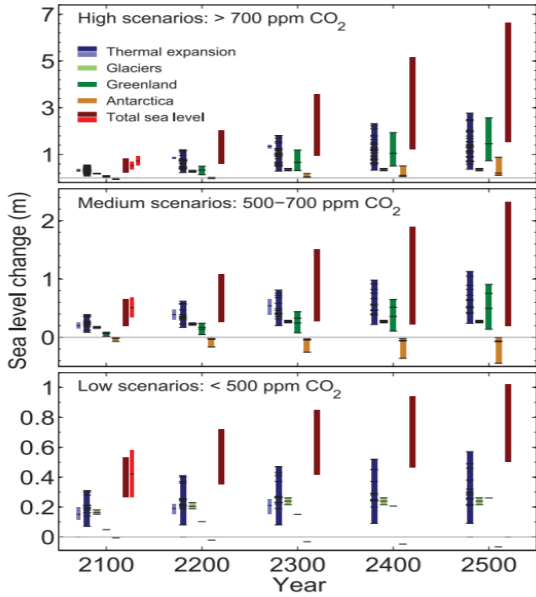


Рис. 4. Прогнозы изменения уровня морей с 2100 по 2500 года в зависимости от концентрации парниковых газов в земной атмосфере (в пересчете на двууглекислый газ CO₂), в 2100 году, > 700 ppm, верхний график; 500–700 ppm, средний график; <500 ppm, нижний график [4]

Уровень Балтийского моря повышается на 3-4 мм/год (рис. 5) [5].

Археологи считают, что IV-III веках до нашей эры уровень Черного моря был на 3-4 м ниже современного. В Четвертичный период колебание уровня Черного моря было обусловлено тектоническим движением Босфора и Дарданелл. Подъем и опускание уровня Черного моря обусловлен изменением климата в Плейстоцене и Голоцене, вызвавшим эвстатические изменения Мирового океана.

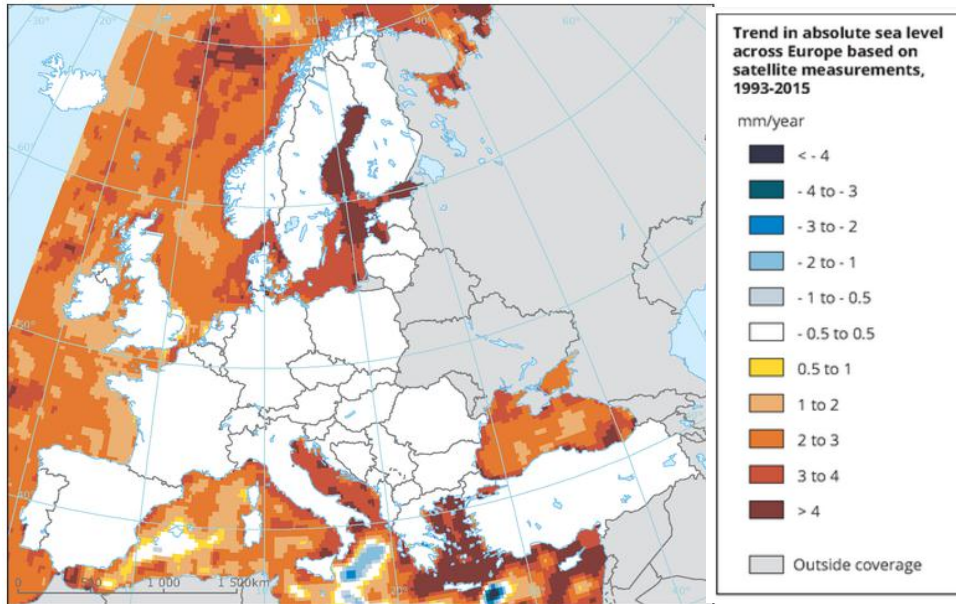


Рис. 5. Повышение уровней Европейских морей (January 1993- December 2015) [5]

Изменение уровня Черного моря тесно связано с изменениями климата Земли (рис. 6) [6].

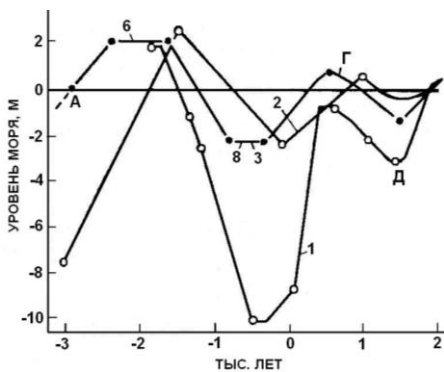


Рис. 6. Колебание уровня воды в Черном море в течение последних 5 тысяч лет.

1 – по К.К. Шилику; 2 – по С.В. Варушенко; 3 – по П.В. Федорову;

A – Древне-Черноморский бассейн; B – Новая Черноморская трансгрессия; G- Нимфейская трансгрессия; D - Корсунская регрессия

Процесс регрессии замечен в Варнском и Бургасском заливах. Вблизи Колхиды происходит трансгрессия, которую для Черного моря можно объяснить эффектом "тазика" и приливно-отливными колебаниями уровня. Величина изменения уровня за счет этих колебаний достигает нескольких десятков сантиметров (рис. 7) [7].

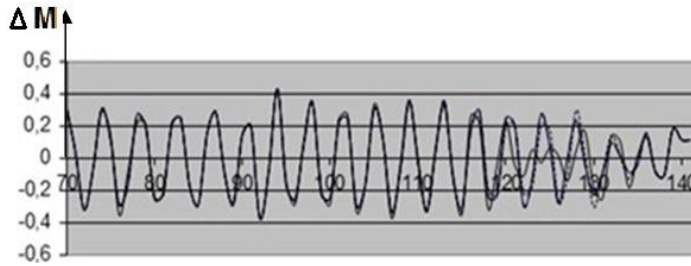


Рис. 7. Приливно-отливные колебания уровня Черного моря [7]

Признаки "глобального потепления" наблюдаются на всей территории Польши и Грузии. Происходит повышение среднегодовой температуры воздуха, убыстряется таяние ледников, учащаются катастрофические наводнения и паводки, случаи возникновения лесных пожаров.

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ, ВЕЛИЧИНЫ ОСАДКОВ И ВЛАЖНОСТИ ГРУНТА НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЬШИ

Среднемесячная температура воздуха в Польше в июне 2018 г. превысила средние значения этого месяца с периода 1981-2010 г.г., на большинстве территории Польши на 2,5°C, а в западной части Польши - даже более чем на 3°C (Познань 3,1°C и Вроцлав 3,2°C выше многолетних данных), (рис. 8) [8].

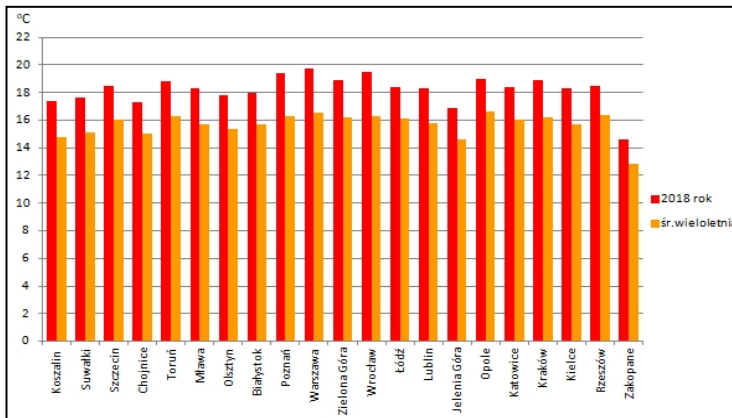


Рис. 8. Среднемесячная температура воздуха в июне 2018г. на фоне значений с 1981-2010г. на отобранных метеостанциях на территории Польши [8]

Уменьшается и величина осадков, к примеру, в течение трёх месяцев в 2018г. они были намного ниже, чем в среднем по данным с 1981 по 2010 г. (рис. 9) [8].

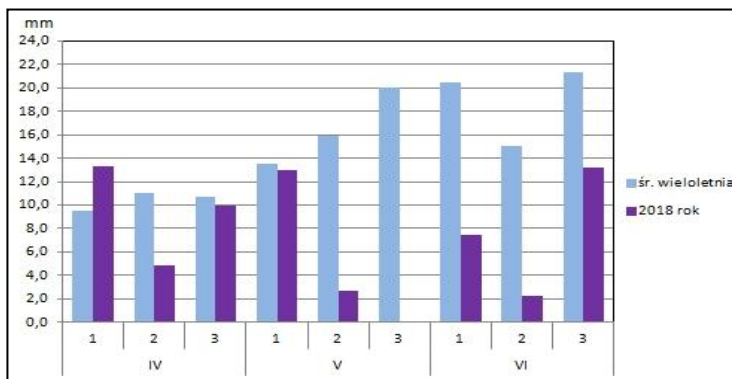


Рис. 9. Атмосферные осадки в период апрель-июнь 2018 г. на фоне средних значений с 1981 - 2010 г., замеренных на метеостанции Познань-Лавица - 2018 г. - 1981-2010 гг. [8]

За последние годы ухудшились условия аккумуляции дождевой воды и её стока в водных бассейна рек Польши. Главная причина связана с факторами,

которые можно составить в три группы:

1. Метеорологические условия, характеризующие распределение и изменчивость атмосферных осадков, а также интенсивность испарения влаги;
2. Географические особенности водосборной территории определяют величину стока и его разделение на часть впитанную в грунт и поверхностный сток;
3. Антропогенное влияние человека.

Температура воздуха, скорость ветра и недостаток влаги в воздухе синергетическим образом влияют на процесс испарения, а количественным индикатором является показатель DVR ($DVR =$

недостаток влаги в воздухе • скорость ветра • радиационный баланс, обозначающий разницу между интенсивностью падающего на поверхность потока радиационной энергии и отражённого от неё). Зависимость годовой суммы испарения от величины показателя М имеет вид [9].

$$M = DVR/100,$$

где: D - недостаток влаги в воздухе, [гПа]; V- скорость ветра, [м/с]; R - радиационный баланс, [Вт/м²]. Результаты исследований показали высокую корреляцию между годовой суммой испарения и показателем М (рис. 10).

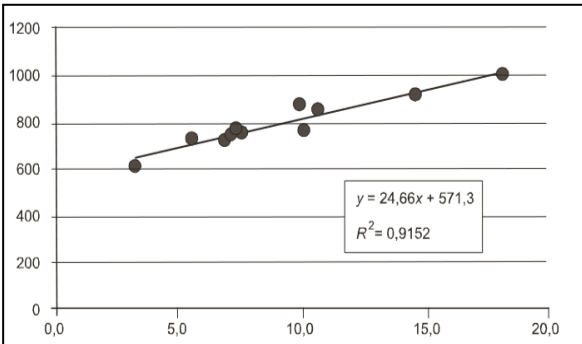


Рис. 10. Зависимость суммы годового испарения влаги из грунта, в мм/год, от показателя М, (среднегодовые значения параметра), для района с. Туреу, Велькопольска, Польша [9]. данные за период 1996 - 2006 г.

Климатические прогнозы указывают дальнейший рост средней скорости ветра и величины недостаточности **влажности воздуха**, а также величины радиационного баланса. Структура водного баланса небольших водосборов ухудшится, а количество периодов с небольшими потоками увеличится или такие потоки вообще исчезнут [9].

Изменение **влажности почвы** для грунтов в районе г. Паенчно (Польша), в период с апреля по май 2018г. показано на графике (рис. 11). Выявлено понижение влажности грунта на 10% на глубине 7 - 28 см, а на глубине 28 – 100 см - 20% [10].

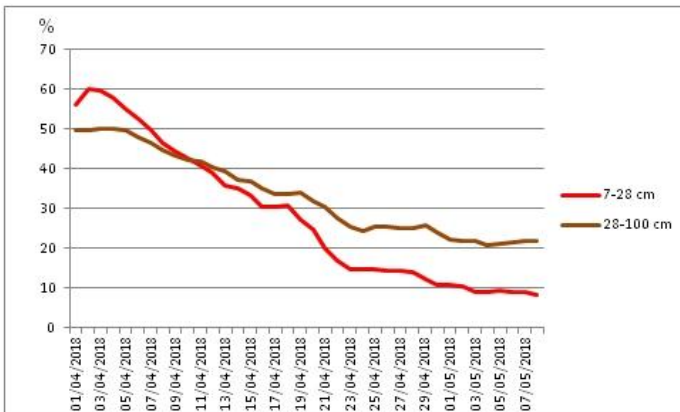
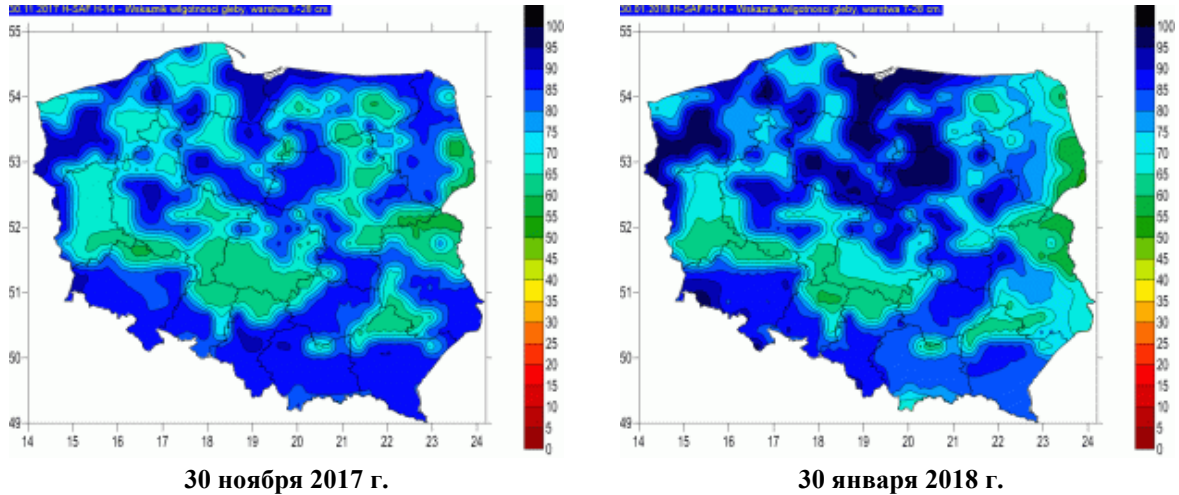


Рис. 11. Зависимость изменения средних значений влажности почвы на двух разных грунтовых уровнях [10]

Сопоставление влажности грунта в осенне-зимнее время 2017–2018 гг. указано на картах Польши (рис. 12). Понижение влажности грунта наблюдается в тёплый период года - в июне месяце (рис. 13). Крайне низкие уровни воды были зафиксированы в главных реках Польши (рис. 14).

Увеличение доли урбанизированных площадей в бассейне рек, увеличение площади дорог, мест парковки машин уменьшает количество воды, впитываемой почвой, а также увеличивает поверхностный сток и сокращает время стока дождевой воды к реке. Наблюдается уменьшение воды в почве, а также увеличение вероятности и интенсивности экстремальных гидрологических процессов. Опасность в Польше обусловлена применением мелиорационных систем, которые ускоряют сток воды. Система отвода вод с территории Польши характерна низкой способностью сбора воды. Во всех водоёмах можно задержать только 6% среднего годового стока [8]. На низкий объём речного стока влияют также антропогенные факторы.



30 ноября 2017 г.

30 января 2018 г.

Рис. 12. Распределение влажности грунта на территории Польши в осеннее и зимнее время 2017 – 2018 г.г. [10]

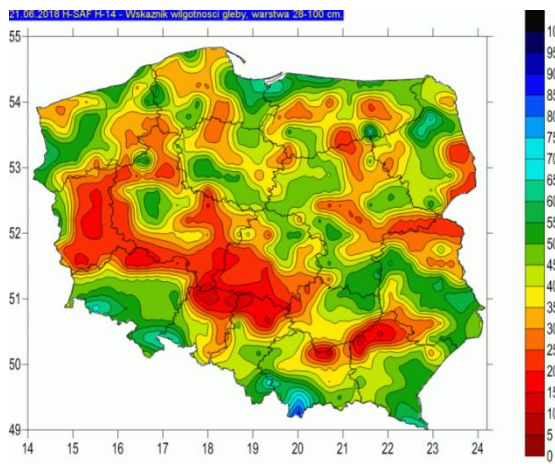


Рис. 13. Почвенная влажность в Польше на глубине 28-100 см, 21 июня 2018г. [10]

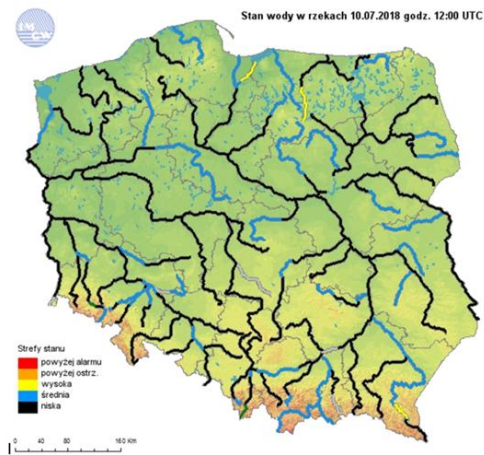


Рис. 14. Уровень воды в крупных реках. Польша, 10 июля 2018г. [10]

ЗАГРЯЗНЕНИЕ СТОЧНЫХ ВОД В ПОЛЬШЕ

В Европе до 243 000 Гм³ (среднегодовой показатель за период 1990 - 2015 г.г.) используется для удовлетворения потребностей европейской экономики. В 2015 г. было потреблено до 232 000 Гм³ воды, из которых 90 000 Гм³ было использовано, а 142 000 Гм³ было возвращено обратно в окружающую среду, загрязнённой вредными химическими средствами. Структура потребления воды европейской экономикой следующая: 11,6% - жилые и общественные здания; 2,5% - бытовые услуги; 17,7% - добыча полезных ископаемых, производство и строительство; 17,7% - снабжение электричеством, газом, паром и холодом для кондиционирования; 40,4% - сельское, лесное и рыбное хозяйство. Источниками воды являются: 64,6% - речная вода, подземные воды 23,6%, искусственные водоёмы - 10,3%, озёра - 1,5% [11]. Серьёзной проблемой водных ресурсов является **качество воды**. 5% водных ресурсов Польши относится к I-му классу качества. В основном, это вода в водохранилищах. На внеклассные воды приходится до 50% всех водных ресурсов. Данные наблюдений показывают тенденцию улучшения качества воды в Польше. Состояние воды худших классов в по 5-и классовой шкале улучшается, а ресурсы вод I и II классов - не меняются [12].

Европейская Директива по водным ресурсам установила рамки действий стран членов Евросоюза в области водной политики и управления водными ресурсами [13]. Утверждённый в Польше Закон по воде учитывает рекомендации Директивы 2000/60 /ЕС [14.]. Закон регулирует управление водными ресурсами в соответствии с принципом устойчивого развития в области:

ც. მიტსკულავას სანაპიროს მუშრნეობის ინსტიტუტი; ბარემოს ღაცვის მკვნიერო

формирования и охраны, использования и управления водными ресурсами. Главные цели и задачи Закона по воде это: эффективное и рациональное управление водным хозяйством, финансирование управления водными ресурсами в соответствии с принципом возмещения расходов на услуги, повышение безопасности воды на случай наводнения или засухи, а также увеличение ресурсов и качества воды.

На состав загрязнений, особенное влияние имеет сток загрязнений, содержащихся в водах рек впадающих в Балтийское море. Главная доля загрязнений приходится на нитраты и фосфаты сельскохозяйственного происхождения. Питательными веществами для планктона в морской среде являются минеральные соединения азота и фосфора. Они происходят из природных источников - выветривания земной коры, а также антропогенных - животноводство, использование удобрений в сельском хозяйстве, коммунальное хозяйство. В водах Балтийского моря имеется избыток биогенных веществ - минеральных форм фосфора и азота. Они вызывают массовый рост фитопланктона (цветности). Что касается минеральных форм азота (сумма $\text{NO}_2 + \text{NO}_3 + \text{NH}_4$), то в 2015г. наблюдалось снижение. Состояние воды в экономической зоне Польши в 2015г., с точки зрения эвтрофикации, было оценено как непригодное, **оно ниже хорошего состояния**. После более чем десятилетней тенденции снижения концентрации фосфатов в польской зоне Балтийского моря в 2015г. поддерживалась на повышенном уровне и в вегетационный период [15].

Территория бассейнов рек Польши, впадающих в Балтийское море - четвёртая по величине. Здесь проживает более 45% от общей численности населения Балтийского бассейна и включает более 50% сельскохозяйственных угодий (рис.15, 16), 30% территории занимают леса. Российский и финский бассейны характеры тем, что 60% покрыты лесами и озёрами, а крупнейший шведский бассейн охватывает 25% горной территории [16, 17].

За последние годы наблюдается **уменьшение стока нитратов и фосфатов** в водах польских рек, впадающих в Балтийское море (рис. 15, 16) [18]. Хорошие результаты получены при использовании и задержании нитратов и фосфатов на территории страны (рис. 17, 18). Ситуация обусловлена изменением климата, повышением температуры, ускорением испарения влаги и уменьшением объёма стока воды.

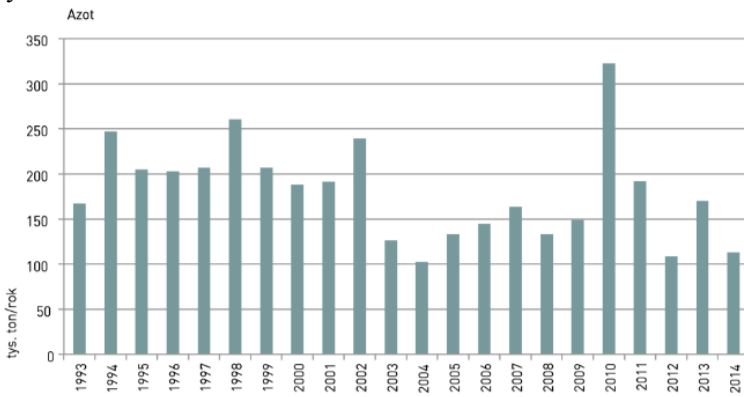


Рис. 15. Годовая нагрузка азота, отводимого в сток польских рек в Балтийское море [18]

Менее эффективными районами в отношении удерживания нитратов и фосфатов являются бассейны рек вблизи побережий Балтики рис. 13, 14.

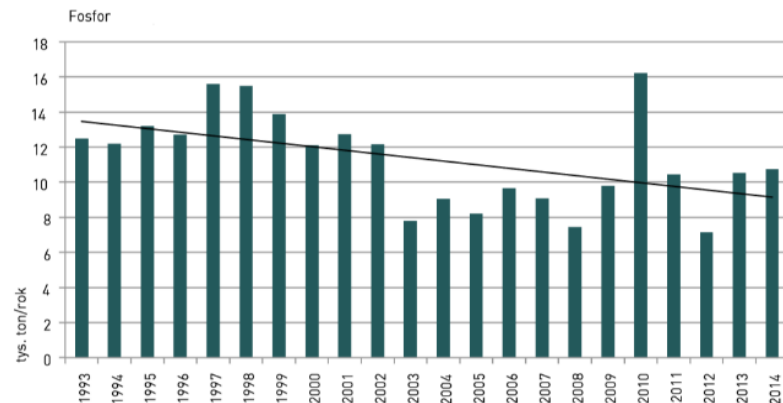
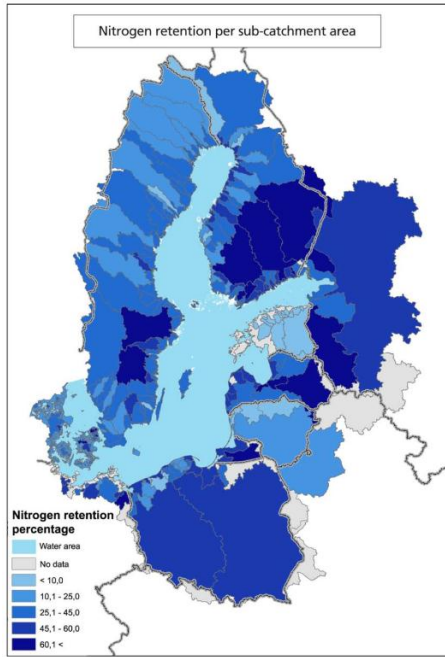
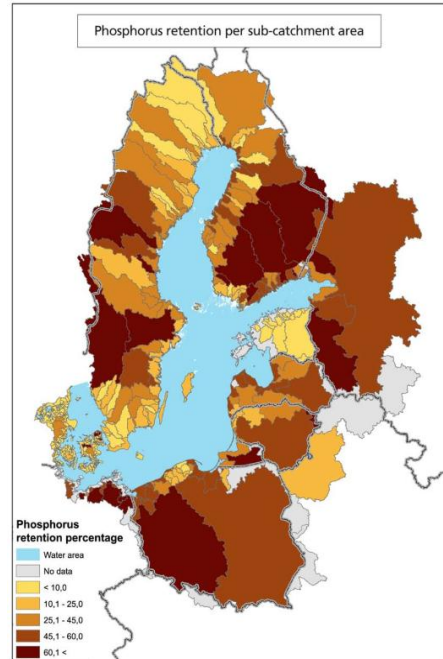


Рис. 16. Годовая нагрузка фосфата, отводимого в сток польских рек в Балтийское море [18]



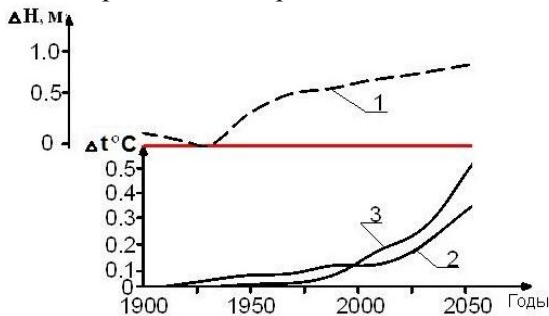
რის. 17. პროცენტული რეპრეზენტაცია აზოტის შენახვის შესაძლებლობის ტერიტორიაზე ბალტიკური ზღვის აუზში [19]



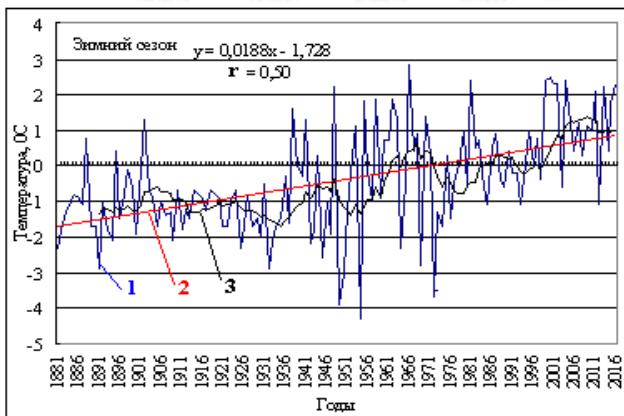
რის. 18. პროცენტული რეპრეზენტაცია ფოსფატის შენახვის შესაძლებლობის ტერიტორიაზე ბალტიკური ზღვის აუზში [19]

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ, СРЕДНЕГОДОВЫХ РАСХОДОВ РЕК, ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГРУЗИИ

Со второй половины XX столетия на сограничных территориях - Грузии и Азербайджана - начался процесс интенсивной деградации природной среды. Этому негативному процессу способствовало увеличение температуры (рис. 21, 22) и, как следствие, увеличение объемов водопотребления и сбросов в водные объекты неочищенных сточных вод [20].



რის. 19. თანამედროვე საშუალო ტენდენცია დონის რეჟიმის - ΔH (1), ზედაპირული წყლის ტემპერატურის Δt_წ (2) და ჰაერის ტემპერატურის ΔT_{ჰაერ} (3) პრიკოლხიდური ზონის შავ ზღვაში (გურჯისტანში) [20]



რის. 22. მრავალწლიანი დინამიკა და ტენდენცია ცვლილების ზამთრის ჰაერის ტემპერატურის აზერბაიჯანში: 1-მრავალწლიანი დინამიკა, 2-წრითი ტენდენცია; 3-წრითი ტენდენცია [20]

Из-за повышения среднегодовой температуры воздуха, убыстряется таяние ледников, учащаются катастрофические наводнения, паводки, лесные пожары. Возросли теплоэнергетические мощности, производство нефтехимических матери-

алов и площадей орошаемых земель. Увеличению объемов безвозвратного водопотребления способствовало строительство водохранилищ, что привело к росту дополнительных потерь на

испарение. Водохранилища, за счет увеличения периода водообмена и замедления процессов самоочищения, способствуют повышению загрязнения пресных вод.

Начиная с 50-х годов прошлого столетия, стали наблюдаться и антропогенные изменения стока больших **речных систем**. Стал ощущаться дефицит водных ресурсов в маловодные годы, обострилась проблема истощения водных ресурсов. **Речной сток** является основной характеристикой возобновляемых водных ресурсов Грузии. Исследования, проведенные в рамках проекта HOT BLEACK SEA, показали, что в результате строительства в верхнем течении р. Чорохи (на территории Турции) 10 водохранилищ объемом более 1,0 млн м³ наблюдается уменьшение ее расходов (рис. 21) [21].

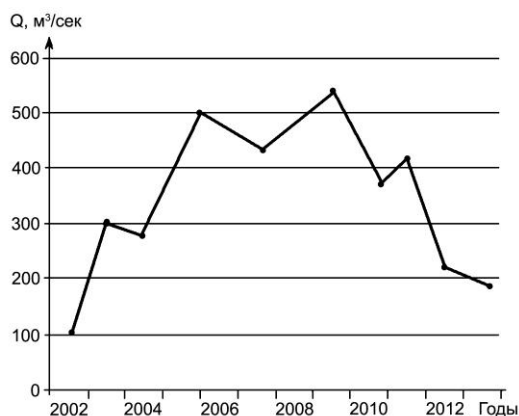


Рис. 21. Гидрограф среднегодовых расходов реки Чорохи [21]

В многолетнем разрезе существенных изменений в стоке р. Куры не произошло (от границы с Турцией до г. Тбилиси), уменьшение же ее стока ниже г. Тбилиси связано с забором воды на орошение. Уменьшение годового стока р. Куры под влиянием антропогенных факторов продолжается на территории Азербайджана. Изменение стока реки началось в 1950-1953 гг., в связи со

строительство ряда водохранилищ. Условно-естественный годовой сток реки Куры в створе Тбилиси к 1980 г. уменьшился на 13-16 м³/сек. Такая же картина наблюдается и на других крупных реках Грузии. Так, р. Алазани является основным источником оросительной воды в Восточной Грузии. Уменьшение стока реки за период 1991-2010 годы составило 9,18 м³/сек (7,65%).

Таяние ледников. Согласно исследованиям грузинских гляциологов, до второй половины XIX века на Северном Кавказе в бассейне р. Кодори насчитывалось 145 ледников, к 2014 г. их осталось всего 118; в бассейне р. Ингури – 299 ледников, к 2014 г. осталось 269; в бассейне р. Терек к 1960 г. было 99 ледников, к 2014 г. осталось 54. При таянии некоторые ледники раскололись или уменьшились. До 1960 года ледник Ушба был сложной формы – ледник одного ущелья, к 2013 г. ледник раскололся на две части.

Наводнения и половодья. Реки Грузии характеризуются частыми наводнениями и половодьями, число которых увеличилось за последнее столетие.

Основные данные по компонентом водного запаса Грузии приведена на территории Грузии площадью 69,7 км² расположено 51 водохранилищ, из которых большая часть - горные водохранилища, они расположены на отметке более 500,0 м.

Таблица 1

Компоненты водного "запаса" Грузии

№ п.п.	Показатели водного запаса	Объем воды, км ³			
		Восточная Грузия	Западная Грузия	Всего	Всего в %
1	Реки	14,7	51,13	65,84	61,83
2	Ледники	5,08	18,74	23,82	22,37
3	Подземные воды	6,4	4,2	10,6	9,96
4	Водохранилища	1,9929	1,4891	3,482	3,23
5	Болота	-	1,86	1,86	1,75
6	Озера	0,422	0,30	0,72	0,69
7	Минеральные воды	0,001	0,01	0,101	0,09
8	Термические воды	0,04	0,02	0,06	0,06
	Всего	28,64	77,84	106,48	100

Такая же идентичность орографических, гидрологических, изотермических, широтных, экспозиционных и ряда других характеристик условий наблюдается и на территории Швейцарии, где широко развито строительство и эксплуатация горных водохранилищ [24]. На территории Швейцарии (страна расположена почти широтном поясе Грузии) площадью 41,2 км² создано более 160 горных водохранилищ в основном, на отметке более 500,0 м; общая площадь горных водохранилищ – F > 800,0 км², при этом общий объем воды в горных водохранилищах V_{полн.} > 3500 млн м³. Поэтому использование Швейцарской практики возведения горных водохранилищ с высокими плотинами вполне приемлено и для Грузии.

Оползневые и селевые явления встречаются во всех зонах Грузии – от Черноморского побережья до высокогорных альпийских зон, общее количество селеопасных районов более > 900.

Одной из важнейших характеристик возобновляемых водных ресурсов Грузии является **химический состав** поверхностных вод. Судя по тангенсу угла наклона линии зависимости $\sum i$ мг.л⁻¹ от времени, наибольшее наращивание $\sum i$ наблюдается в водах р. Куры (рис. 22, 23).

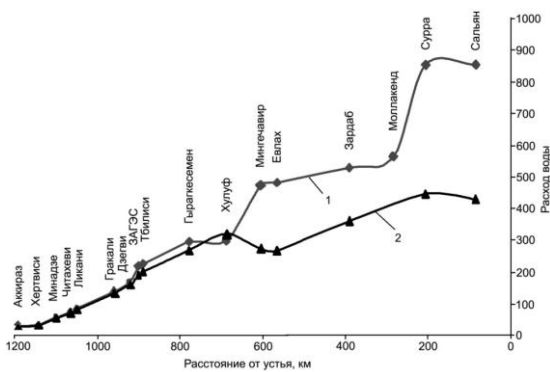


Рис. 22. Естественная и антропогенная трансформация годового стока реки Куры по ее длине: 1 – условно-естественный сток; 2 – наблюдаемый сток (1991-2012 гг.)

Загрязнение вод рек Грузии вызывает загрязнение озер и водохранилищ.

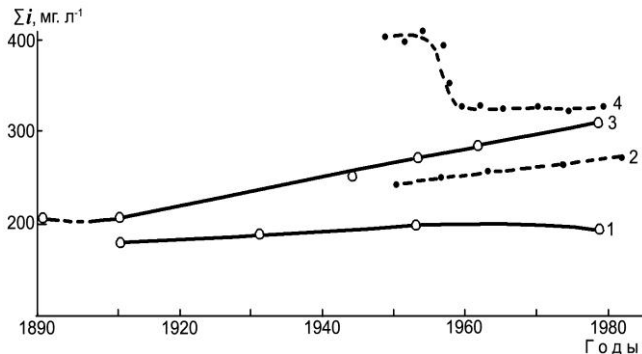


Рис. 23. Изменение суммы главных ионов $\sum i$ воды во времени: 1 - р. Риони, 2 - р. Арагви, 3 - р. Кура, 4 - Тбилисское водохранилище

В озере Палиастоми обнаружены аммоний, нитритный азот, соединения цинка, нефтепродукты, фенолы. В подземных водах Колхиды обнаружено высокое содержание нитритов и аммония, а в подземных водах больших городов (Тбилиси, Рустави) - биологические загрязнители, индекс которых в 5-10 раз больше допустимого. В притоках р. Куры загрязнение связано со стоком промышленных и сельскохозяйственных вод. Высокие концентрации загрязнителей наблюдаются в период межени в нижнем течении р. Куры после г. Боржоми и р. Риони, (рис. 24, 25) [23].

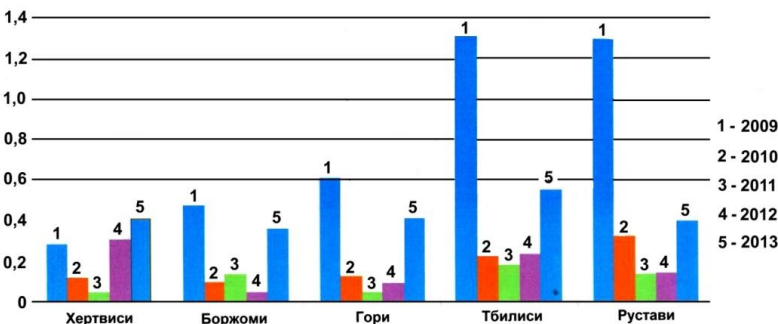


Рис. 24. Среднегодовая концентрация ионов аммония в р. Кура, мг/л (2009-2013) (межень) [23]

Высокое содержание загрязнителей наблюдается на малых реках бассейна р. Храми - р. Машавера, р. Казрети, где основным загрязнителем является горно-обогатительный комбинат. В этих реках обнаружен мышьяк, фенол, нефтепродукты, азот, соединения свинца, концентрация которых в 200 раз превышает допустимую.

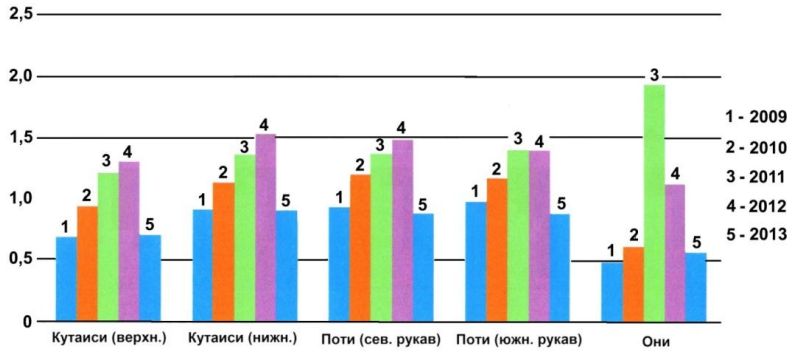


Рис. 25. Среднегодовая концентрация ионов аммония в р. Риони, мг/л (2009-2013) (межень) [23]

Увеличение **минерализации** воды наблюдается в устьевых участках зарегулированных рек и в прибрежной зоне моря. К примеру, среднегодовая минерализация воды по замыкающему створу реки Куры после зарегулирования повысилась на 47%.

Газовый режим водохранилища определяется кислородным режимом, а также степенью снижения скоростей потока и интенсивности турбулентного перемешивания водных масс и уменьшения приточности.

Минеральные и органические вещества, поступающие в водоемы способствуют нарушению экологического равновесия в водных системах. Источник загрязнения водоемов биогенными веществами это донные отложения с высоким содержанием илистой фракции. В ряде водоемов до 50% минеральных и органических веществ поступают со стоком с сельскохозяйственных угодий и промышленно-бытовых сбросов. При расположении водохранилищ в низовьях рек возможен вынос минеральных и органических веществ в их устьевые участки (таб. 2).

Таблица 2

Основные показатели качества воды в водохранилищах Грузии

№ п.п.	Группы	Показатели	Значение	Водохранилища					Класс качества воды				Характер распределения
				Сионское	Гбилис-ское	Цалкское	Алгетское	Гальское	1	2	4	6	
1	Группа А	Водородный показатель рН	сред	6,75	7,82	7,51		8,32	6,5		8,5	6,0-9,0	Изменение по глубине и по длине водохранилища незначительное. Изменение по сезонам незначительное; макс. – зима, осень
			макс	8,38	9,38	8,95		8,64					
2	Общие показатели и показатели неорганических веществ	Растворенный кислород O ₂ , мг/л	сред	8,42	9,31	8,50	6,40	10,15	8	6	5	2	Уменьшается от поверхности ко дну и от устья к плотине. Макс.– зима, мин. – лето, осень
			макс	13,5	11,95	11,90	13,00	13,80					
3		Содержание хлоридов, мг/л	сред	8,20	21,30	12,10		9,20	50	150	300	500	Увеличивается ко дну одинаково по длине водохранилища. макс. – зимой, мин. – летом
			макс	31,30	53,10	18,30		28,20					

**მე-9 საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია “ყვალთა მუშრნეობის, ბარემოს
ღაცვის, არქტივტუშისა ღა მშენელოზის თანამეღროვე პროგნემევი”
25 – 27 ივლისი, 2019 წ.**

4		Содержание сульфатов, мг/л	ср. д.	26,10	166,10	17,20		35,10	50	150	300	400	Изменение по глубине и по длине водохранилища незначительно, меняется по сезонам. макс. – зима, мин. – весной
			макс.	64,25	352,0	60,80		53,10					
5		Железо общее, мг/л	ср. д.	0,04	0,03	0,01	0,21	0,09	0,5	1	5	10	Изменение по длине и по глубине водохранилища незначительно, меняется по сезонам. макс. – весной
			макс.	0,15	0,12	0,15	0,72	0,16					
6		Минеральный фосфор, мг/л	ср. д.	0,013	0,008	0,025		0,010	0,05	0,4	2	3	Изменения по глубине и по длине незначительны (у дна несколько больше). мин. – зима, макс. – лето
			макс.	0,046	0,038	0,060		0,028					
7		Нитраты, мг/л	ср. д.	1,78	2,18	2,32		1,48	1	3	10	20	Увеличивается ко дну. Изменение вдоль водохранилища незначительно. макс. – весна, мин. – лето
			макс.	9,98	6,12	4,21		4,19					
8		Сумма главных ионов	ср. д.	216,8	325,2	141,7	420,0	145,1					Увеличивается от поверхности воды ко дну и от устья к плотине. макс. – зима, мин. – лето, весна
			макс.	348,5	516,4	196,0	228,0	216,8					
9	Группа Б Общие показатели	Перманганатная окисляемость (ХПК, мг O ₂ /л)	ср. д.	1,86	1,72			1,36	5			10	Увеличивается от устья к плотине и от поверхности ко дну. макс. – летом, мин. – осенью
			макс.	3,98	7,21			2,38					
10		Бихроматная окисляемость (ХПК, мг O ₂ /л)	ср. д.	11,32	11,60	8,20	8,23	6,81	5			25	-
			макс.	25,60	37,80	15,80	40,3	15,25					
11	Газовый режим	Содержание двуокси углерода CO ₂ , мг/л	ср. д.	2,41	3,42	3,11	9,60	2,00					Увеличивается ко дну и к плотине. макс. – зима, мин. – лето, осень
			макс.	11,20	12,61	6,80	17,62	6,11					
12		Содерж. гидрокарбонатных ионов HCO ₃ мг-экв/л	ср. д.	2,48	2,68	1,62		1,52					Увеличивается ко дну и от устья к плотине. макс. - весна, мин. - лето
			макс.	3,57	3,12	2,15		2,31					

Повышение эффективности использования оросительной воды зависит от тарификации. В Грузии осуществляется широкая программа реабилитации оросительных систем. В результате недостаточно эффективного менеджмента, низкой культуры бизнеспланирования и несовершенных тарифов на оросительную воду, в среднем 75 лари (24 евро) за полив 1 га в течение года, мелиоративные эксплуатационные организации не получают необходимых денежных средств для покрытия своих расходов. Многие оросительные системы эксплуатируются неэффективно, приводя к большим потерям воды и низкой продуктивности сельскохозяйственных угодий. С целью повышения продуктивности оросительной воды предлагается установить плату за услуги по подаче воды во внутривладельческую

сеть мелиоративных систем дифференцированно в зависимости от природно-климатических и технических условий орошения по основным, льготным и штрафным тарифам [25, 26].

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 зоне – в орошении. В настоящее время, когда ощущается дефицит водных ресурсов в Закавказье, задача рационального их использования приобретает особую остроту. Крупнейшей рекой Южного Кавказа является река Кура, водосборный бассейн которой (193 040 км², в том числе в Грузии 44 120 км²) включает территории Турции, Ирана, Восточной Грузии, Армении и Азербайджана. Многолетний средний расход реки в месте слияния с Мингечевирским водохранилищем составляет 230 м³/сек, а в устье – 850 м³/сек [27]. 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, водоснабжения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За последние десятилетия наблюдается ряд негативных последствий от изменения климата на структуру и качество водных ресурсов. В ближайшее время не ожидается резкого улучшения этой ситуации. Существенное влияние на водные ресурсы имеет развитие сельского хозяйства. Необходимо учесть, что на нужды сельского хозяйства расходуется основная доля воды. Сельское хозяйство является также одним из главных источников загрязнения сточных вод. Рассматривая будущие потребности в воде в управлении водными ресурсами, надо учитывать планы пространственного развития территории. Отвод азота и фосфора, его загрязнение остаётся высоким, развиваются процессы эвтрофикации. Надо усилить все виды мероприятий, которые изменят ситуацию и дадут возможность радикального улучшения качества воды в водотока, водохранилищах и морях. Для улучшения ситуации в области водных ресурсов, повышении качества и эффективности их использования необходимо применить комплекс мероприятий, включая экономические, технические, организационные, просвещение, обучение и т.п.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lindsey R. and Dahlman L., Climate Change, Global Temperature, 2018;
2. <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature>
3. Sánchez-Lugo A., Morice C., Berrisford P., and Argüez A., Eds. 2018: Global surface temperatures [in "State of the Climate in 2017"], Bull. Amer. Meteor. Soc., 99 (8), S12–S13, doi:10.1175/2018BAMSStateoftheClimate.1;
4. Global Climate Change, NASA, [Online] <https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/>;
5. Climate Change 2013 The Physical Science Basis Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, New York, 2013;
6. Trend in absolute sea level across Europe based on satellite measurements, European Environmental Agency, [Online]: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/trend-in-absolute-sea-level-1>;
7. Summary of the Working Group I Report. IPCC, WMO, UNEP. Cambridge University Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Summary for Policymakers and Technical Press, Cambridge, UK, 1996;
8. Iordanishvili I., Iremashvili I., Ujma A., Shurgaya V., Kandelaki N., Iordanishvili K. Modeling Procedure of Coastal Protection Shaped Blocks with High Wave Suppressing and Interlocking

- Capacity. XXII International Scientific Conference on Advances In Civil Engineering Construction the Formation of Living Environment, April 18-21, Tashkent, Uzbekistan, 2019;
9. Kępińska-Kasprzak M., Susze w Polsce – podsumowanie, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Państwowy Instytut Badawczy 2018, <http://www.imgw.pl/2018/07/13/susze-w-polsce-podsumowanie/>
 10. Kędziora A., Kępińska-Kasprzak M., Kowalczak P., Kundzewicz Z. W., Miler A. T., Pierzgałski E., Tokarczyk T., Zagrożenia związane z niedoborem wody, Nauka 1/2014, p.149-172;
 11. Kępińska-Kasprzak M., Susze w Polsce – analiza sytuacji, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Państwowy Instytut Badawczy 2018, <http://www.imgw.pl/2018/06/15/susze-w-polsce-analiza-sytuacji/>
 12. Use of freshwater resources. European Environment Agency, Kopenhagen 2018 <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/use-of-freshwater-resources-2/assessment-3>
 13. Opracowanie zbiorowe pod red. Liziński T.: Prognoza oddziaływania na środowisko Strategii zrównoważonego rozwoju wsi, rolnictwa i rybactwa. MRiRW, Warszawa 2011. http://ksow.pl/fileadmin/user_upload/ksow.pl/pliki/ANALIZY_ekspertyzy/Prognoza_Oddziaływania_Strategii_na_Środowisko_28.04.pdf;
 14. Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, z dnia 23 października 2000r., ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej;
 15. Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. - Prawo wodne (Dz. U. 2017 poz. 1566, Dz.U. 2018 poz. 2268 – tekst jednolity ustawy);
 16. Stan środowiska w Polsce. Sygnały 2016, GIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2017;
 17. Radtke K., Obszary OSN wg nowego prawa wodnego 2017, <http://podr.pl/wp-content/uploads/2017/12/Nowe-obszary-OSN-i-nowe-wymogi-dla-rolników.pdf>
 18. Radtke K., Ograniczenie ucieczki azotu i fosforu z gospodarstwa rolnego – nowe obowiązki i możliwości. Podsumowanie doświadczeń z realizacji projektu „Biobalt”, Konferencja 22.11.2018 w Lubaniu, <http://podr.pl/wp-content/uploads/2018/11/03-Radtke-Katarzyna-BIOBALT-podsumowanie-projektu.pdf>
 19. Use of freshwater resources. European Environment Agency, Kopenhagen 2018; <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/use-of-freshwater-resources-2/assessment-3>
 20. Baltic Marine Environment Protection Commission Sources and pathways of nutrients to the Baltic Sea HELCOM PLC-Baltic Sea Environment Proceedings No. 153, 2018;
 21. Иорданишвили И.К., Вартанов М.В., Иорданишвили К.Т., Поцхвериа Д.Ш.. Глобальное потепление и уровень режим Черного моря. V Международная научно-техническая конференция `Современные проблемы водного хозяйства, охраны окружающей среды, архитектуры и строительства~, Тбилиси, 2015, Стр. 102-114;
 22. Kresin V., Utkina K., Brook V., Devidze M. Dynamics of pollutants inflow from the main Ukrainian and Georgian rivers into the black sea. Институт водного хозяйства им. Ц. Е. Мирцхулава Грузинского технического университета, Сборник научных трудов №70, 2015. стр. 87-95;
 23. Сафаров С. Г., Магеррамова М. М. Исследование вековой динамики температуры воздуха на северо-восточном склоне большого Кавказа (в пределах Азербайджанской республики). Институт водного хозяйства им. Ц. Е. Мирцхулава Грузинского технического университета, Сборник научных трудов №72, 2017, стр. 145-151;
 24. Iordanishvili I., Gvardashvili G., Iremashvili I., Vartanov M., Iordanishvili K. Cadastre of Georgia’s Water Reserves. “Universal”, Tbilisi, 260 p. (2018) (in Russian);
 25. Kandelaki N., Kupreishvili Sh.. Efficiency Of Water Reservoir Construction In Mountainous Areas. VIII International Scientific and Technical Conference „Modern Problems of Water Management, Environmental Protection, Architecture and Construction”. Tbilisi, 2018, pp.143-155.

26. Вартанов М. В., Кекелишвили Л. Г. К вопросу платного водопользования. // Сб. «Экологическая безопасность, устойчивость и надежность водохозяйственных и гидромелиоративных объектов», АН Грузии, Грузгидроэкология, Тбилиси, 2005, с. 44-46.
27. Вартанов М.В., Иорданишвили К.Т. Методы тарификации водных ресурсов, используемые в орошаемом земледелии // Известия аграрной науки, Тбилиси, 2008, № 4, том 6, стр. 114-116.
28. Исмаилов Р. Современные экологические проблемы реки Куры. VI Международная научно-техническая конференция "Современные проблемы водного хозяйства, охраны окружающей среды, архитектуры и строительства", Тбилиси, 2016, стр. 100-103.

Water resources

THE QUALITY OF WATER RESOURCES OF THE BALTIC AND BLACK SEA BASINS IN CONDITIONS OF CLIMATE CHANGES

Ujma A., Iordanishvili I., Iremashvili I., Vartanov M., Kandelaki N., Iordanishvili K.

¹⁾ *Czestochowa University of Technology
ul. Dąbrowskiego 69, 42-200 Czestochowa, Poland
E-mail: anna.lis@pcz.pl, adam.ujma@pcz.pl*

²⁾ *Tsothe Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia
E-mail: irinaord48@mail.ru*

Abstract. Climate change on Earth is manifested in rising air temperatures and the Earth's surface, rising sea levels, in particular, the Baltic and Black Sea levels, increasing landslide and mudflow phenomena, increasing glacier melting rates, increasing water consumption, long periods of drought, reducing costs in rivers, reducing soil moisture, etc. It is especially important to carry out various activities that should stimulate a more sustainable approach to the management of water resources. The development and amendment of legislation in the field of water resources management will increase the efficiency of their management. This will enable more rational financing of water resources. No less important is the need to reduce the outflow of pollution by rivers into the Baltic and Black Sea, which are polluted by various types of waste. It is necessary to strengthen various activities that will radically reduce pollution of the Baltic and Black Seas. Thus, the solution of the entire water management system should be one of the most important goals for achieving high purity of water in the rivers flowing into these seas.

Keywords: efficiency, management, water resources, Baltic and Black Seas, climate change, land reclamation.

MANAGEMENT OF CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE (C&D) IN THE ASPECT OF THE EUROPEAN STRATEGY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Ulewicz M.

Czestochowa University of Technology

Faculty of Civil Engineering

Akademia St. 3, 42-200 Czestochowa, Poland

E-mail: ulewicz@bud.pcz.pl

Annotation. The construction industry generates large amounts of construction and demolition waste (C&D), mainly at the stage of erection as well as disassembling of buildings. A number of waste classified in this group are also created during the renovation and modernization of various types of buildings and structures. For many years, the European Union has taken many initiatives aimed at directly limiting the negative impact of the production process of construction materials as well as erecting and disassembling buildings on the natural environment. This article describes the most important European legal acts allowing the implementation of a sustainable construction strategy. An analysis has been made of the level of generated construction and demolition waste in the EU countries, with particular emphasis on the management in Poland and the level of waste management along with the identification of obstacles to the efficient recycling process.

Keywords: sustainable construction industry, construction waste, demolition waste, recycling.

INTRODUCTION

The construction industry, including the extraction of natural resources, the production of natural and synthetic construction materials, erection of buildings and their renovation, modernization and disassembly is one of the most important areas of human interference within the natural environment. This industry consumes large amounts of raw materials and energy from natural resources and at the same time produces a number of neutral and hazardous waste. Construction and demolition waste (C&D), according to the decision of the European Commission (2000/532/EC) of May 3, 2000, are classified in group 17 and are in practice analyzed jointly in spite of the differences in type, properties and purity of the material. By 2020, in the EU countries, according to the Waste Framework Directive (2008/98/EC) of 19 November 2008, at least 70% (by weight) of non-hazardous C&D waste (with the exception of naturally occurring materials) should be recycled or recovered. In order to reach this level, the Member States take a number of actions to reduce the amount of waste produced and to increase the level of their recycling and recovery. Currently, environmental protection and rational resource management are among the main priorities of the European Union policy, which is reflected both in documents defining the strategic directions of sustainable development of the Community as well as in sectorial plans and programs. Respecting the principles of sustainable development obliges the construction industry to minimize the consumption of natural resources and use materials from recovery and recycling processes.

THE EUROPEAN STRATEGY FOR THE CONSTRUCTION INDUSTRY SUSTAINABLE DEVELOPMENT

The concept of permanent and sustainable development was firstly used in the late 60 years of the XX century by Barbara Ward, founder of the International Institute for Environment and Development, to emphasize the need to integrate the economic development of the country with the protection of the natural

environment. However, the most widespread definition of "Sustainable Development" comes from the Global Commission on Natural Environment and Development report published in April 1987 entitled "Our common future" (often referred to as the "Brundtland Report"). According to the report, sustainable development is a development that meets the needs of the present generation without compromising the ability of future generations to meet their needs. The concept of sustainable development was broadly spread at the Conference organized under the auspices of the UN "Environment and Development" in Rio de Janeiro in 1992 (during the so-called Earth Summit), which adopted the global program of activities, i.e. Agenda 21, a set of recommendations and guidelines necessary to take to ensure permanent and sustainable development and the Rio Declaration, the so-called Earth Charter. Ten years after the Conference in Rio de Janeiro in 2002, the World Summit on Sustainable Development was held in Johannesburg with the aim of renewing the global commitment to promote sustainable development and in 2012 a "Rio + 20" conference was organized during which existing gaps were identified in implementing the current key goals set in the area of sustainable development, adopting the declaration "The future we want to have".

The issues of sustainable development were also reflected in the European Commission's statement "Europe 2020 - A Strategy for intelligent and sustainable development encouraging the social inclusion" published a notice in March 2010 (COM/2010/2020). The outcome of implementing this strategy is the developed statement by European Commission "Action Plan for Resource Efficient Europe" (COM/2011/571), which identifies the impact of construction on natural resources, energy, environment and climate change, and "Strategy for the sustainable competitiveness of the construction industry and its enterprises" (COM/2012/0433). In Poland, the concept of sustainable development has been reflected in many sectoral strategies and programs, i.e.: State ecological Policy in 2009-2012 with a perspective up to 2016, Climate policy of Poland - the strategies to reduce greenhouse gas emissions in Poland by 2020, or Change the strategy patterns of production and consumption. The broadest concept of sustainable development has been defined in the Environmental Protection Law Act of 27 April 2001, in which the principles of environmental protection and the conditions for using its resources were regulated in a comprehensive manner.

The basic EU legal act currently shaping waste management is the Directive 2008/98 / EC. In accordance with applicable law, the waste producer has been obliged to use appropriate production methods and to use raw materials and materials that prevent the increased amount of waste from being generated or keep it as low as possible. The directive defines a five-level hierarchy of waste management, which is based on measures to prevent waste production and limiting their impact on the environment. All generated waste should be subject to recovery, including recycling, and only waste which cannot be otherwise disposed of due to technological reasons may be stored. Unfortunately, the utilization of a large amount of construction and demolition waste, diversified in terms of morphology and structure, still poses a number of technological and logistical problems. Improvement of the efficiency of the waste management system will be possible after the development and implementation of new technologies allowing for the processing of construction and demolition waste as well as the modernization of the system

RECYCLING OF CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE IN EUROPE

The construction sector generates large amounts of waste both during the phase of erecting buildings and during their demolition. In practice, both waste streams are analyzed together, although in this group of waste, demolition debris accounts for almost 95.9%, and the remaining waste is from construction. It should be emphasized that in the analysis the most frequently ignored are construction and renovation wastes generated by households, which in a mixed form are sent to the municipal waste stream, which does not present a full picture of the economy logistics of this waste.

Pursuant to the decision of the European Commission (2000/532 / EC) of 3 May 2000, C&D waste is classified in group 17. Wastes from construction, renovation and demolition of residential and industrial buildings as well as road and railway infrastructure, classified in this group, are produced in a large dispersion, which always causes difficulties in their estimation. The statistical analysis of the status of waste materials management in the construction industry is also hindered by untimely reporting of data to the European Commission, failure to provide data (Greece), or providing in different ways. However, in a report published by Frost & Sullivan entitled European market for recycling services for construction and demolition waste, the analysis includes data provided by countries not belonging to the European Union, but being a party to agreements and arrangements with the EU, such as Norway, Switzerland and Ireland. The report shows that in 2012, 885 132.2 thousand Mg of C&D waste was produced in EU countries [1]. The largest amount (49%) was mineral waste (excavated mineral waste) and concrete and masonry waste (25%). The percentage composition of produced waste was presented in Fig. 1. It is estimated that in Europe, the amount of C&D waste increases by an average of 2.9% per year.

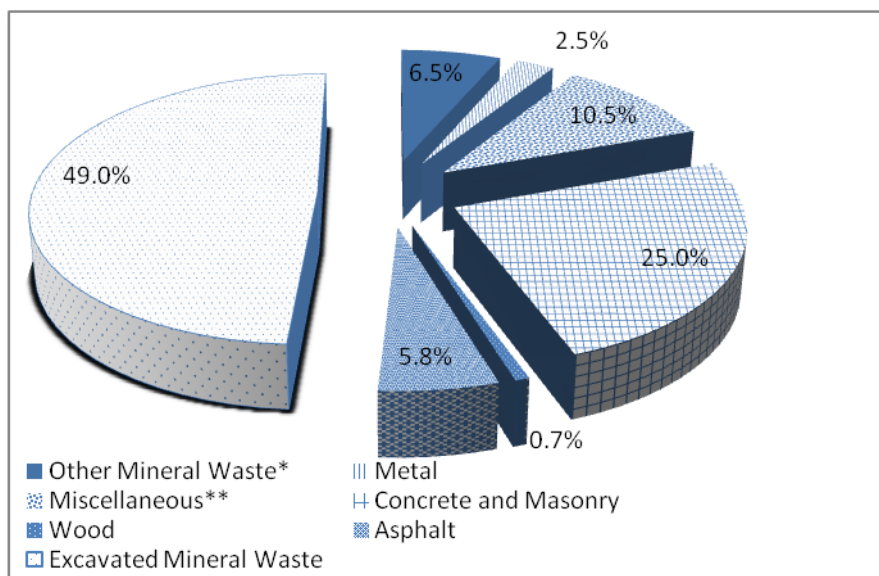


Fig. 1. Percent the composition of C&D waste generated in UE countries in 2012; *Other mineral mixed waste as rocks and bricks; ** Heterogeneous materials, which are not inert materials such as mixed plastic and composites, [1]

In accordance with the Waste Framework Directive (2008/98/EC) of 19 November 2008, member states should take the necessary measures to reduce waste production and increase recycling and recovery level. In the EU in 2020, at least 70% (by weight) of non-hazardous C&D wastes (with the exception of naturally occurring materials) should be recycled or re-used. In 2012, the average level of C&D waste recycling in the Community countries was 56.8% (Fig. 2). The lowest level of recycling (38.4%) was recorded by the countries of the Iberian Peninsula (Spain and Portugal), and the highest (71.1%) Germany. However, the level of recycling of these materials in the countries of Eastern and Central Europe (CEE), i.e. Poland, the Czech Republic, Slovakia, Slovenia, Hungary, Latvia, Estonia, Lithuania, Romania and Bulgaria amounted to 44%.

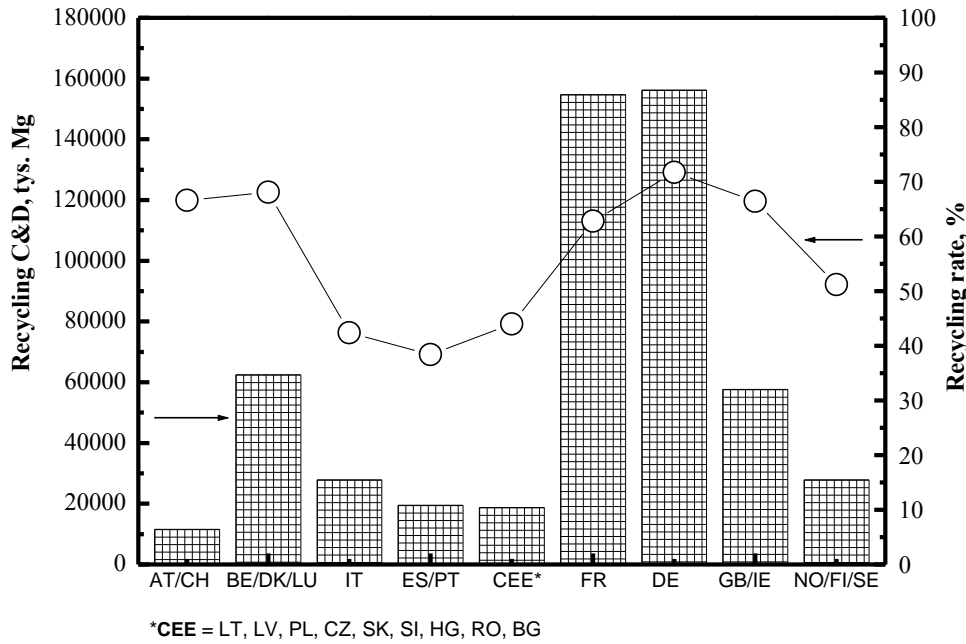


Fig. 2. Recycling of construction and demolition waste in Europe in 2012, [1]

Fig. 3. shows the amount of construction and demolition waste neutralized for CEE countries, including through energy storage and recovery (disposal -This is also referred to as landfilling or incineration with no energy recovery) and recycled in 2009-2012, as well as the forecast by 2020. According to the data presented, it is estimated that in 2020 there will be 30 948.6 thousand Mg of construction and demolition waste recycled in the CEE countries, which will be by 65.3% more than in 2012. At the same time the amount of waste from this group will increase only by 3.3%. At present, waste management in the CEE countries focuses mainly on depositing waste in landfills, as their processing and recycling is still less profitable than storage. This trend is expected to change as most CEE countries introduce restrictions on waste depositing in landfills. In most countries, the storage of construction waste is taxed and various institutions are responsible for keeping waste records and collecting fees. This results in significant differences in the efficiency of waste management in individual countries.

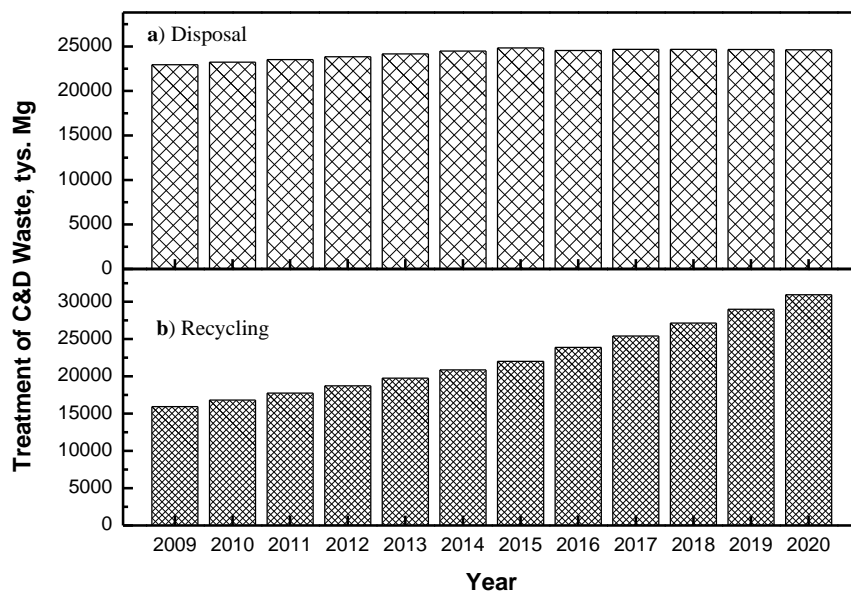


Fig.3. Treatment of C&D waste in CEE and statistical forecast of the Frost & Sullivan (period from 2009 to 2020), [1]

Depending on the level of their maturity in waste production and management, the EU Member States can be divided into four groups (Table 1). In each of these countries, the Waste Framework Directive (2008/98 / EC) is and will be the main driving force behind C & D waste management policy by 2020. This directive has been implemented by the European countries into their legislation and forms the basis of their C&D waste management. The second category of legal acts in the EU countries are the regulations governing the waste storage process, in particular the government tax on C&D waste deposited or a total ban on their storage, which directly affect the level of disposal of C&D waste. To a lesser extent, the incentive to recycle C&D waste are regulations that set out rules for the disposal of waste materials such as asbestos or gypsum. In addition, a third type of legislation can be identified that promotes the use of recycled building materials in new construction industry, thus developing the C&D recycled waste market and closing the material flow loop. The fourth category, which until now has been underdeveloped in Europe, concerns the regulations governing the impact of new constructions on the environment. This legislation could also encourage the recycling of C&D waste by creating mandatory standards for the use of recycled materials in the new constructions.

Table 1

Levels of maturity of EU member states in C&D waste generation and management (Study Bio by Deloitte-BRE-ICEDD-RPS-VTT-FCT in 2015-2016), [2]

Level 1 Initial	Level 2 Developing	Level 3 Implemented	Level 4 Improving / optimizing
Lithuania Cyprus, Malta Romania Bulgaria Greece, Croatia Latvia	Hungary Poland, Slovakia Spain, Portugal Slovenia, Italy, France, Estonia Czech Republic	Austria Belgium Finland Ireland Germany	Luxembourg Denmark Sweden United Kingdom The Netherlands

CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE MANAGEMENT IN POLAND

According to the Central Statistical Office (GUS), in 2017, 2895 thousand Mg of construction and demolition waste (C&D) was generated in Poland, of which 1061 thousand Mg was recovered, which constitutes 36.6% of the generated waste (Table 2). This is a much lower level of recovery compared to 2016, when it was 68.2%, but much better than it was obtained in 2014-2015. This data is difficult to compare with the data presented by the Central Statistical Office in the years 2011-2013, because at that time the data provided to other entities were reported as recovered, which of course overstated the recovery rate (according to this data, the recovery rate would be 97.8-99.8%). The analysis of the state of C&D waste management is also hampered by the fact that since 2012 the GUS data does not include waste deposited in landfills. In addition, the data collected by the GUS does not include waste from producers producing total of less than 5 thousand Mg of waste from group 17, over the year (Table 3). Not reporting of this data complies with the Notice of the Minister of the Environment (Journal of Laws of 2015 item 1431), however, it significantly reduces the amount of debris produced in a given reporting year. In the GUS data, there are also no construction waste recorded, especially renovation waste, which in a non-selective way end up in the municipal waste stream, which also causes that the actual amount of waste produced is higher than reported.

The most common way of secondary use of construction waste in the European countries is the use of aggregates for the substructure of foundations and road substructure. The universality of such practices translates into a high level of recycling of construction waste in such countries as Germany or the Great Britain. Unfortunately, in Poland such an approach to the management of construction and demolition waste is still not a standard, therefore, compared to other EU countries we rank poorly achieving a recycling result of around 15%.

Table 2

Waste C&D management in Poland in 2011-2017, [3, 4]

Year	Waste from 17 group generated during year, in thousand Mg			
	Grand total	Recovered	Disposed	Temporarily stored
2011	6817.2	6741.3	37.0	38.9
2012	4578.3	4571.2	9.1	48.0
2013	4598.2	4571.2	0.1	26.9
2014	4112.1	306.3	1.5	29.4
2015	5533.9	520.0	-	26.5
2016	7341.2	5009.0	244.5	11.6
2017	2895.0	1061.0	7.0	45.0

Table 3

Waste for which bellow 5 Mg is no obligation to carry out the record of waste, [5]

No.	type of waste	Code
1	Concrete	17 01 01
2	Bricks	17 01 02
3	Titles and ceramics	17 01 03
4	Wood	17 02 01
5	Glass	17 02 02
6	Plastic	17 02 03
7	Soil and stones other than those mentioned in 17 05 03	17 05 04
8	Gypsum-based construction materials other than those mentioned in 17 08 01	17 08 02

The majority of construction waste in our country is transported immediately after their production on the demolition site to the wild landfills or to legal landfills on which it is deposited. Only a small amount of waste is segregated and recycled at the place of its production. For several years now, measures have been taken to segregate and recycle construction waste (mainly construction rubble) directly at the place where it was created, i.e. demolition/disposal of construction objects. Since the construction debris consists mainly of such mineral materials as: sand, gravel, rock grit, thus this material could be reused, for example, as a substructure on the ground, under roads, storage yards, and car parks or could be re-used as filler in concrete and mortars. These measures would not only reduce construction investment costs but would contribute to the protection of the human environment [6].

ACTIONS TO INCREASE THE EFFICIENCY OF WASTE MANAGEMENT

The increase in ecological awareness of the society and the necessity to achieve the required levels of waste management has resulted in increased interest in recovery and recycling technologies and pro-ecological materials. In the years 2011-2013, as part of the 7th EU Framework Program, the project IRCOW was implemented (*eng.* Innovative Strategies for High-Grade Material Recovery from Construction and Demolition Waste), which developed a range of solutions and innovative technologies for the recovery of high-value materials from C&D waste and an analysis of supply chain management, including the identification of barriers to the re-introduction of recovered recyclers into the economic cycle.. An internet portal (<http://www.ircow.eu>) was also developed, which gives the opportunity to cooperate with construction and demolition companies and to include them and other system participants into the general waste management logistics chain. Systems for sorting and processing of construction

waste such as polymeric plastics, glass and mineral wool and gypsum boards have been developed and tested [7].

The European Commission initiative introducing the Integrated Productivity Policy (IPP) has a positive impact on the waste management market, in particular the so-called Green Public Procurement (GPP). Green public procurement allows public entities to incorporate ecological criteria and requirements into public procurement procedures. In the case of building materials, the GPP is a voluntary instrument, which means that individual Member States and public institutions determine the scope of their implementation themselves [8]. The efficiency of the economy system may also increase the use of voluntary eco-labeling of products, which allows consumers to select products that are relatively less onerous for the environment (provided that their purchase is profitable for the consumer). In the EU countries, eco-labels are attributed by relevant public or private organizations (e.g. the European Organization for Eco-label), and in Poland the ECO-label (also the European Eco-label) by the Polish Center for Testing and Certification.

From January 2015 to April 2016, the European Commission carried out research on the "Effective use of mixed waste deposit" (DMW), the aim of which was to investigate the current situation of mixed waste management in the EU Member States and to identify obstacles to their recycling. The outcome of this research is to develop good practices for creating conditions for increasing DMW recycling and assessing the credibility of official C&D waste statistics [9].

CONCLUSION

European Union countries make it necessary to reduce the amount of waste deposited in landfills and increase the level of their recycling. In 2012, the average level of recycling in the EU countries of C&D waste amounted to 56.8%. In individual EU countries it was very diverse and ranged from 38.4 to 71.1%. In 2020, this level should amount to 70%. The initiatives undertaken by the European Commission such as eco-labels, green public procurement or testing the use of mixed waste have a positive impact on waste management and construction materials, but do not increase the efficiency of this management, because they do not solve problems related to selective waste collection, recycling, storage or disposal. The selection of the method of utilization of construction, renovation and demolition wastes rests mainly on the waste producer (partly also on a processor), who often takes into consideration economic reasons before ecological ones.

REFERENCES

1. Data available by Frost & Sullivan.
2. EU Construction and Demolition Waste Protocol, Lisbon, 2017 on <http://ec.europa.eu>
3. GUS Environment 2018, Statistics Poland, Warsaw 2018, Publication available on website stat.gov.pl
4. Report on the implementation of the National Waste Management Plan 2014, Ministry of the Environment (in Poland), Warsaw, 2015.
5. Announcement of the Minister of Environment of September 7, 2015 (Dz.U. 2015 poz. 1431)
6. <http://www.inzynierbudownictwa.pl>
7. <http://www.ircow.eu>
8. Public procurement guidebook, issue 8, 2013 (in Poland).
9. Commission Recommendation 2013/179/UE of 9 April 2013, on the use of common methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organizations (OJ L 124, 4.5.2013).

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАСЧЕТУ ТАРИФОВ НА ПОДАЧУ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ

Варганов М.В., Кечхошвили Э.И., Лорткипанидзе Ф.Н.

Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава

Грузинского технического университета

пр. И. Чавчавадзе 60^b, 0179, Тбилиси, Грузия

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

Аннотация. В статье приводится классификация затрат на подачу оросительной воды. Приведены ориентировочные величины рабочего времени на производство работ линейной службой мелиоративных систем, нормы затрат на текущий и восстановительный (капитальный) ремонты мелиоративной инфраструктуры. Приведена методика и расчет одноставочного и двухставочного тарифов на подачу оросительной воды.

Ключевые слова: экономика, мелиорация, структура эксплуатационных затрат, внутрифирменное планирование, себестоимость водоподачи, тарификация оросительной воды.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из распространенных в мире методов тарификации оросительной воды является метод, основанный на исчислении себестоимости ее подачи [1,2]. В этой связи вызывает определенный интерес методология классификации эксплуатационных затрат водохозяйственных организаций, разработка нормативной базы для их эффективного внутрифирменного планирования.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Правильное исчисление затрат на подачу оросительной воды является начальным условием нормального функционирования водохозяйственных организаций, содержания производственных фондов в технически исправном состоянии, их надежном функционировании, устойчивом развитии отрасли. Следует отметить, что достоверность расчета фактических затрат на подачу оросительной воды в значительной степени зависит от методически правильно разработанных внутрифирменных показателей себестоимости водоподачи. При этом расчет себестоимости подачи воды имеет целью выявить технико-экономические возможности водохозяйственной организации. Группировка же затрат по соответствующим статьям позволяет правильно подойти к калькуляции себестоимости водоподачи и в дальнейшем, при анализе ожидаемых и фактических затрат, определить резервы производства в разрезе статей затрат и тем самым наметить эффективные пути развития производства, снижения себестоимости водоподачи.

При определении внутрифирменной себестоимости водоподачи имеет смысл применять следующую номенклатуру основных статей расходов.

- I. Содержание административно-хозяйственного и инженерно-технического штата водохозяйственной организации и административно-хозяйственные расходы.
- II. Содержание линейного эксплуатационного штата.
- III. Очистка гидромелиоративной сети.
- IV. Защитно-регулирующие и противопаводковые мероприятия.
- V. Текущий ремонт.
- VI. Восстановление производственных фондов.
- VII. Расчет платы за оросительную воду.

Административно-хозяйственный и технический штат водохозяйственных мелиоративных организаций осуществляет функции руководства организацией, включая всю административно-хозяйственную деятельность, планирования и оперативного руководства водозабором и водоподачей, планированием и организацией всех видов ремонтов, мелиоративных, противопаводковых и аварийных работ, составлением оперативной и годовой отчетности.

Для выполнения функции управления водохозяйственным предприятием вышестоящей организацией устанавливается управленческий штат и должностные оклады. Затраты на содержание административно-хозяйственного и инженерно-технического штата определяются суммой произведений соответствующих штатных единиц на их должностные оклады. При этом административно- хозяйственные расходы могут достигать 32% от затрат на содержание штата.

Помимо основного штата, при водохозяйственной организации могут быть организованы ряд производственных служб, в том числе служба мелиоративного контроля, служба эксплуатационного транспорта и энергетического хозяйства, другие службы.

Линейный штат мелиоративной эксплуатационной организации выполняет указания администрации по водозабору, водораспределению и водоподаче, управляет работой гидромелиоративной сети гидросооружений, производит непрерывный надзор за их техническим состоянием, а также за мелиоративным состоянием орошаемой территории, измеряет и учитывает величину расходов во всех пунктах вододеления и на выделах водопользователям, оказывают техническую помощь хозяйствам в вопросах эксплуатации и переустройства внутрихозяйственных гидромелиоративных систем, организует и контролирует ремонтные работы.

Ориентировочные нормы затрат рабочего времени на производство работ линейной службой мелиоративных систем приведены в таблице 1.

Таблица 1

№	Единица измерения	Состав работ	Затраты труда, чел. часов в год
1		Водозабор из реки или водохранилища	
		Регулирование, измерение и учет расходов и горизонтов, маневрирование щитами, наблюдение за сохранностью объекта, его поддержание, отчетность, организация ремонтов	
	сооружение	а) водозаборное сооружение с расходом отводящих каналов от 5 до 10 м ³ /сек, полезный объем водохранилища свыше 10 млн. м ³	2067
	сооружение	б) то же, но расходы каналов до 5 м ³ /сек, полезный объем водохранилища до 10 млн. м ³	554
	сооружение	в) то же но водозаборное сооружение не инженерного типа	954
2		Водораспределение по оросительным каналам	
		Водораспределение, измерение расходов, наблюдение горизонтов, учет, отчетность, наблюдение, надзор, охрана	
	100 км	а) оросительные каналы с расходом от 5 до 10 м ³ /сек	5833
	100 км	б) то же, но с расходом до 5 м ³ /сек	4205
3		Регулирование расходов на узлах вододеления	
		Маневрирование щитами, охрана	
	сооружение	а) расходы отводов от 5 до 10 м ³ /сек	400
	сооружение	б) то же до 5 м ³ /сек	133
4		Вододеление по межхозяйственной сети и водоподача	
	тыс. га	Вододеление, измерение расходов, маневрирование щитами на регуляторах и водовыпусках, наблюдение горизонтов, учет, отчетность, надзор, охрана, передача воды водопользователям, организация ремонтов	906
5		Наблюдение за состоянием дамб обвалования	
	10 км	Объезд, осмотр, охрана, организация ремонтов	187

6		Наблюдение за работой межхозяйственной коллекторной сети	
	100км	наблюдение, организация ремонтов и очистки	1600
7		Наблюдение за уровнем грунтовых вод	
	100 пунктов	наблюдение, первичная обработка данных, надзор за исправным состоянием, организация ремонтов	2333
8	100 тыс. га обводнения	Наблюдение за гидросооружениями на обводненных землях	1933

По статьям очистка гидромелиоративной сети, защитно - регулировочные и противопаводковые работы нормируются следующие виды эксплуатационных работ: нивелировка межхозяйственных каналов и коллекторов под очистку; расстановка и закрепление пикетажных знаков, очистка и уничтожение растительности по бровкам и откосам каналов; работы предупреждающие разрушение гидротехнических сооружений оросительных систем во время прохождения паводковых расходов в источниках орошения; работы ликвидирующие результаты разрушений после паводков.

Планирование затрат на производство указанных работ осуществляется из следующих норм: нивелировка межхозяйственных каналов и коллекторов под очистку; расстановка и закрепление пикетажных знаков – 2 чел. часа на 1 км канала; очистка от заиления – из расчета 3 см в год на магистральных каналах и 5 см в год на собирателях 1 и 2-го порядка; защитно - регулировочные и противопаводковые работы - в соответствии с дефектными актами.

Ориентировочные нормы затрат на текущий и восстановительный (капитальный) ремонты некоторых сооружений мелиоративной инфраструктуры приведены в таблице 2.

Таблица 2

№	Название элементов мелиоративной системы	Ориентировочный срок службы сооружения, лет	Затраты на текущий ремонт в % от балансовой стоимости	Интервал времени между восстановительными ремонтами, годы	Затраты на восстановительный ремонт в % от балансовой стоимости
1	2	3	4	5	6
1	Гидротехнические сооружения				
1.1	Плотины каменные, бетонные и железобетонные	100	0.4	10	7.0
1.2	Земляные плотины и дамбы	100	1.0	10	4.0
1.3	Каменные, бетонные, габионные регулирующие дамбы и шпоры	20	1.2	5	5.0
1.4	Каменные, бетонные и железобетонные берегозащитные сооружения	50	2.0	5	7.5
1.5	Каменные, бетонные и железобетонные водоприемные и водосбросные сооружения; отстойники; подземная часть насосных станций	80	0.4	10	7.0
1.6	Керамический дренаж	80	0.4	10	4.0
1.7	Каменные, бетонные и железобетонные башенные водоприемники; шахтные и трубные водовыпуски;	40	0.6	5	7.5
1.8	Межхозяйственные каналы, оросительные и коллекторно-дренажные внутрхозяйственные каналы	50	1.0	5	14.0

1.9	Каменные и железобетонные мосты	100	1.0	10	3.0
1.10	Бетонные и железобетонные трубы и лотки	100	1.0	10	5.0
1.11	Тоннели	40	0.6	5	7.5
1.12	Железобетонные дюкеры	40	0.6	5	5.0
1.13	Каменные, бетонные и железобетонные акведуки	40	0.8	5	7.5
1.14	Каменные, бетонные и железобетонные быстротоки	40	0.6	5	5.0
1.15	Шлюзы, регуляторы, водовыпуски	40	0.6	5	5.0
1.16	Каменные, бетонные и железобетонные водосбросы	40	1.0	5	3.0
1.17	Железобетонная галерея	30	0.7	5	3.5
1.18	Регуляционные щиты	25	1.0	5	8.0
2	Гидропосты	20	5.0	5	12.5

Приведенные данные позволяют достаточно надежно планировать величины эксплуатационных расходов, осуществить калькуляцию плановой себестоимости оросительной воды.

Следует отметить, что точность плановых расчетов в значительной мере зависит от эффективной работы гидрометрической службы оросительных систем, которая осуществляет распределение воды среди водопользователей, следит за точностью ее учета, контролирует расходы источников орошения и забор воды в систему, наблюдает за уровнем грунтовых вод.

Примерная нагрузка на наблюдателя – гидрометра составляет 8-10 гидрометрических постов. При весьма удаленных друг от друга гидрометрических постах на одного наблюдателя возлагаются наблюдения за 5-6 гидрометрическими постами. Примерная нагрузка на одного наблюдателя-гидрометра за уровнем грунтовых вод в колодцах составляет 8-10 пунктов. Количество наблюдений для главного гидрометрического поста и для постов на балансовых участках составляет 3 раза в сутки. В зимнее время, когда по системе идут расходы неирригационного назначения, число суточных наблюдений снижается до одного. На замыкающих транзитных створах и на постах, учитывающих дренажные воды, наблюдения ведутся круглый год один раз в сутки.

Вместе с этим необходимо иметь ввиду, что гидротехнические сооружения в течение эксплуатационного периода изнашиваются, при этом стоимость их в сравнении с первоначальной стоимостью уменьшается. С целью определения и учета фактической (рыночной) стоимости гидротехнических сооружений осуществляется инвентаризация мелиоративной системы. В этой связи через каждые 5-10 лет проводится сплошная инвентаризация мелиоративных систем. Сплошная инвентаризация мелиоративных систем предусматривает учет как основных сооружений и оборудования, так и всех вспомогательных устройств, зданий, сооружений, оборудования и инвентаря. Целью сплошной инвентаризации мелиоративных систем является установление инвентарной стоимости сооружений. Инвентарная стоимость системы определяется исходя из первоначальной строительной стоимости, затрат на восстановительные работы и степени износа системы.

Данные инвентарной стоимости мелиоративных фондов вносятся в технические паспорта, которые составляются на каждую мелиоративную систему, гидротехническое сооружение (кроме мелких), водохранилище, насосную станцию и другие сооружения межхозяйственного назначения, гражданское здание (кроме сторожек, временных укрытий, навесов, складов и т.п.).

Одним из важнейших условий повышения эффективности использования оросительной воды является тарификация, адекватно отражающая в каждом конкретном случае материальные и трудовые затраты на аккумуляцию, транспортировку и подачу ее в точки выдела водопользователям.

В настоящее время в Грузии осуществляется широкая программа реабилитации оросительных систем, восстановления и модернизации их отдельных узловых сооружений. Однако, в результате недостаточно эффективного менеджмента, низкой культуры бизнеспланирования и, соответственно, несовершенных тарифов на оросительную воду (в среднем 75 лари за полив 1 га в течение года) мелиоративные эксплуатационные организации не получают необходимых денежных средств для покрытия своих расходов. В связи с этим многие оросительные системы, в том числе реабилитированные в последние годы, эксплуатируются не эффективно, постоянно разрушаются, приводя к большим потерям воды, снижению урожайности сельскохозяйственных угодий.

С целью повышения продуктивности использования оросительной воды предлагается установить плату за услуги по подаче воды во внутрихозяйственную сеть мелиоративных систем дифференцированно в зависимости от природно-климатических и технических условий орошения по основным, льготным и штрафным тарифам [3].

Основные тарифы применяются при оплате услуг по подаче воды, используемой для предпосевных и вегетационных поливов в пределах плановых объемов, рассчитанных в соответствии с нормативами влагопотребления по конкретным видам возделываемых культур и угодий, а также для других производственных нужд. Льготные тарифы - при расчетах за подачу воды, используемой для проведения промывочных и влагозарядковых поливов. Штрафные тарифы - при сверхнормативном заборе воды для проведения вегетационных поливов, на другие сельскохозяйственные и производственные нужды, а также за самовольный забор воды.

Плата за услуги по подаче воды в точки выдела взимается с водопользователей по одноставочному или двухставочному основным тарифам.

Применение одноставочного тарифа рекомендуется для районов с постоянной и устойчивой ежегодной потребностью в водоподаче для орошения, а также для нужд, не связанных с орошением.

Применение двухставочного тарифа рекомендуется для районов, где потребность в воде для орошения колеблется в значительных пределах. Предприятия этой зоны, потребляющие воду на нужды, не связанные с орошением, плату за водопользование осуществляют по одноставочному (покубометровому) тарифу. При наличии в районе или на одной оросительной системе хозяйств, занимающихся орошаемым земледелием, а также предприятий, потребляющих воду на нужды, не связанные с орошением, расчеты за воду осуществляются по двухставочному (в первой группе хозяйств потребителей) и по одноставочному (во второй группе потребителей) тарифам.

При определении ставок тарифов для орошения и нужд, не связанных с орошением, плановые затраты эксплуатационной организации распределяются пропорционально водоподаче на эти цели. Полученные доли затрат закладываются в основу расчета одноставочного и двухставочного тарифов.

Тарифы на услуги по подаче воды рассчитываются для каждой эксплуатационной организации или оросительной системы с учетом их плановых эксплуатационных затрат на подачу воды в точки выдела во внутрихозяйственную сеть, определяемых на основе плановых показателей, применительно к конкретным природно-климатическим и другим объективным условиям, а также плановой величины рентабельности.

Плановые затраты водохозяйственных эксплуатационных организаций, принимаемые для расчета тарифов на подачу воды, включают в себя:

- расходы на содержание эксплуатационного штата;
- содержание и ремонт гидросооружений и гидropостов, насосных станций, скважин, другие расходы, предусмотренные сметой расходов по содержанию водохозяйственных систем и сооружений;
- затраты на восстановление и модернизацию производственной инфраструктуры эксплуатационных организаций в соответствии со сметой расходов на эти работы.

Размер прибыли, включаемой в тарифы на услуги по подаче воды, определяется в соответствии с уровнем рентабельности, устанавливаемом в пределах 10% от плановых затрат на ремонт и эксплуатацию мелиоративной сети.

При отсутствии влагозарядковых и промывочных поливов одноставочный тариф на услуги по подаче воды эксплуатационными организациями (T) устанавливается на 1 м^3 водоподачи в точки выдела ее во внутривоздушную сеть и рассчитывается по формуле:

$$T = C_{\text{усл}} \left(1 + \frac{P}{100}\right), \quad (1)$$

где $C_{\text{усл}}$ - себестоимость услуг эксплуатационной организации по подаче воды, определяемая как отношение плановых эксплуатационных затрат к плановому суммарному объему водоподачи в точки ее выдела, лари/ м^3 ;

P - норматив рентабельности, устанавливаемый в процентах к себестоимости услуг по подаче воды, %.

С учетом объемов воды, используемой хозяйствами водопользователями для вегетационных поливов и на другие производственные нужды, а также на проведение промывочных и влагозарядковых поливов, одноставочный тариф рассчитывается исходя из равенства:

$$C = W_{\text{вег}} \times T_o + W_{\text{льз}} \times T_o \times K, \quad (2)$$

где $C = C_{\text{усл}} \left(1 + \frac{P}{100}\right)$ - стоимость услуг,

$W_{\text{вег}}$ - объем водопотребления в вегетационный период;

$W_{\text{льз}}$ - объем водопотребления на проведение промывочных и влагозарядковых поливов;

T_o - основной одноставочный тариф (лари/ м^3);

K - коэффициент, отражающий соотношение льготного и основного одноставочного тарифа.

Основной одноставочный тариф рассчитывается по формуле:

$$T_o = \frac{C}{W_{\text{вег}} + W_{\text{льз}} K}, \quad (3)$$

Двухставочный тариф на услуги по подаче воды эксплуатационными организациями в точки выдела ее во внутривоздушную сеть включает погектарный (на 1 га орошаемой площади) $T_{\text{га}}$ и покубометровый (за 1 м^3 подаваемой воды) – $T_{\text{куб}}$ тарифы.

Расчет погектарного и покубометрового тарифов осуществляется исходя из плановых затрат эксплуатационной организации с учетом распределения их на условно-постоянные и условно-переменные.

Условно-постоянные затраты представляют собой экономическую основу погектарного, а условно-переменные – покубометрового тарифов.

Условно-постоянные затраты включают в себя плановые расходы на содержание штата эксплуатационной организации и плановые затраты на восстановление и модернизацию ее производственной инфраструктуры.

Условно-переменные затраты включают в себя расходы на содержание и текущий ремонт межхозяйственной сети.

Погектарный тариф ($T_{\text{га}}$) рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{га}} = \frac{C_{\text{упр}} + C_{\text{кан}}}{S} \left(1 + \frac{P}{100}\right), \quad (4)$$

где $C_{\text{упр}}$ – плановые расходы на содержание эксплуатационного штата мелиоративной организации, тыс. лари;

$C_{\text{кан}}$ - расходы на восстановление и модернизацию производственной инфраструктуры эксплуатационной организации, тыс. лари;

S - площадь орошаемых земель, обслуживаемых эксплуатационной организацией, га.

Покубометровый тариф рассчитывается с учетом объемов воды, используемой хозяйствами для вегетационных, а также оплачиваемых по льготным тарифам, промывочных и влагозарядковых поливов. Основной покубометровый тариф рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{куб}} = \frac{C_{\text{куб}}}{W_{\text{вез}} + W_{\text{льг}} K} \left(1 + \frac{P}{100}\right), \quad (5)$$

где $C_{\text{куб}}$ - плановые эксплуатационные расходы, текущие ремонты и прочие расходы, относимые на покубометровый тариф, тыс. лари;

$W_{\text{вез}}$ – объем водопотребления на вегетационные поливы и другие производственные нужды, м³;

$W_{\text{льг}}$ – объем водопотребления на проведение промывочных и влагозарядковых поливов, м³;

$T_{\text{куб}}$ - основной покубометровый тариф, лари/м³;

K - коэффициент, отражающий соотношение льготного и основного покубометрового тарифов.

Величина тарифов на подачу оросительной воды мелиоративными системами Западной и Восточной Грузии представлены в таблице 3.

Таблица 3

Тарифы на услуги по подаче оросительной воды во внутрихозяйственную сеть мелиоративных систем Грузии

Группы оросительных систем по уровню фондообеспеченности, лари/га	Погектарный тариф, лари/га		Покубометровый тариф, лари/м ³		Льготный тариф, лари/м ³	
	с учетом амортизационных отчислений	без учета амортизационных отчислений	с учетом амортизационных отчислений	без учета амортизационных отчислений	с учетом амортизационных отчислений	без учета амортизационных отчислений
Западная Грузия						
I, до 1000,0	50,7	26,0	48,8	36,0		
II, более 1000,1	78,0	40,5	122,0	95,0		
Восточная Грузия						
I, до 1000,0			77,8	69,0	54,4	46,0
II, 1000,1 ÷ 2000,1			94,2	82,0	65,9	53,4
III, более 2000,1			126,0	105,0	96,6	76,0

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как видно из таблицы 3, дифференцированные по природно-климатическим условиям и уровню фондооснащенности мелиоративных систем, тарифы на услуги по подаче оросительной воды значительно превышают действующий в настоящее время единый по Грузии тариф. Столь существенное увеличение тарифов обеспечит возможность водохозяйственным организациям осуществлять полномасштабное производство эксплуатационных работ, значительно увеличить надежность функционирования мелиоративных систем и, соответственно, надежность подачи оросительной воды. В свою очередь, повышение надежности подачи оросительной воды явится важным гарантом роста эффективности орошаемого земледелия, продуктивного использования каждого кубометра оросительной воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вартанов М. В. -Оценка современного состояния мелиоративных фондов Грузии. //Сб. «Современные проблемы водного хозяйства и инженерной экологии», АН Грузии, Грузгидроэкология, Тбилиси, 1999, с. 43-46.
2. Вартанов М. В. , Кекелишвили Л. Г. – К вопросу платного водопользования. // Сб. «Экологическая безопасность, устойчивость и надежность водохозяйственных и гидромелиоративных объектов», АН Грузии, Грузгидроэкология, Тбилиси, 2005, с. 44-46.
3. Вартанов М.В., Иорданишвили К.Т. Методы тарификации водных ресурсов, используемые в орошаемом земледелии // Известия аграрной науки, Тбилиси, 2008, № 4, том 6, стр. 114-116.
4. Котлер Ф. – Основы маркетинга. М.; Прогресс, 1993. 400 с.

ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია

სარწყავი წყლის მიწოდების გააგარიშების მეთოდური მიდგომა

მ. ვართანოვი, ე. კეჩხოშვილი, ფ. ლორთქიფანიძე

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც.მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო*

ანოტაცია. ნაშრომში მოყვანილია წყლის მიწოდების ხარჯების კლასიფიკაცია. მოყვანილია სამელიორაციო სისტემების სახაზო პერსონალის სამუშაოთა წარმოებაზე სამუშაო დროის, სამელიორაციო ინფრასტრუქტურის მიმდინარე და აღდგენით (კაპიტალურ) რემონტზე ნორმატიული ხარჯების საორიენტაციო სიდიდეები. მოცემულია სარწყავი წყლის მიწოდებაზე ერთგანაკვეთიანი და ორგანაკვეთიანი ტარიფების გაანგარიშების მეთოდიკა.

საკვანძო სიტყვები: ეკონომიკა, მელიორაცია, საექსპლუატაციო დანახარჯების სტრუქტურა, შიდასაფორმო დაეგმვა, წყლის მიწოდების თვითღირებულება, სარწყავი წყლის ტარიფიკაცია.

Hydraulics and reclamation

METHODICAL APPROACH TO THE CALCULATION OF TARIFFS FOR IRRIGATION WATER SUPPLY

Vartanov M., Kechkhoshvili E., Lortkipanidze F.

*Tsotne Mirskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia*

Annotation. The article provides a classification of the cost of irrigation water. The estimated cost of working time for the production of maintenance work. The calculation of the cost of current and restoration repairs of ameliorative infrastructure has been submitted. The method of calculating the rates for water supply is given.

Keywords: economics, melioration, costs, planning, tariffs.

ABOUT THE ENERGY SAVING SYSTEMS OF IRRIGATION IN HIGHLAND CONDITIONS

Veranyan G.¹⁾, Yeroyan Ye.¹⁾, Nurijanyan S.²⁾, Bayunts H.¹⁾

¹⁾Shushi University of Technology

A. Bekor 4, Shushi, Republic of Artsakh

²⁾Institute of Water Problems and Hydro-Engineering

Armenakyan 125, Yerevan, Republic of Armenia

E-mail: info@shushitech.am

Annotation. Agriculture is one of the strategic spheres of economy in highland and lowland regions; the main impact of its development by the farmers is the management of stable regimes of cultivating crops. Nowadays in Armenia and Artsakh agriculture develops mainly due to the enlarging mostly the agricultural crop lands. The surfaces of dry lands are mainly increasing, and their fertility cannot be stable and depends on the climatic conditions of the certain year. Guaranteed crop can be harvested only in the case of irrigation. During the plant growth inner river flow is small and it cannot satisfy the water need of all crop fields. The land wastes are huge due to surface irrigation.

Keywords: water, river, farmers, irrigation regime, agriculture.

INTRODUCTION

Agricultural lands are conditioned by the absence of accounting methods of irrigation regime parameters for local environment. In the primary phase of the development of the field the delivery of modern modeling practice is important in the management of the processes of irrigation water effective usage in farmhouses by means of encouraging the practice of the progressive methods and educating the farmers.

CONFLICT SETTINGS

As a means of solving the main task one method of accounting the parameters of irrigation regimes is suggested in the case of drip and rain irrigation weathers. The investment of the research work results will allow the farmers to realize a stable management of crop irrigation regimes.

RESULTS OF THE RESEARCH

The norm of water consumption is one of the main components of the irrigated field water balance equality and is defined by [1]

$$\frac{dv}{dt} = r + q_n \pm q_s - E_e \pm q_{me} \quad (1)$$

where v - is the soil humidity supply, t - is time, r -is the volume of atmospheric precipitations, q_n -is the water amount given to the field, q_s - is the field's surface flow, E_e -is the summative evaporation, q_{me} -is humidity circulation.

For the definition of E_e summative evaporation the multifunctional connection of air-soil-plant is supposed [1].

$$E_e = f(E_0, v, \omega) \quad (2)$$

where E_0 - is summarizing evaporation of climatic factor, ω - is a parameter to characterize the biological factor.

For the areas where the relation of a atmospheric precipitations to summative evaporation is big, B.P. Mnatsakanyan offers to define the annual value (E_0 , m) of E_e summative evaporation components by simplified formula [2]

$$E_0 = 0,0127R, \quad (3)$$

For the areas where the relation of atmospheric precipitation to summative evaporation is small, the annual value (E_0 , m) of E_e summative evaporation components is defined by [2]

$$E_0 = 0,0167R - B/100, \quad (4)$$

where B is the constant the value which fluctuates between Artsakh and its neighboring territories within the amplitude of 33-67. The wide spreading of this parameter significantly decreases the degree of preciseness of estimated values.

S. Rustamov defines the summative evaporation values through water balance of the territory while forming the water balance of Small Caucasus Rivers by the relation of atmospheric precipitations and river flow [3]. The mentioned method can be used only in the case when river drainage ponds floor is water rejecting and filtration flows don't occur. But in the observatory area the porous and fractured rocks are predominating which occur as a result of newborn volcanoes and also lime stones where an intensive filtration occurs.

The biological factor of evaporation (ω) is used to determine the enlightening under the plant by

$$N = e^{-\beta\omega}, \quad (5)$$

where N - is under plant enlightening, β - coefficient whose value is changeable from 0,25 to 0,4.

In the absence of surface flow and subsisting of ground waters the water balance of irrigated field (1) equation can be presented in the following way

$$\frac{dv}{dt} = r + q_w - E_e \quad (6)$$

where q_w is the water rate provided to the field.

We are processing a method for calculating the parameters of irrigation regime of crops in Artsakhi conditions in the case of drip and rain irrigation ways. For this purpose it is necessary to solve the following tasks:

- Research of infrastructures and water supplies which must be irrigated and zoning the lands to be irrigated in the system of ATH forming the schemes for enlarging the irrigated soil areas.
- Researches of soil having agricultural importance including agrochemical and water-geological researches of the active humus zones.
- Research of water demand methods, the formation of their imitation models in Artsakhi conditions and choosing “the best” simple model.
- The research of modern irrigation models and techniques in Artsakhi conditions.
- Forming a methodological literature for crop irrigation for Artsakhi conditions and the printing
- Organizing training courses for improvement of farmers' knowledge.

CONCLUSION

The investment of the research work results will allow the farmers to realize the stable management of stable crop irrigation regime under which we understand the complex solution of the following tasks:

- Eliminating water wastes in the external and internal irrigation system in the limited conditions of irrigation water supplies.
- Application of water saving watering techniques
- Application of prediction and calculation method of sustainable watering norms.
- Decision of priority of valuable crop watering.
- Application of leading experiment and permanent deepening of the knowledge in the filed of hydro-amelioration.

REFERENCES

1. Terteryan B., Petrosyan N., Grigoryan R., The regimes and norms of irrigation of agricultural crops for the irrigated soils of the Republic of Armenia // Yerevan, Yerevan State Engineering and Architecture University, 2007, p. 204.
2. Mnatsakanyan B.P., Araqelyan Yu. A., Water balance and watering of the Republic of Nagorni Karabakh and nearby territories // Yerevan, Yerevan State University, 2005, p. 193.
3. Rustamov S.G., Kashkai P. M., Water balance of Azerbaijan SSR // Baku, ELM publishing house, 1978, p. 109.

К ВОПРОСУ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОПУСКОВ В ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ РЯДАХ НАБЛЮДЕНИЙ

Волчек А.А., Сидак С.В.

Брестский государственный технический университет

ул. Московская д.267, г. Брест, Республика Беларусь

E-mail: volchak@tut.by, harchik-sveta@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема восстановления и продления недостающих данных гидрологических наблюдений. Проведен анализ возможности приведения гидрологических рядов к расчетному периоду с использованием ряда Котельникова. Проведена проверка восстанавливающей способности предложенного метода.

Ключевые слова: восстановление данных, ряд Котельникова, пропуски данных, гидрологические наблюдения, чебышевская метрика.

ВВЕДЕНИЕ

Для решения многих водохозяйственных задач требуются гидрологические характеристики водных объектов. Для их получения необходима гидрологическая информация в виде рядов наблюдений за тем или иным видом стока. Для получения объективной оценки гидрологических параметров требуются длительные ряды наблюдений. Ряд считается достаточным, если относительная средняя квадратическая погрешность расчетного значения исследуемой гидрологической характеристики не превышает 10 % для годового и сезонного стока и 20 % – для максимального и минимального стоков [4].

Как показывает анализ материалов наблюдений, гидрологические ряды зачастую содержат пропуски значений, имеющие разный характер: в данных может отсутствовать как один отсчет, так и несколько отсчетов в разных интервалах ряда или могут отсутствовать несколько отсчетов подряд. Неполнота исходных данных может привести к смещению основных статистических характеристик ряда и искажению результатов процесса моделирования, поэтому актуальна задача восстановления пропусков в гидрологических рядах.

На сегодняшний день существует множество методов восстановления пропусков, однако, несмотря на необходимость, единой методологии в решении этого вопроса пока не создано. Наиболее часто используемым методом является метод гидрологической аналогии. Суть этого метода состоит в том, что для оценки гидрологических характеристик неизученного или слабоизученного водного объекта используются данные наблюдений на ином водном объекте со схожими природными условиями. Однако, не всегда в случае недостаточности или отсутствия данных наблюдений удаётся подобрать хорошую реку-аналог. В таких случаях следует прибегнуть к другим методам. Выбор метода восстановления пропусков является непростой задачей и зависит от множества факторов: причин возникновения пропусков, характера этих пропусков (случайный или нет), а также особенностей данных [3]. Поэтому, прежде чем остановить выбор на определенном методе восстановления пропусков, необходимо изучить структуру этих пропусков и характер.

Согласно классификации Литтла и Рубина [6], различают следующие механизмы формирования пропусков:

- 1) случайные пропуски (MAR);
- 2) полностью случайные пропуски (MCAR);
- 3) неигнорируемые пропуски.

Пропуски в гидрологических рядах наблюдений можно отнести к классу MCAR, т.к. вероятность появления пробелов в информации не зависит от пропущенных показателей, а также она не зависит от присутствующих значений в ряду. К данным такого типа возможно применение методов восстановления пропущенных значений [5].

Целью данной работы является анализ возможности приведения гидрологических рядов к расчетному периоду путем создания равномерной временной сетки с использованием ряда Котельникова [2] и практическая проверка восстанавливающей способности предложенного метода.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Исходными данными послужили материалы наблюдений Государственного учреждения «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь за период инструментальных наблюдений, опубликованные в материалах государственных кадастров.

Восстановление данных с использованием ряда Котельникова

Восстановление данных с использованием этого метода основано на создании равномерной временной сетки. Весь процесс заполнения пропусков в рядах данных можно разбить на два этапа:

- 1) подготовка данных к восстановлению;
- 2) восстановление данных с использованием ряда Котельникова.

Для выполнения первого этапа восстановления данных заменим все пропуски исходного ряда $\{v_k\}_{k=1..N}$ одинаковым большим значением за пределами отсчетов (например, $10 \cdot \max v_k, k=1..N$). Далее подсчитываем количество пропусков на четных (n_e) и нечетных (n_d) позициях ряда. После этого происходит формирование нового ряда согласно следующего правила: в случае, если $n_e \leq n_d$, оставляем только четные элементы ряда, в противном случае оставляем нечетные члены ряда.

Вся процедура подготовки ряда к восстановлению данных полностью автоматизирована в СКМ Mathcad (рисунок 1).

```

F(A) :=
k ← 0
nd ← 0
ne ← 0
for i ∈ 1..rows(A)
    nd ← nd + 1 if (mod(i,2) = 1) ∧ Ai = 1000
    ne ← ne + 1 if mod(i,2) = 0 ∧ Ai = 1000
if ne ≥ nd
    i ← 1
    while i ≤ rows(A)
        k ← k + 1
        Bk ← Ai
        i ← i + 2
if ne < nd
    i ← 2
    while i ≤ rows(A)
        k ← k + 1
        Bk ← Ai
        i ← i + 2
B
    
```

Рис. 1. Подготовка данных к восстановлению

Предположим, что после первого этапа ряд будет содержать m элементов. Подставив эти m элементов в формулу ряда Котельникова, вычислим K точек ряда

$$x(t) = \sum_{i=1}^m y_i \cdot \frac{\sin[\omega(t-\frac{i\pi}{\omega})]}{\omega(t-\frac{i\pi}{\omega})}, \quad (1)$$

где $\omega = 2\pi f_v$. Изначально f_v принимаем равным 1.

Подставляя полученные K элементов ряда в формулу Котельникова вычисляем $2K$ элементов. Подставляем вычисленные значения на места пропусков и повторяем эти процедуры, пока все элементы ряда не будут восстановлены. Такое последовательное восстановление данных предпочтительнее за счет вовлечения в процедуру на каждой итерации всё большего количества элементов ряда. Фрагмент процесса восстановления пропусков в СКМ Mahcad представлен на рисунке 2.

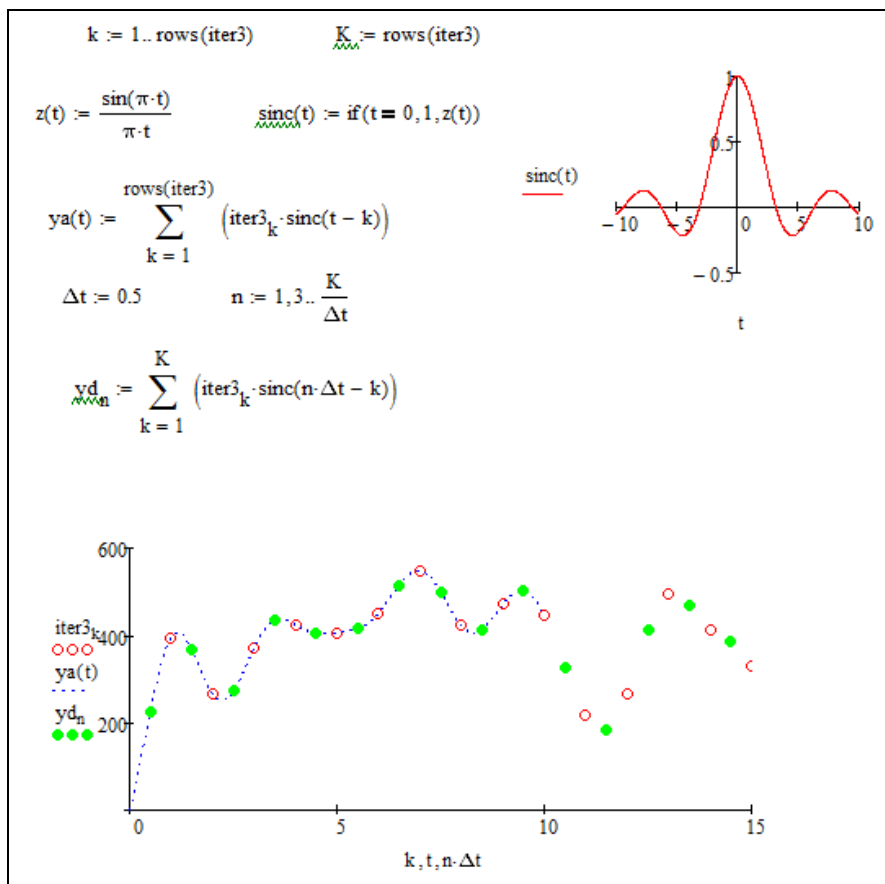


Рис. 2. Восстановление пропущенных значений ряда

Оценка точности восстановления данных

Для количественной оценки точности восстановления данных используем чебышевскую метрику:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^l |Y_{ish_i} - Y_{vosst_i}|}{\sum_{i=1}^l |Y_{ish_i}|},$$

где l – количество пропусков, Y_{ish_i} – исходное значение ряда на i позиции, Y_{vosst_i} – восстановленное значение ряда на i позиции.

Результаты восстановления данных

Практический анализ восстанавливающей способности метода заполнения пропусков с использованием ряда Котельникова был реализован в системе Mathcad с тестированием на большом множестве реальных гидрологических рядов (значений среднегодовых расходов воды) с различной структурой искусственно созданных в процессе исследования пропусков. Так, рассмотрены случаи, когда в исходных данных отсутствуют:

- 1) значение на одной позиции (таблица 1);
- 2) значения на четных и нечетных позициях (таблица 2);
- 3) 5 значений на подряд идущих позициях ряда.

Таблица 1

Оценка точности восстановления данных с одним пропуском

Гидрологический ряд	Номер позиции с пропуском	Ряд Котельникова/ Исходный ряд	Ошибка
Неман - Гродно	32	163,24/172	0,050
Зап.Двина - Витебск	79	264,3/270	0,021
Березина – Бобруйск	46	119,5/114	0,048
Днепр – Орша	90	103,6/99,7	0,039
Припять - Мозырь	86	279,6/290	0,035

Таблица 2

Оценка точности восстановления данных с пропусками на четных и нечетных позициях

Гидрологический ряд	Номер позиций с пропусками				Ошибка
	57	71	92	110	
	Ряд Котельникова/ Исходный ряд				
Неман - Гродно	246,5/236	176,5 / 180	177,3 / 180	198,6 / 192	0,029
Зап.Двина - Витебск	174,6 / 179	213,4 / 200	129,5 / 140	317,5 / 323	0,040
Березина – Бобруйск	111,4 / 123	114,8 / 118	90,3/ 94,4	106,6 / 101	0,056
Днепр – Орша	120,1 / 127	118,9 / 110	101,3 /97,4	146,8 / 156	0,058
Припять - Мозырь	436,6 / 458	459,8 / 471	421,5 / 415	230,2 / 247	0,035

В случае, когда данные отсутствуют на 5 подряд идущих позициях, ошибки восстановления данных находятся в пределах 0,03 – 0,09.

ВЫВОДЫ

Приведенные результаты отражают возможность применения ряда Котельникова для восстановления пропусков различного характера в рядах гидрологических наблюдений. Средняя оценка точности при восстановлении одиночных пропусков составила $R = 0,035$, при заполнении пропусков на четных и нечетных позициях $R = 0,043$, при 5 подряд идущих пропусках $R = 0,058$. Возможность удобной реализации данного метода в СКМ Mathcad позволяет рекомендовать его как перспективный метод восстановления пропущенных значений в рядах наблюдений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Злоба Е., Яцкив И. Статистические методы восстановления пропущенных данных // ComputerModelling&NewTechnologies. 2002. V. 6, N 1. С. 51–61.
2. Радчикова Е.С. Анализ применения способов заполнения пропусков данных во временных рядах в экологических исследованиях // Экология и защита окружающей среды: сб. тез.докл. Междунар. науч.-практ. конф., 19-20 марта 2014 г. – Минск, 2014. – С. 112–116.
3. Литтл Р.Дж. Статистический анализ данных с пропусками / Р.Дж.А. Литтл, Д.Б. Рубин. – М., 1990.
4. Расчетные гидрологические характеристики: ТКП 45-3.04-168-2009.
5. Грачев А.В. К восстановлению пропусков в экспериментальных данных // Вестник ННГУ им. Н.И.Лобачевского. Сер. Радиофизика. 2004. Вып. 2. С. 15–23.

Hydrology and meteorology

TO THE QUESTION OF THE RESTORATION OF PASSES IN HYDROLOGICAL SERIES OF OBSERVATIONS

Volchek A., Sidak S.

*Brest state technical University
Brest, Belarus*

Annotation. The article deals with the problem of restoring and extending the missing hydrological observations. The analysis of the possibility of bringing the hydrological series to the calculated period using the Kotelnikov series. A test of the regenerative ability of the proposed method was performed.

Keywords: data recovery, Kotelnikov row, missing data, hydrological observations, chebyshev metric.

ХВОСТОХРАНИЛИЩЕ НА Р. ГИЖГИТ В КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ (РОССИЯ) И ЕГО ПРОБЛЕМЫ

Запорожченко Э.В., Докукин М.Д.

Селевая Ассоциация

пр-т Кирова, д. 78, г. Пятигорск, 357500, Россия

ФГБУ «Высокогорный геофизический институт»

пр. Ленина 2, Нальчик, 360030, Россия

E-mail: ednad17@mail.ru, inrush@bk.ru

Аннотация. В статье рассматривается ситуация высокого экологического риска, обусловленная состоянием гидротехнических сооружений в хвостохранилище Тырнауз (устьевой части долины реки Гижгит), условиями прохождения стока воды и мусора. Используя публикации и анализ долговременных спутниковых изображений, авторы предоставляют данные о бедствиях на хвостохранилищах Фундао и Коррего-ду-Фейжао (Минас-Жерайс, Бразилия) с человеческими жертвами в 2015 и 2019 годах. На этом фоне описаны специфические особенности ситуации вокруг Тырнаузского хвостохранилища, которое не функционирует с 1997 года и содержит мелкодисперсные и токсичные продукты переработки вольфрамомолибденовой руды. Характеризуются возможные, но ранее не учтенные результаты воздействия селевого потока реки Гижгит и стока в хвостохранилище. Проведен анализ критических ситуаций 2002 и 2014 гг. Оценивается состояние гидротехнических сооружений, не приспособленных к текущей ситуации. Отмечено, что существует высокая степень общего риска. Приведены рекомендации по предотвращению непредвиденной, но реальной экологической катастрофы. Показана возможность потери устойчивости плотины и берегов при сейсмическом воздействии. Авторы отметили, что приток просачивающихся токсичных вод в реку Баксан не допускается. Сделан вывод о необходимости разработки комплексного проекта для решения проблемы и приоритетных мер по его реализации. Авторы подчеркивают возможность более значительных последствий для населения и инфраструктуры в долине реки Баксан ниже по течению от устья реки Гижгит (деревня Былим) по сравнению с событиями в Бразилии в 2015 и 2019 годах.

Ключевые слова: экологический риск; хвостохранилище; плотина; отстойник; пляж; тоннели; режим селевого потока; канал отвода потока мусора.

ВВЕДЕНИЕ

В 2015 и 2019 гг. в штате Минас-Жерайс (Бразилия) произошли катастрофические события, связанные с разрушением плотин (дамб) хвостохранилищ железорудных компаний – Фундан и Коррего-ду-Фейжао. Первое унесло 19 человеческих жизней и оценивалось как «самая страшная экологическая катастрофа в стране». При прорыве плотины хвостохранилища Фундан 25 января 2019 г. погибли и пропали без вести более 300 человек. Сведения о катастрофах приведены в работах [7-10, 12,13].

Аварии были связаны с гидрологическими и гидрогеологическими факторами: с поступлением поверхностных вод, паводочных волн, водонасыщением тонкозернистого материала хвостов на фоне не работающих с должным эффектом дренажных систем и несовершенством технологии наращивания насыпных плотин вверх по течению.

Хвостохранилище Фундан у пос. Бенту Родригес (муниципалитет Мариана) начало функционировать в 2008 г. и по проекту должно было утилизировать 79,6 млн м³ твердых продуктов обогащения железных руд в течение 25 лет срока службы. К ноябрю 2015 г. в нём содержалось 56,4 млн м³. 5 ноября 2015 г. около 43 млн м³ (80% от общего объема) обрушилось вниз, создавая грязевые волны высотой до 10 м [8].

Колоссальный экологический ущерб от катастрофы был обусловлен тем, что массы хвостов обрушились в водохранилище Сантарем емкостью 7 млн м³ и прорвали его дамбу. Паводочная волна с огромным количеством токсичного материала хвостов прошла расстояние более 650 км по рекам Карму и Риу-Доси и достигла Атлантического океана. Через год шлейфы загрязненного материала распространились к северу и югу от устья Риу-Доси на расстояние до 50-100 км.

Хвостохранилище Коррего-ду-Фейхао у г. Брумадинью имело площадь 0,25 км² и объем 11,7 млн м³, основная часть которого ринулась вниз 25 января 2019 г. в результате обрушения дамбы после ливней. Высота дамбы достигала 86 м, длина - 720 м [12]. По данным измерений на космоснимках, площадь зоны поражения составила 2,8 км², дальность выброса массы хвостов до р. Парапеба - 9,4 км.

Водонасыщенная масса хвостов на первых 300 м пути от плотины проносилась со скоростью 120 км/ч.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Эти катастрофы в Бразилии заставляют вновь [5] обратить внимание на крайне сложную и опасную ситуацию, складывающуюся в России у г. Тырныауза Кабардино-Балкарской Республики (КБР).

Здесь с сентября 1940 г. шла разработка вольфрамово-молибденового месторождения Тырныаузским горно-обогатительным комбинатом (ТГОК). Добыча руды осуществлялась подземным и открытым (карьерным) способами, а ее обогащение - с помощью флотационно-химических процессов. Огромные массы промышленных отходов сбрасывались в хвостохранилища: первые два были устроены в долине р. Баксан, последнее - «суперхвостохранилище» - в устьевой части долины р. Гижгит, левого притока р. Баксан.

Старые хвостохранилища были закрыты и рекультивированы до 1967 г. Хвостохранилище на р. Гижгит (рис. 1) введено в эксплуатацию в 1966 г. Оно находится в 15 км от обогатительной фабрики ТГОК в г. Тырныаузе. Проектная емкость при заполнении до абсолютной отметки 1300 м ~180 млн м³. Хвостохранилище относится к I классу опасности. В состав сооружений, обеспечивающих гидравлическую укладку хвостов, входили: наращиваемая насыпная плотина с дренажной системой, водоприемные колодцы с соединительными выработками, водосбросные тоннели (тоннель 1, а затем тоннель 2), подпорные насыпи-дамбы, водоем-отстойник.

Хвостохранилище расположено над р. Баксан и пос. Былым. В нем захоронено около 118 млн м³ отходов обогащения, содержащих до 30 наименований химических соединений металлов, в т.ч. высокого класса опасности. Токсичная пыль верхнего намывного слоя с пляжа, переносимая ветрами, дующими по долинам рр. Гижгит и Баксан, откладывалась на прилегающих пастбищах и сельхозугодиях. Воды, фильтрующиеся через хвосты, без очистки направлялись в р. Баксан через дренажную сеть, а также со стоком р. Гижгит в тоннели 1 и 2. Ныне система дренажа не работает, и эти воды выклиниваются на низовом откосе основной плотины и продолжают поступать в выработку тоннеля 2. Содержания в их составе, например, молибдена (Mo) и вольфрама (W) превышают допустимые до 10 раз в воде устья р. Гижгит (портал тоннеля 2), а в водах, выходящих на откос плотины, - до 50000 (Mo) и 22000 (W) раз [1].

По состоянию на 2019 г. у хвостохранилища отсутствует собственник и эксплуатирующая организация, не ведется полноценный мониторинг.

Основное гидротехническое сооружение - перегораживающая долину р. Гижгит грунтовая плотина, наращиваемая ранее по ходу заполнения верхнего бьефа хвостами.

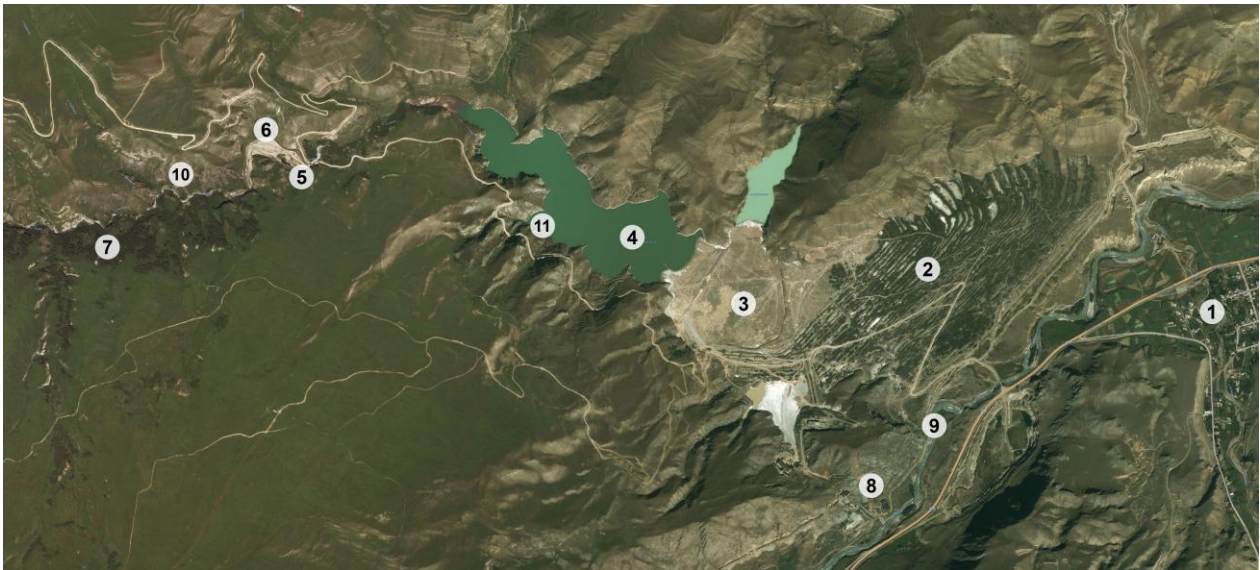


Рис. 1. Участок нижнего течения р. Гижгит. Космоснимок (с сервиса Google Maps). *Обозначения:* 1 - пос. Былым; 2 - основная плотина Тырныаузского хвостохранилища; 3 - пляж намывных масс; 4 - водоем-отстойник; 5 - входной портал тоннеля 2; 6 - селевые отложения 2002 и 2014 гг.; 7 - входной портал тоннеля 3; 8 - выходной портал тоннеля 2 - устье р. Гижгит; 9 - р. Баксан; 10 - р. Гижгит между тоннелями 2 и 3; 11 – входной портал тоннеля 1 (затоплен)

После 1997 г. работы по заполнению хвостохранилища были прекращены. К 1998 г. высота плотины достигла 168 м (абс. отм. ~ 1240 м) при длине ~ 1400 м и ширине по гребню 6-7 м. Средняя крутизна низового откоса 12,5° - критична для возможного развития сдвигового процесса. Горизонт воды в водоеме-отстойнике верхнего бьефа на отметке ~ 1237 м. Емкость водоема 1,0-1,2 млн м³.

Комплекс сооружений, обеспечивающих (после 1997 г.) отвод р. Гижгит в тоннель 2, состоял из грунтовой подпорной плотины длиной 120 м, максимальной высотой 26 м (абс. отметка гребня 1296 м), открытым бетонным водосбросом в водоем-отстойник и сороудерживающей решеткой непосредственно на входном портале.

Отвод стока р. Гижгит и воды из водоема-отстойника осуществлялся в р. Баксан водосбросными тоннелями: сначала тоннелем 1, а затем, после затопления его входного портала, тоннелем 2.

Тоннель 3 не достроен. Его входной портал расположен выше русла р. Гижгит (~ на 15 м) и не может быть использован для перевода стока р. Гижгит в р. Баксан. Этот тоннель рассчитывался на перспективу с учетом дальнейшего роста отметок хвостохранилища при работе ТГОК для пропуска осветленных от донных наносов вод р. Гижгит, но никак не **селевых потоков**.

Гидрологический пост на р. Гижгит был открыт 03.07.1958 г. в 0,3 км выше устья и просуществовал до 1970 г. Площадь водосбора - 158 км² (в т.ч. до створа плотины тоннеля 2 - 136 км²). Длина реки - 29 км. На устьевом участке реки амплитуда уровня воды по наблюдениям за период 1958-1970 гг. колебалась в пределах от 0,5 до 1,75 м. Среднегодовой расход определен в 1,61 м³/с. Наивысший измеренный расход паводка 1967 г. - 29,1 м³/с, а 1970 г. - 20,1 м³/с.

Максимальные расходы воды в бассейне р. Гижгит формируются в результате выпадения осадков ливневого характера. Весеннее половодье из-за схода снега по высотным поясам растянуто во времени, а его объём значительно уступает по величине дождевым.

Институт «Гипроникель» (г. Ленинград) - генеральный проектировщик объектов ТГОК - последний раз обследовал водотоки района в 1972 г. с выводом: «Река Гижгит... является **не селеносной**, и селевых потоков в ней не наблюдалось...»

События и уроки июня 2002 г.

Паводок, сформировавшийся в 20-х числах июня 2002 г. на р. Гижгит, привел к тому, что вход в функционирующий тоннель 2 был закупорен. Вместе с твердым материалом к створу тоннеля 2 (и тоннеля 3) поступило большое количество карча с крутых залесенных правобережных склонов (с абс. отм. по руслу ~ 1950 м и ниже). На целом ряде участков поток обогащался материалом от боковой эрозионной деятельности. Отсутствие карчеудерживающего сооружения в 200-400 м выше входного оголовка тоннеля 2 сыграло отрицательную роль. Сложилась ситуация неприемлемого объема поступления вод р. Гижгит в бывший водоем-отстойник. Выяснилась необходимость пересмотра гидрологических характеристик бассейна р. Гижгит с выполнением инструментальных работ по установлению параметров прошедшего паводка. При этом следовало учесть резко изменившееся положение на участке подхода реки к тоннелям 2 и 3 (отложение селевого материала, разрушение подпорных плотин, размыв русла и берегов).

По оценочным данным в течении первых суток (18-19 июня 2002 г.) средний расход паводочного потока к тоннелю 2 составлял ~ 100 м³/с, а в последующие два дня держался в пределах 50 м³/с.

Институтом «Гипроникель» в 1986 г. согласно планируемой «Реконструкции Тырнаузского вольфрамо-молибденового комбината. I очередь. Обогачительная фабрика и хвостовое хозяйство» «...расчетный максимальный расход 1% обеспеченности» в створе плотины тоннеля 3 определен в 90 м³/с. Тоннель 2 был построен на расход 65 м³/с.

Специалистами института «Севкавгипроводхоз» было проведено обследование русла р. Гижгит от сухого пляжа хвостохранилища до участка в 0,5 км выше входного портала тоннеля 3, выполнено определение максимальных расходов воды июньского паводка 2002 г. по меткам высоких вод, оценены расчетные максимальные расходы различной обеспеченности р. Гижгит в створе входного портала тоннеля 2 ([3], табл.).

Таблица

Максимальный расход и объем паводочного стока р.Гижгит

Обеспеченность, %	0,01	0,1	0,5	1,0	5,0	10,0	50,0
Коэффициент обеспеченности	2,66	1,68	1,18	1,00	0,63	0,38	0,23
Максимальный расход, м ³ /с	430	270	190	160	100	60	37
Объем паводочного стока, млн м ³	13,0	8,2	5,8	4,9	3,1	1,8	1,1

Максимальный расход, поступающий к створу тоннеля 2 в июне 2002 г., был равен 110-130 м³/с; ~ 50-60 м³/с проходило в нижний бьеф плотины тоннеля без перелива через гребень последней (по паводковому водосбросу) и ~ 60-65 м³/с через тоннель, работавший до его закупорки полным сечением. Это не противоречило размеру среднесуточного расхода, определенного по объему наполнения хвостохранилища в первые сутки паводка (~ 100 м³/с). Для гидротехнических сооружений I класса капитальности и ответственности, к которым относится хвостохранилище с его инфраструктурой (тоннелем 2, в частности), расчетным должен быть расход в 0,1% обеспеченности, а поверочный – в 0,01%! Обследование показало, что прошедший паводок 2002 г. носил **селевой** характер с образованием террас селевых наносов, повсеместно сформировавшихся вдоль русла реки, и карчезавалами. Плотина у тоннеля 3 с прораном для пропуска стока р. Гижгит была полностью разрушена потоком с расходом, превышающим 100 м³/с.

Поскольку попадание речных вод на пляж водохранилища (а тем более размыв дамб обвалования, созданных намывом) по экологическим соображениям и соображениям безопасности недопустимо, стало очевидным что р. Гижгит при паводках с обеспеченностью менее 10% должна сопровождаться в р. Баксан по **специальному открытому каналу**.

Случившееся в июне 2002 г. показало, что вопреки представлениям 60-70-х гг. XX в., на основе которых строились водоотводящие сооружения (тоннели 1, 2 и 3):

- паводки на р. Гижгит могут идти в селевом режиме;
- значения расходов поверхностных потоков проектных обеспеченностей существенно превышают расчетные 60-70-х гг. XX в.;
- при перекрытом входном портале тоннеля 2 еще 1-2 часа продолжения осадков в бассейне р. Гижгит - и катастрофа (размыв хвостов) была бы не минуема.

Плотина перед тоннелем 3 была прорвана, т.к. ее донный водовыпуск не был рассчитан на пропуск паводка в селевом режиме (закупорка селевыми массами, как и входного портала тоннеля 2). Ранее, в 1999 г., то же произошло и со сквозной конструкцией противоселевой плотины на р. Герхожан-Су у г. Тырнауза [2].

Анализ происшедшего в июне 2002 г. опубликован в работах [3-5,11].

События и уроки мая 2014 г.

Поскольку угроза усиления риска от воздействия на существующие долинные объекты жизнедеятельности на северном склоне Кавказа в связи с трендом изменения климатических условий в сторону потепления и обводненности на XXI в. просматривалась устойчивой, применительно к ситуации с Тырнаузским хвостохранилищем требовались срочные меры, адекватные угрозе спуска находящихся в водонасыщенном состоянии продуктов обогатительных процессов.

Оперативно был составлен Проект строительства аварийного водопропускного сооружения, способного в открытом русле (по требованию тогдашних и существующих ныне норм) транспортировать водные и селевые паводки р. Гижгит при неработающем тоннеле 2 мимо хвостохранилища в р. Баксан. Строительство 1,6-километрового канала на расчетный расход 0,1% обеспеченности в 270 м³/с с отсечной дамбой от хвостохранилища было начато в начале 2003 г., но вскоре прекращено...

В мае 2014 г. после обильных дождей ливневого характера в регионе проявились масштабные оползневые и селевые процессы, приведшие к катастрофическим последствиям (рис 2). Был введен режим чрезвычайной ситуации. Имелись человеческие жертвы.



Рис. 2. Подмыв откоса и разрушение примыкания подпорной плотины к порталу тоннеля 2 селем 21.05.2014 г. Фото Э.В. Запорожченко 03.06.2014 г.

Расход потока мая 2014 г. по меткам высоких вод выше входного портала тоннеля 2 составлял $62,5 \text{ м}^3/\text{с}$.

Положение с пропуском паводочного расхода р. Гижгит, в связи с ухудшением транспортирующей способности потока в верхнем бьефе дамбы тоннеля 2 и на непосредственных подходах к входному оголовку последнего (рис. 3), **усугубилось**.



Рис. 3. Отложения селевых масс 2002 и 2014 гг. в верхнем бьефе тоннеля 2. *Обозначения:* 1 - подпорная плотина; 2 - входной портал; 3 - русло р. Гижгит. Вертолетный снимок М.Д. Докукина 15.07.2016 г.

После 21.05.2014 г. возникла **неопределенность** с состоянием тоннеля 2 и его остаточной пропускной способностью, изменилась обстановка и по руслу реки (~ с 400 м от входного портала до истоков).

При этом атмосферные осадки, сформировавшие паводки, переувлажнившие склоны и вызвавшие оползневые процессы, охватили только **часть** бассейна р. Гижгит (с абс. отм. 2500-2700 м и выше выпадали в твердом виде). В наиболее селе- и паводочно-опасные месяцы (июнь-август) возможные осадки в жидком виде могут захватывать **весь** бассейн, что, в свою очередь, приведет (в зависимости от интенсивности) к более масштабным паводкам и селям, большей, нежели в 2002 и 2014 гг., мощности.

Во время событий мая 2014 г. зафиксированный расход паводочной волны был ориентировочно равен **проектному** расходу тоннеля 2.

Основные гидротехнические объекты хвостохранилища **имели существенные разрушения и не отвечали требованиям безопасной эксплуатации**. Построенные ещё в конце 60-х гг. XX века, они отвечали техническим нормам того периода. Так проектирование осуществлялось на условия фоновой сейсмичности 7 баллов с ориентацией на максимальный измеренный расход воды в р. Гижгит в паводок 1967 г. - $29,1 \text{ м}^3/\text{с}$ без учёта её не селеносности.

По действующим ныне правилам строительства в сейсмических районах уровень сейсмической активности для рассматриваемой территории и особо опасных объектов, к которым относится хвостохранилище, должен быть принят в 10 баллов. Между тем, еще в 1975 г., было установлено, что при достижении плотиной абсолютной отметки гребня 1200 м (высота~125 м, ныне ~170 м) коэффициент запаса ее устойчивости при сейсмичности 8 баллов, составляет всего 1,075-

0,935 (т.е. существенно ниже нормативного), что уже тогда требовало «мероприятий по повышению устойчивости».

Паводковые воды 2002 г. нарушили подпорную грунтовую плотину и открытый бетонный водосброс тоннеля 2, к его входному portalу в 2002 г. было принесено ~ 50 тыс. м³ твердого селевого материала. Создалась предкатастрофическая ситуация. В случае продолжения паводка с пиковыми расходами мог произойти перелив воды через гребень водоема-отстойника на пляж хвостохранилища с последующими размывами, что неминуемо привело бы к экологической катастрофе в бассейне р. Баксан.

Основные гидротехнические сооружения хвостохранилища относятся к сооружениям 1-го класса, по назначению - к объектам повышенной опасности. По результатам гидрологических расчетов, учитывающих фактические паводки начала XXI в., расходы воды в р. Гижгит в створе тоннеля 2 составили: 270 м³/с - для основного случая (обеспеченность P = 0,1%), 430 м³/с - для поверочного (P = 0,01%). Эти параметры существенно превышают ранее принятые (в 60-70-е гг. XX в.).

Изменение условий (повышение сейсмической активности района, селеопасность, увеличение расчетных расходов р. Гижгит) требуют срочной реконструкции комплекса основных гидротехнических сооружений и строительства открытого водосброса на расчетные расходы.

В случае проявления сейсмических воздействий (7-8 баллов и более), схода крупного селевого потока или паводка обеспеченностью менее 10% по р. Гижгит, **угроза** разрушения сооружений, в первую очередь основной грунтовой плотины, с образованием техногенного селевого потока, который пройдет по долине р. Баксан, загрязняя токсическими отходами значительные территории, **становится** как никогда **реальной**. Сопоставим: в хвостохранилище Коррего-ду-Фейхао, катастрофа на котором 25 января 2019 г. привела к гибели (с пропавшими без вести) более 300 человек, содержалось ~ 12 млн м³ хвостов, в Тырнаузском хвостохранилище - в 10 раз больше!

После мая 2014 г.

Проблему ликвидации накопленного экологического ущерба в результате предыдущей работы ТГОК следует решать в двух направлениях.

Первое - реконструкция гидротехнических сооружений хвостохранилища для повышения их надежности и безопасной эксплуатации.

Второе - реабилитационные и экономические меры, включающие:

- ликвидацию условий загрязнения почвенно-растительного слоя в результате переноса пыли (с сухого пляжа) ветрами, дующими по долинам рр. Гижгит и Баксан (рекультивация сухого пляжа);
- создание системы сбора и обеззараживания фильтрационных вод;
- утилизацию промышленных отходов, находящихся в хвостохранилище, с предварительным извлечением из них ценных металлов и элементов-токсикантов [1].

Безопасную и надежную эксплуатацию объектов хвостохранилища обеспечат меры по:

- восстановлению существующих и строительству новых водопропускных сооружений для паводкового (в т.ч. в селевого) режима стока р. Гижгит в р. Баксан;
- обеспечению устойчивости основной грунтовой плотины при уточненных сейсмических воздействиях.

При этом должно предусматриваться строительство открытого поверхностного (аварийного) водосброса из хвостохранилища в р. Баксан поверочной расчетной пропускной способностью ~ в 430 м³/с, что обеспечит пропуск паводков р. Гижгит в полном объеме (в том числе на период восстановления возможностей тоннелей 1 и 2), а для обеспечения устойчивости и надежной эксплуатации основной плотины хвостохранилища - уположение низового откоса упорной призмой из камня и дренажные мероприятия на низовом откосе и ее нижнем бьефе в комплексе с очисткой фильтрационных вод перед сбросом их в р. Баксан.

Срочное составление Проекта реконструкции гидротехнических сооружений хвостохранилища, учитывающего складывающуюся ситуацию высокого экологического риска и его реализация чрезвычайно актуальны.

Напомним, в этой связи, о трагедии 2009 г. с хранилищем рудных отходов бывшего Карамкенского ГОКа (Магаданская обл.), прекратившего работу в 1994 г. Дамба, сдерживающая отвалы обогащения, была разрушена при поступлении на пляж вод дождевого паводка. Размыв ограждающей дамбы сопровождался тиксотропным разжижением массы хвостов, формированием селевого потока, разрушениями и гибелью населения в поселке, отстоящем от хвостохранилища на 6 км, уничтожением речных гидробионтов. Высота дамбы составляла всего 27 м, объем хвостов – 4,6 млн³, а в селевой поток вовлечена лишь меньшая их часть!

Следует иметь в виду и другие события: 1 сентября 2017 г. в верховьях р.Баксан – прорыв оз.Башкара, последующий селевой поток и человеческие жертвы [6], а также 9 и 23 апреля 2019 г. - катастрофы (с жертвами) хвостохранилищ в Индии и на севере Мьянмы. Последний случай – повторный: в ноябре 2015 г. из-за прорыва дамбы хранилища отходов обогащения разрабатываемой нефритовой залежи погибло 113 человек...[14].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ко второму десятилетию XXI в. риски возникновения масштабных селевых процессов в связи с климатическими изменениями и последствиями хозяйственной деятельности в долине р. Баксан существенно возросли. В отношении к ситуации, складывающейся вокруг Тырныузского хвостохранилища, существующий риск представляется неприемлемым. Необходимы адекватные меры по защите населения и нижележащей территории инженерными методами. Они должны носить комплексный характер (обеспечение общей устойчивости основной хвостоудерживающей плотины, нынешнее состояние которой требует безотлагательного изучения, организации гидрохимического мониторинга, устройства водопроводящего инженерного канала для р. Гижгит). Безусловный приоритет - за работами по созданию искусственного русла реки на ее устьевом участке: **открытого** канала (лотка) на пропуск селевого паводка расчетной обеспеченности для сооружений I класса (270 м³/с, P=0,1% для основного случая и 430 м³/с – для поверочного).

Природа, возможно, в последний раз предупредила: еще один-два больших паводка и река прорвет поврежденную в 2002 г. подпорную плотину, направляющую р. Гижгит в тоннель 2, оставив последний «без дела» и вызвав непредсказуемые последствия как собственно для хвостохранилища, содержащего водонасыщенные, тонкодисперсные массы токсичных продуктов обогащения, так и для населения долины р. Баксан и федеральной автодороги, над которыми хвостохранилище угрожающе командует.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бортников Н.С., Богатиков О.А., Карамурзов Б.С., Гурбанов А.Г., Шаззо Ю.К., Газзеев В.М., Докучаев А.Я., Лексин А.Б., Цуканова Л.Е., Петренко Д.Б., Шевченко А.В., 2013. Результаты исследования воздействия захороненных промышленных отходов Тырныузского вольфрамowo-молибденового комбината на воду р. Баксан и ее притоков. Вестник Владикавказского научного центра, Том 13, № 3, с. 22–30.
2. Запорожченко Э.В., 2002. Сели бассейна реки Герхожан-Су: история проявления, условия формирования, энергетические характеристики. Сборник научных трудов ОАО «Севкавгипроводхоз», Вып. 15, с. 80–148.
3. Запорожченко Э.В., 2004. Река Гижгит — источник паводковой опасности для сооружений Тырныузского горно-обогатительного комбината (ТГОК). Вопросы повышения эффективности строительства, Сборник трудов конференции, Нальчик, 2004, Вып. 2, с. 159–169.

4. Запороженко Э.В., 2004. Новые селевые опасности у г. Тырнауза. Устойчивое развитие горных территорий: проблемы и перспективы интеграции науки и образования, Материалы V Международной конференции, Владикавказ, 2004, с. 269–276.
5. Запороженко Э.В., Падня А.М., 2015. Тырнаузское хвостохранилище на р. Гижгит в Кабардино-Балкарской Республики: проблемы сохранности, устойчивости и экологической безопасности. Сборник научных трудов ОАО «Севкавгипроводхоз», Вып. 21, с. 127–138.
6. Черноморец С.С., Петраков Д.А., Алейников А.А., Беккиев М.Ю., Висхаджиева К.С., Докукин М.Д., Калов Р.Х., Кидяева В.М., Крыленко В.В., Крыленко И.Н., Рец Е.П., Савернюк Е.А., Смирнов А.М., 2018. Прорыв озера Башкара (Центральный Кавказ, Россия) 1 сентября 2017 года. Криосфера Земли, Том XXII, № 2, с. 70–80, [https://doi.org/10.21782/KZ1560-7496-2018-2\(70-80\)](https://doi.org/10.21782/KZ1560-7496-2018-2(70-80)).
7. Almeida C.A., Oliveira A.F., Pacheco A.A., Lopes R.P., Neves A.A., Queiroz M.L.R., 2018. Characterization and evaluation of sorption potential of the iron mine waste after Samarco dam disaster in Doce River basin — Brasil. Chemosphere, Vol. 209, pp. 411–420, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.06.071>.
8. Carmo F.F., Kamino L.H.Y., Junior R.T., Campos I.C., Carmo F.F., Silvino G., Castro K.J.D.S.X.D., Mauro M.L., Rodrigues N.U.A., Miranda M.P.D.S., Pinto C.E.F., 2017. Fundação tailings dam failures: the environment tragedy of the largest technological disaster of Brazilian mining in global context. Perspectives in Ecology and Conservation, Vol. 15, Issue 3, pp. 145–151, <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2017.06.002>.
9. Carvalho G.O., Pinheiro A.A., Sousa D.M., Padilha J.A., Souza J.S., Galvão P.M., Paiva T.C., Freire A.S., Santelli R.E., Malm O., Torres J.P.M., 2018. Metals and arsenic in water supply for riverine communities affected by the largest environmental disaster in Brazil: the dam collapse on Doce River. Orbital: The Electronic Journal of Chemistry, Vol. 10, No. 4, pp. 299–307, <http://dx.doi.org/10.17807/orbital.v10i4.1081>.
10. Santos O.S.H., Avellar F.C., Alves M., Trindade R.C., Menezes M.B., Ferreira M.C., França G.S., Cordeiro J., Sobreira F.G., Yoshida I.M., Moura P.M., Baptista M.B., Scotti M.R., 2019. Understanding the environmental impact of a mine dam rupture in Brazil: prospects for remediation. Journal of Environmental Quality, Vol. 48, pp. 439–449, <https://doi.org/10.2134/jeq2018.04.0168>
11. Zaporozhchenko E.V., 2016. Debris flows in the central sector of the northern slopes of the Main Caucasus Ridge: peculiarities of the current situation. Journal of Nepal Geological Society, Vol. 50, No. 1, pp. 143–154, <https://doi.org/10.3126/jngs.v50i1.22874>.
12. Zambak C., 2019. Compiled information and opinions on Córrego do Feijão Mine “Dam I” failure in Brazil. URL: <https://www.researchgate.net/publication/331089028>, <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18732.92806> (дата обращения: 10.03.2019).
13. Zimmermann F.B., 2019. Brazil’s latest dam disaster: human loss and environmental degradation. URL: <https://www.researchgate.net/publication/331035421> (дата обращения: 11.03.2019).
14. Chronology of major tailings dam failures (last updated 1 May 2019). URL: <http://www.wise-uranium.org/mdaf.html>

THE TAILINGS DAM ON THE GIZHGIT RIVER IN KABARDINO-BALKARIA (RUSSIA) AND RELATED PROBLEMS

Zaporozhchenko E., Dokukin M.

Debris Flow Association

Pyatigorsk, Russia

“High-Mountain Geophysical Institute”

Nalchik, Russia

Annotation. Paper deals with high ecological risk situation caused by the hydraulic structures state in the Tyrnyauz tailings dam (Gizhgит River valley mouth part), conditions of the water and debris flow discharges passing. Using publications and multi-temporal satellite images analysis authors provide data on the Fundao and Corrego do Feijao (Minas Gerais, Brazil) tailings dam disasters with human losses in 2015 and 2019. Based on this background, it’s described specific features of the situation developing around the Tyrnyauz tailings dam, which has not been functioning since 1997 and contains finely dispersed and toxic products of tungsten-molybdenum ore processing. It’s characterized possible, but not previously taken into account results of the impact of Gizhgит River debris flow and suspended flow on the tailings dam. Analysis of 2002 and 2014 critical situations is conducted. State of hydraulic structures not adapted to the current situation is assessed. It’s noted that there is a high degree of general risk. There are recommendations for preventing an unforeseen but real ecological catastrophe danger. Possibility of dam and banking stability loss during seismic impact is shown. Authors noted that inflow of seepage toxic waters into the Baksan River cannot be allowed. It’s concluded that there is the necessity to develop the comprehensive project for solving the problem and priority measures for its implementation. Authors emphasize the possibility of more significant consequences for the population and infrastructure in the Baksan River valley, downstream the Gizhgит River mouth (Bylym village) in comparison with the Brazilian events of 2015 and 2019.

Keywords: ecological risk; tailings dam; dams; settling pond; beach; tunnels; debris flow regime; debris flow check canal.

ЗАСУХА И НАУЧНО-ОБОСНОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПО ЕЕ СМЯГЧЕНИЮ

Зейналов Т.

Центр экологического прогнозирования

Баку, Азербайджан

E-mail: telmanzeynalov@gmail.com

Аннотация: Обращение к изучению исторического опыта государственных мероприятий по борьбе с засухой и другими неблагоприятными климатическими явлениями в бывшем СССР является актуальным в связи со значимостью проблемы получения устойчивых урожаев и сохранения продовольственной безопасности страны и на современном этапе развития любых суверенных государств. В виду этого, в статье рассматривается реализация одного из аспектов "Великого Сталинского плана преобразования природы" в части создания в колхозах сети полезащитных лесополос, анализируются организационные мероприятия и причины возникших трудностей. Работа государственных органов суверенных государств по защитному лесоразведению способствовала сохранению урожаев, плодородия почв, предохранению полей от губительного воздействия суховеев.

Ключевые слова: "Великий Сталинский план преобразования природы", колхозные полезащитные насаждения, лесопитомники, агромелиорация.

ВВЕДЕНИЕ

Начиная с 1985 года нас информируют ложными сведениями о надвигающихся засухах, нехватке питьевой воды, голодоморе, окончании света (например, в 2012 году), лесных пожарах, извержениях вулканов, цунами и пр. природными явлениями. Мне часто приходилось вносить ясность, связанную с данными лженаучными слухами в средствах массовой информации (СМИ). Правда, несмотря на то, что, начиная с середины XX века, особенно с начало XXI века с применением КЛИМАТИЧЕСКОГО и ему подобного оружия, в различных регионах планеты искусственно создавали и продолжают создавать природные явления, таких как, засуха, торнадо, наводнения, землетрясения, лесные пожары и прочие природные явления. Еще в 1941 году ГЕБЕЛЬ сказал, пока спросонок надевал штаны - эти лженаучные слухи со сверхзвуковой скоростью несколько раз облетели планету. Периодическое распространение лживых информации в мире приняли за правду, а реальная правда была полностью стерта с лексикона СМИ и с сознания населения планеты.

Цель моего доклада посвящена – тематике «Как повысить урожайность сельхозкультур и сохранить влажность и плодородия почвы».

Просматривая и обрабатывая ранее опубликованные статьи середины XX –го столетия, данный опубликованный проект был назван Климатологом Генералиссимусом – «Планом преобразования природы».

Ещё в 1948г., когда Европа еще восстанавливала хозяйство от последствий разрушительной второй мировой войны, в бывшем СССР по инициативе генералиссимуса И.В. Сталина вышло постановление Совета Министров СССР и ЦК ВКП (б) от 20 октября 1948 года «О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоемов для обеспечения высоких устойчивых урожаев в аридных, степных и лесостепных районах Европейской части СССР».



Согласно плану преобразования природы, началось грандиозное наступление на засуху путем посадки лесозащитных насаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоемов. Сила этого плана была в единой воле, комплексности и масштабности. План не имел прецедентов в мировом опыте по масштабам.

По этому, величественному плану за 15 лет было создано 8 крупных государственных лесозащитных полос общей протяженностью свыше 5300

километров, на полях колхозов и совхозов были созданы защитные лесонасаждения общей площадью 5709 тысяч гектаров и к 1955 году в колхозах и совхозах было построено 44228 прудов и водоемов. Все это в соединении с передовой агротехникой обеспечило высокие, устойчивые, независимые от капризов погоды, урожаи на площади свыше 120 миллионов гектаров. Урожая, собранного с этих площадей посевов, хватило прокормить половину населения Земли. Центральное место в плане занимало полезащитное лесоразведение и орошение.

В газете «Вашингтон пост» в 1948г. приведены слова генерального директора ООН по делам продовольствия и сельского хозяйства Бойд Орр, который заявил: «Темпы истощения плодородной почвы в США вызывают тревогу. Примерно одна четверть площади, первоначально занятой пахотными землями уже опустошена. Каждый год в этой стране уничтожается три миллиона тонн верхних плодородных слоев почвы». Далее газета признается откровенно: «Если холодная война превратится в длительный конфликт, то достижения в отношении мелиорации могло решить вопрос о том, кто будет победителем».

Мало кто может себе представить, что подготовка к принятию планируемого масштабного проекта предшествовала 20-летняя практика в Российском государстве в Астраханской полупустыне, где буквально на голом месте, ещё в 1928г. была заложена исследовательская станция института Агро-лесомелиорации СССР, под названием «Богдинский опорный пункт». В этой умирающей степи, преодолев большие трудности ученые и лесоводы своими руками посадили первые гектары молодых деревьев. Именно здесь из сотен разновидностей деревьев и кустарников были выбраны породы деревьев, удовлетворяющие научным разработкам Докучаева и Костычева для природных степных и аридных условий СССР.

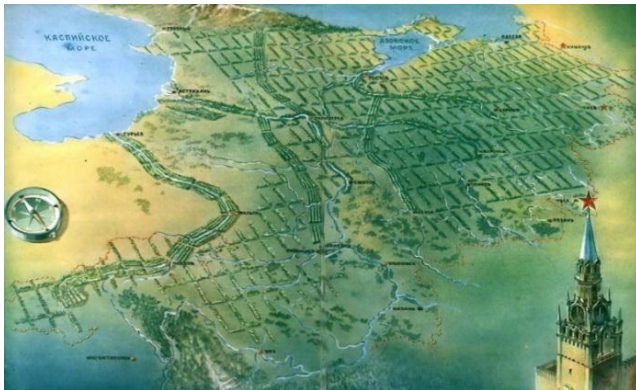
И лес вырос! Если в открытой степи жара достигала 53⁰С градуса, то в тени деревьев на 20% было прохладнее, испарение почвы уменьшилось на 20%. По наблюдению авторов в Бузулукском лесничестве зимой 28-29гг. сосна высотой 7,5 метра собрала в эту зиму 106 кг инея и изморози. Это значит, что небольшая роща способна «добыть» из осадков влаги несколько десятков тонн. На основании научных знаний и опытных работ и был принят этот грандиозный план. Одним из ученых был и Высоцкий Г.Н. академик ВАСХНИЛ, который изучал влияние леса на гидрологический режим. Он впервые рассчитал баланс влаги под лесом и полем, исследовал влияние леса на среду обитания и причины безлесья степей. Он внёс существенный вклад в степное лесоразведение.

Интересно было применение в лесопосадках состав пород деревьев и кустарников, предложенной учеными:

- первый ряд – тополь канадский, липа;
- второй ряд – ясень, клен татарский;
- третий ряд – дуб, желтая акация;
- четвертый ряд – ясень, клен остролистый;

- пятый ряд – тополь канадский, липа;
- шестой ряд – ясень, клен татарский;
- седьмой ряд – дуб, желтая акация... и так далее в зависимости от ширины полосы, из кустарников – малина и смородина, что позволит привлечь птиц для борьбы с вредителями лесонасаждений.

Целью данного плана было предотвращение в ранее перечисленных регионах засух, песчаных и пыльных бурь путём строительства водоёмов, посадки лесозащитных насаждений и внедрения травопольных севооборотов. В то время было высажено более 4 млн га леса, восстановили леса,



уничтоженные последней войной и нерадивым хозяйствованием.

- Роль данных высаженных полос, заключалась в предохранении полей от жарких юго-восточных ветров — суховеев. Помимо лесных защитных полос высаживались лесополосы местного значения по периметру отдельных полей, по склонам оврагов, вдоль уже существующих и вновь создаваемых водоёмов, на песках (с целью их закрепления). Помимо этого, в то время внедрялись более прогрессивные методы обработки полей:

- применение чёрных паров, зяби и лущения стерни;
- правильная система применения органических и минеральных удобрений;
- посев отборных семян высокоурожайных сортов, приспособленных к местным условиям.

- В то время, планом было предусмотрено также внедрение травопольной системы земледелия, разработанной выдающимися русскими учеными В. В. Докучаевым, П. А. Костычевым и В. Р. Вильямсом. Согласно предложенной системе, часть пашни в

севооборотах засеивалась многолетними бобовыми и мятликовыми травами. Травы служили кормовой базой животноводства и естественным средством восстановления плодородия почв. Планом было предусмотрено не только абсолютное продовольственное самообеспечение данных регионов, но и наращивание со второй половины 1960-х годов экспорта зерно- и мясопродуктов.

Созданные в то время лесополосы и водоёмы, в основном, способствовали существенному развитию для тех регионов разнообразию флоры и фауны. Как видно, данный план совмещал в себе задачи охраны окружающей среды и получения высоких устойчивых урожаев.

Однако, по указанию Н.С. Хрущёва, после смерти И.В. Сталина в 1953 году выполнение плана было свёрнуто. Многие лесополосы были вырублены, несколько тысяч прудов и водоёмов, которые предназначались для разведения рыб, были заброшены, созданные в 1949—1955 годах 570 лесозащитных станций были ликвидированы.

В то время также были ликвидированы и изъяты с государственных и прочих библиотек книги о Плате, Совмин СССР - 29 апреля 1953 г. спец постановлением был издан приказ о приостановлении работы по созданию лесных полос, их планированию и выращиванию посадочных материалов.

Одним из последствий свёртывания данного плана и в дальнейшем - внедрение экстенсивных методов увеличения пашни, было то, что в середине XX века, то есть в 1962—1963 гг., произошла экологическая катастрофа, связанная с эрозией почв на целине, и в бывшем СССР разразился

истинный продовольственный кризис. Например, осенью 1963 года с прилавков магазинов исчезли хлеб и мука, начались перебои с сахаром и сливочным маслом.

Также, в эти годы было объявлено о повышении цен на мясо на 30 процентов, а на масло — на 25 процентов. В 1963 году в результате неурожая и отсутствия резервов в стране, в то время бывший СССР для предотвращения голодомора и надвигающегося недовольства населения, впервые после войны, из резервов страны было продано 600 тонн золота, и закуплено около 13 млн тонн хлеба за границей.

По прошествии времени упор на политические «ошибки» Сталин совсем затушеввал эту грандиозную программу, которая частично реализуется США, Китаем, Западной Европе в виде создаваемых зеленых каркасов. Им отводят значительную роль в предотвращении угроз глобального потепления.

Как я помню, в июне-июле 2010 года на поля и леса европейской части России и частично в Азербайджане обрушилась страшная засуха и наводнения. Высокопоставленным чиновникам они упали как снег на голову, они не знали, что делать, а после наводнения последовала засуха и вся урожайность погибла, автоматически были взвинчены цены на продукты питания. Это было неожиданно для правительства РФ, так и Азербайджана, но бизнесмены и корпорации от этого только выиграли. Как будто раньше, в предыдущие годы, по многим признакам не было видно, что угроза засухи очень серьезна, и надо готовиться к ней не только заблаговременно, но и прислушиваться к голосу реальных ученых.

А теперь, все мы пожинаем плоды той грязной предательской политики клики бывших партократов, пришедшей к власти, к Сталину, к достижениям социализма и экспортируем сейчас продукты земледелия с химическими добавками и ГМО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обсуждение коммунистической перспективы – “И засуху победим!” (Сталинский план преобразования природы) URL: <http://wsf1917.livejournal.com/111310.html>.
2. ГУ “НАРА”. Ф. Р-7. Оп. 3. Д. 167. Л. 58.
3. ГУ «ГАКК». Ф. Р-1480. Оп. 1. Д. 1485. Л. 209.
4. ГУ “НАРА”. Ф. Р-7. Оп. 3. Д. 167. Лл. 298, 299.
5. Войцеховский М.Б., Голубчиков Ю.Н. 60 лет сталинскому плану преобразования природы: URL: <http://www.derevo.ru>.

Ecology

DROUGHT AND SCIENCE-BASED TECHNOLOGY FOR ITS MITIGATION

Zeynalov T.

*Center for Environmental Prediction
Baku, Azerbaijan*

Annotation. An appeal to the study of the historical experience of the measures taken to combat drought and other adverse climatic events in the former USSR was relevant in view of the significance of obtaining sustainable yields and preserving the food security of countries in the modern 21st century of development of any sovereign states. In view of this, the article discusses the implementation of one of the aspects of the “Great Stalin Plan for the Transformation of Nature” in the part of creating a network of shelter forest belts on collective farms, analyzes organizational measures and the causes of the difficulties encountered. The introduction of this technology, previously used in the USSR by state authorities of sovereign states in combating drought and a variety of erosion processes, and protective forestation contributed to the preservation of crops, soil fertility, and the protection of fields from the destructive impact of dry winds.

Keywords: “The Great Stalin Plan for the Transformation of Nature”, kolkhoz shelter stands, tree nurseries, Agro forest reclamation.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ПРИРОДОПОДОБНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СООРУЖЕНИЙ В СОСТАВЕ ВОДОЗАБОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Хецуриани Е.Д.¹⁾, Бондаренко В.Л.²⁾, Ылясов А.И.³⁾, Семёнова Е.А.⁴⁾,

Штавдакер М.И.⁵⁾

¹⁾ Южно-Российский Государственный Политехнический Университет (НПИ)
Им. М.И.Платова, Г. Новочеркасск, Российская Федерация;
Донской Государственный Технический Университет, г. Ростов на Дону
E-mail: goodga@mail.ru

²⁾ Новочеркасский Инженерно-Мелиоративный Институт
Донского Государственного Аграрного Университета,
Новочеркасск, Российская Федерация
E-mail: nimi.TBiP@yandex.ru

³⁾ филиал WTL (США) в Азии, Бизнес Центр «Навигатор»
г. Москва ул. Новаторов д. 7А корп. 2
E-mail: allaberdi_il@mail.ru

⁴⁾ Северо-Кавказский федеральный университет (филиал в г. Пятигорск)
E-mail: deakannn@mail.ru

⁵⁾ Новочеркасский Инженерно-Мелиоративный Институт
Донского Государственного Аграрного Университета,
Новочеркасск, Российская Федерация
E-mail: Shtawkader.marya@yandex.ru

Аннотация. На основе результатов анализа функциональной работы действующих водозаборных сооружений систем многоцелевого водоснабжения (СМВ) городских хозяйств в Нижнем течении р. Дон (от створа Цимлянского водохранилища до устья) и условий обеспечения сохранения биоразнообразия ихтиофауны и флоры на рассматриваемом участке водного объекта предложены новые конструктивные решения водозаборных сооружений в виде мягких наплавных конструкций (МНК), выполняемых из высокопрочных синтетических тканевых материалов. Исследованиями установлено, что МНК, как новый тип гидротехнических сооружений в процессах ВВВ с природной водной средой (ПВС) водного объекта при различных режимах руслового речного потока обладает высокой маневренностью при её управлении с устойчивым обеспечением отбора расчетных расходов воды (Q_m^3/c), сохранением биоресурсов в водном объекте (до 95%), снижением поступления донных взвешенных наносов и плавающих предметов в водозаборный ковш, как факторов обеспечивающих экологическую безопасность (ЭБ).

Ключевые слова: бассейновая геосистема, водный объект, «В.Т.К.» , ПТС «П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.», водозаборное ГТС, МНК.

ВВЕДЕНИЕ

Целью исследований является разработка основ методологии по созданию природоподобных конструкций водозаборных гидротехнических сооружений (ГТС) в составе водозаборных технологических комплексов (ВТК) систем многоцелевого водоснабжения (СМВ) городских хозяйств.

В развитии класса природно-технических систем (ПТС) «Природная среда - Объект деятельности - Население» («П.С.-О.Д.-Н») [3,6] по использованию водных ресурсов в технологических процессах хозяйственной деятельности ПТС специализируемый тип ПТС «Природная водная среда - Водозаборный технологический комплекс - Система многоцелевого водоснабжения» («П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.») предусматривает использование водных ресурсов в городских хозяйствах преимущественно для питьевого водоснабжения населения и промышленных предприятий. В составе специализируемого типа ПТС «П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.» «В.Т.К.» включает в свой технологический состав различные типы ГТС, находящиеся во взаимосвязи, взаимодействии и взаимоотношении (ВВВ) как между собой, так и окружающими их природными компонентами, основным из которых является «П.В.С.» водного объекта, из которого осуществляется отбор расчётных расходов воды ($Q_{м^3/с}$) в «С.М.В.» городского хозяйства [11,16,17].

Анализ результатов исследований функциональной работы «В.Т.К.» на действующих специализируемого типа ПТС «П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.» в Нижнем течении реки Дон от Цимлянского водохранилища до его устья, где расположено порядка 40 «В.Т.К.» позволил выявить конструктивное несовершенство используемых конструкций по защите водозаборных ковшов от попадания в них как молодых, так и взрослых особей различных видов рыб, а так же донных наносов и плавающих предметов. Как установлено, конструктивное несовершенство используемых конструкций рыбозащитных устройств (РЗУ) определяется механистическим подходом в используемой методологии создания новых и совершенствования существующих конструкций РЗУ, в частности, при отбираемых расходах воды из водного объекта более $3 \text{ м}^3/\text{с}$ [1,6]. В системном понимании несовершенство рассматриваемых конструктивных решений в виде РЗУ в составе действующих «В.Т.К.» «С.М.В.» обуславливается отсутствием функциональной аналогии воспроизводить в конструктивных элементах действия природных процессов, излишней материалоемкостью, ресурсоемкостью и энергозатратами как на стадии их строительства, так и на стадии их эксплуатации. Несοвершенство технологий на всех этапах водопотребления и водопользования от процессов регулирования речного стока, отбора из водоисточника расчётных расходов воды в значительной степени обуславливается нерациональностью и неэффективностью затрат по удовлетворению жизненно необходимых потребностей в городском хозяйстве. В методологическом отношении несовершенство конструктивных элементов в составе «В.Т.К.» в значительной степени объясняется отсутствием системного подхода в оценке процессов ВВВ водозаборного сооружения с «П.В.С.» водного объекта, экологическое состояние которого неотъемлемо взаимосвязано с процессами формирования количественных и качественных показателей водных ресурсов в пространственных пределах речной бассейновой геосистемы. От экологического состояния «П.В.С.» водного объекта формируется все процессы жизнедеятельности ихтиофауны и флоры, определяющие собой всё биоразнообразие, в том числе ихтиофауны в виде различных видов рыб [1,13].

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Использование водных ресурсов, количественные и качественные показатели которых формируются в пространственных пределах речных бассейновых геосистем, являющихся частями биосферы Земли в которой под воздействием непрерывных потоков энергии, исходящих от первоисточника – Солнца, происходят все земные процессы, связанные с преобразованием форм энергии и веществ, в том числе и глобальный влагооборот в объёме 577 тыс.км³, из которых 72 тыс.км³ поступает с бассейновых геосистем суши и соответственно с Мирового океана 505 тыс.км³. Следует отметить, что уникальность воды как природного минерала определяется тем, что вода не теряет своей физической сущности в различных технологических процессах её использования, а лишь изменяет свой качественный состав в зависимости от загрязняющих веществ [2,4].

Исходя из бассейнового принципа управления процессами формирования и использования водных ресурсов в «С.М.В.» [10] городских хозяйств, функционирующих в составе специализированного типа ПТС «П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.», стоит весьма сложная и амбициозная задача по обеспечению сохранения естественного биоразнообразия в водном объекте путем создания экологически приемлемых природоподобных конструктивно-технологических решений с использованием современных новых материалов. Создание природоподобных конструктивных решений, обеспечивающих сохранение естественного биоразнообразия в виде ихтиофауны и флоры в водном объекте становится возможным, если рассматривать естественные процессы жизнедеятельности и поведенческие особенности, к примеру, молодых рыб, в единстве конструктивно-технологическим функционированием водозаборного сооружения, непосредственно взаимодействующим с «П.В.С» водного объекта при отборе расчётных расходов воды и процессами формирования количественных и качественных показателей водных ресурсов в пространственных пределах бассейновой геосистемы. Единство естественных процессов с конструктивно-технологическим функционированием водозаборного сооружения, как отмечается в работе [6], базируется на принципах «системной целостности» «отражения объективной реальности», «востребованности» и «экологической приемлемости» [7].

Исходя из базовых принципов функционирования конструктивно-технологических решений водозаборного сооружения в составе «В.Т.К.» во ВВВ с «П.В.С» водного объекта и «С.М.В.» в составе специализированного типа ПТС «П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.» может рассматриваться как формирование природоподобных (ПП) технических систем специализированного типа ППТС «П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.».

Результаты исследований ППТС «П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.» основываются на возможности манипулирования процессами ВВВ между конструктивными элементами водозаборного сооружения и «П.В.С» водного объекта путем обеспечения максимальной подвижности и гибкости основных конструктивных элементов водозаборного сооружения, выполняемых из высокопрочных синтетических тканевых материалов, систем поверхностных и заглубленных поплавков и гибких связей, представляющих собой новый тип гидротехнических конструкций - мягкие наплавные конструкции (МНК) (рис.1).

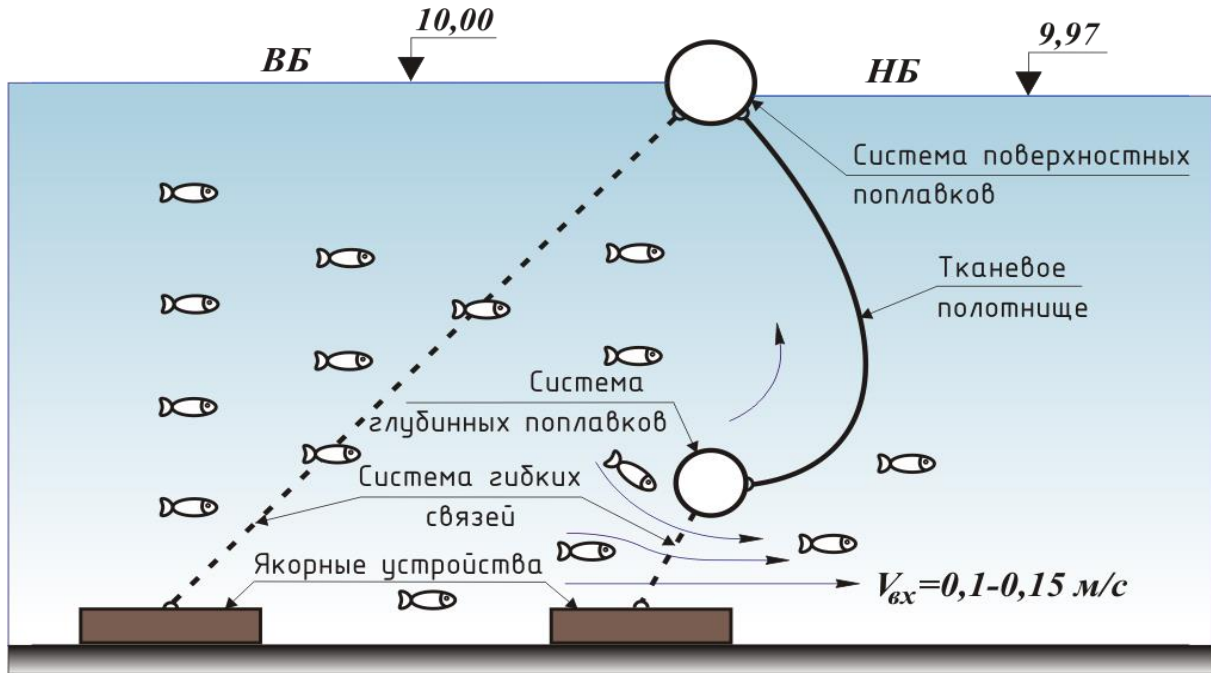


Рисунок 1. Мягкая наплавная конструкция водозаборного сооружения

На рисунке 2 приведена схема Александровского водозабора на реке Дон уч. Аксая, где намечена реконструкция с установкой МНК в качестве водозаборного сооружения.

Исследованиями установлено, что МНК обладает высокой экологической приемлемостью (ЭП) в процессах ВВВ с «П.В.С» водного объекта, которая позволяет производить необходимые манипуляции, связанные с плановым размещением их относительно изменяющихся русловых гидравлических характеристик водного потока в створе отбора расчётных расходов воды, которые неотъемлемо взаимосвязаны с процессом формирования водного стока (поверхностного и подземного) в пространственных пределах бассейновой геосистемы [6,8,9]. Принцип «Экологической приемлемости» МНК, используемых в качестве водозаборных сооружений в составе «В.Т.К.» специализированного типа ПТС «П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.» обеспечивает устойчивый отбор расчётных расходов воды ($Q_{m^3/c}$) и сохранение биоресурсов в водном объекте путем формирования в зоне влияния «В.Т.К.» оптимальной гидравлической структуры водного потока в «П.В.С.», которая обеспечивает снижение (до 95%) захода (вовлечение потоком воды) различных видов рыб и водной растительности в водозаборный ковш «В.Т.К.», а также влекомых донных и взвешенных наносов (до 80%).

Таким образом, можно сделать вывод, что принцип «Экологической приемлемости» нового типа водозаборных сооружений в виде МНК достигается манипулированием формоизменчивости в основных конструктивных элементах сооружения в процессах ВВВ с «П.В.С» водного объекта, который является природным компонентом в пространстве и времени рассматриваемой бассейновой геосистемы.

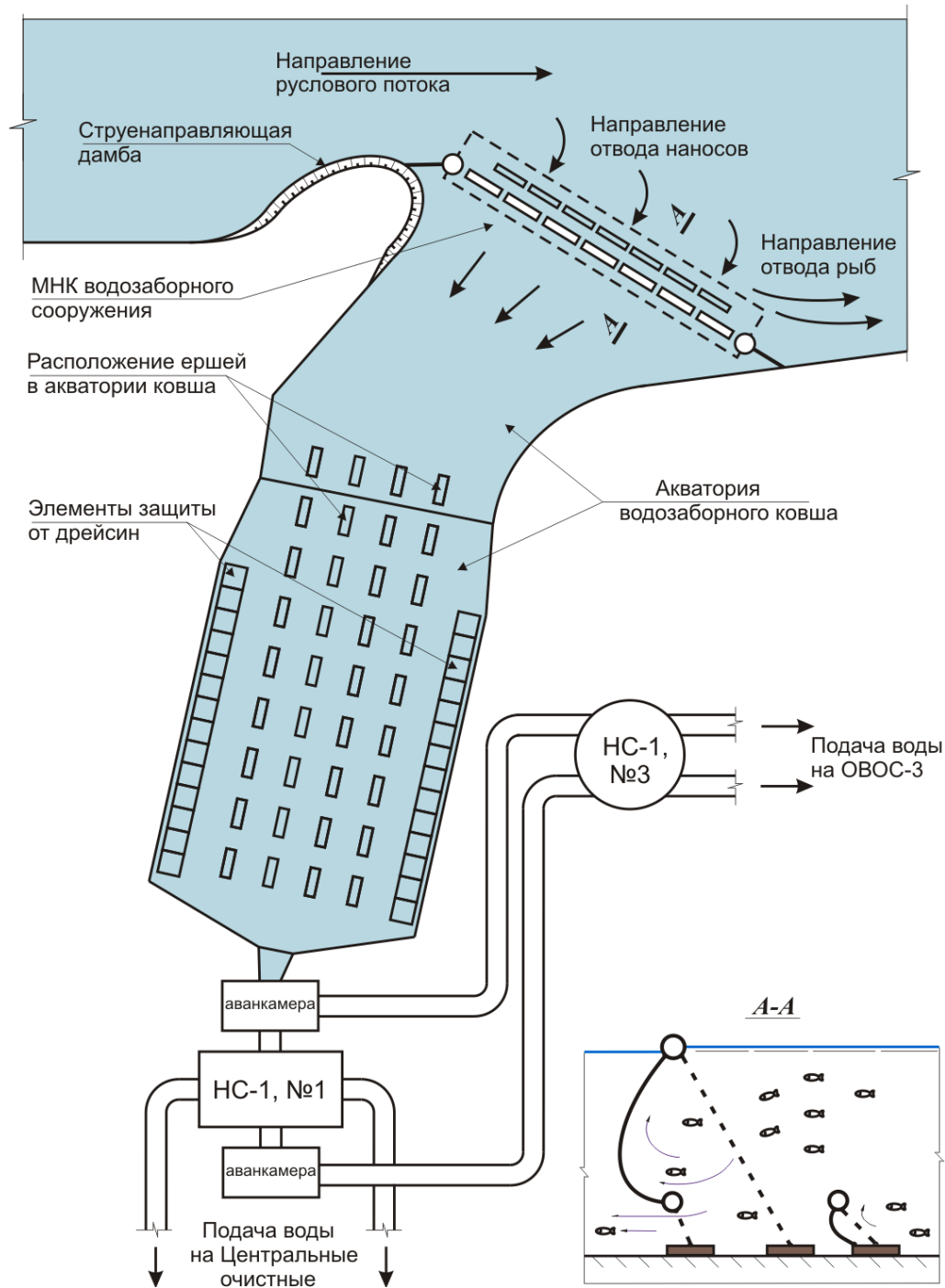


Рисунок 2. Технологическая схема размещения конструктивных элементов «Водозаборного технологического комплекса» в составе ПТС «ПВС-ВТК-СМВ» городов Ростов-на-Дону, Аксай, Батайск

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Системная ВВВ техногенного компонента в виде МНК в составе «В.Т.К.» и природного компонента в качестве водного объекта в составе бассейновой системы обуславливает собой принцип «Системной целостности» в рассматриваемом типе ПТС «П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.».

Формирование специализированного типа ПТС «П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.» основывается на возможности манипулирования конструктивными элементами в функциональных процессах их ВВВ с «П.В.С» водного объекта для достижения устойчивой тенденции единства техногенеза с естественными процессами жизнедеятельности ихтиофауны и флоры водном объекте, приводящие к устойчивому обеспечению сохранения биоресурсов в настоящем и будущем времени. Такие технологические процессы использования водных ресурсов в «С.М.В.» городских хозяйств, промышленном и сельскохозяйственном производствах можно рассматривать как новые, которые основываются на принципе «Экологической приемлемости» [5,16].

Единство функциональных действий техногенного компонента в виде МНК водозаборного сооружения в составе «В.Т.К.» в ПТС «П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.» с естественными процессами «П.В.С» водного объекта обуславливается сбалансированностью «Отражения объективной реальности» по сохранению биоресурсов путем функционально-конструктивного манипулирования гидравлической структурой водного потока в зоне влияния МНК. Как известно, истина «Отражения объективной реальности» естественных процессов преобразования в природных средах, в данном случае «П.В.С», определяется глубиной познания и умения по аналогии воспроизводить действия природных процессов в конструктивных элементах и технологических процессах использования водных ресурсов. Следует отметить, что, если в познании на современном этапе создания новых конструкций и технологий по использованию водных ресурсов имеется определенное положительное достижения, то в умении отражения реальности объективных естественных процессов формирования водных ресурсов на всех иерархических уровнях бассейновых геосистем и их использования в технологических процессах хозяйственной деятельности существуют проблемы, которые обуславливаются несовершенством используемых конструктивных решений или логических подходов в их экологическом обосновании [6,17].

В формировании умения отражать реальность естественных процессов в жизнедеятельности ихтиофауны и флоры в «П.В.С» водного объекта в технологических процессах использования водных ресурсов в «С.М.В.» необходимым является изучение возможностей искусственного манипулирования конструктивными элементами МНК водозаборного сооружения в составе «В.Т.К.» в соответствии с изменяющейся гидравлической структурой «П.В.С» водного объекта в зоне влияния МНК [14,15].

Возможность манипулирования конструктивными элементами МНК водозаборного сооружения в ВВВ с «П.В.С» водного объекта определяет собой «природоподобную» технологию отбора расчетных расходов воды ($Q_{м}^3/с$) из водоисточника при естественных изменениях русловых расходов воды, уровня режима и других гидравлических характеристик руслового потока, неотъемлемо находящихся во ВВВ с пространственными пределами бассейном геосистемы, где формируются количественные и качественные показатели водного стока относительно расположения створа водозаборного сооружения. «Природоподобная» технология отбора расчётных расходов воды с использованием МНК способна обеспечивать сохранение имеющихся биоресурсов в водном объекте, а также способствовать снижению энергетических и ресурсных затрат на технологическом этапе водоподготовки для системы водоснабжения городского хозяйства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Исходя из современных экологических требований по сохранению биоресурсов на рассматриваемом водном объекте, используемого в качестве водоисточника «С.М.В.» городских хозяйств, на участке нижнего течения реки Дон была установлена низкая эффективность функциональной работы водозаборных сооружений.

2. На основе результатов комплексных исследований по совершенствованию функциональной работы по обеспечению сохранения биоресурсов в водном объекте разработаны основы методологии создания природоподобных конструкций водозаборных сооружений для «В.Т.К.» в составе специализируемого типа ППТС «П.В.С. – В.Т.К. – С.М.В.».

3. Разработана новая конструкция водозаборного сооружения в составе «В.Т.К.», выполняемая из высокопрочных синтетических тканевых материалов (МНК), которая обеспечивает защиту водозаборного ковша от захода в него молоди и взрослых особей различных видов рыб (до 95%), а так же от донных, взвешенных наносов (до 80%), плавающих предметов и шуги в водном объекте до (95%), что в значительной мере обеспечивает экологическую безопасность в зонах влияния «В.Т.К.».

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко В.Л., Блясов А.Б., Хецуриани Е.Д. Научно-методологические основы природно-технических систем в использовании водных ресурсов: территории бассейнов геосистем: монография Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2019. 354с.
2. Волосухин В.А., Бондаренко В.Л. (2008). Строительные системы охраны водных ресурсов с использованием конструкций из тканевых материалов, Новочеркасская государственная мелиоративная академия. Новочеркасск, 164с
3. Ковальчук М.В. (2010) От синтеза в науке – к конвергенции в образовании/ По материалам статьи из журнала «Образовательная политика». №№ 11-12 (49-50) с.1-12
4. Хецуриани Е.Д., Фесенко Л.Н., Богачёв А.Н., Мордвинцев М.М., Пурас Г.Н., Душенко А.Ю., Бечвая Р.С., Пельчер А.В. (2015) Анализ работы Александровского ковшового водозабора с учётом руслового режима и рыбоводно-биологических показателей реки Дон// Инженерный вестник Дона: [электрон. журнал] №4
5. [I.V. Stefanenko](#), [E.A. Semenova](#), [O.V. Klimentko](#), [V.A. Bondarenko](#) (2018) Fundamentals of Methodology of Development of the Technical Theory of Natural and Technical Systems in Use of Water Resources//[The 2nd International Conference Material Engineering and Application](#) I.V. Vol. 875, pp.141-144
6. Behrenfeld M J и Boss E 2006 Затухание луча и концентрация хлорофилла как альтернативные оптические показатели биомассы фитопланктона J. Mar. Res. 64 431–51
7. Dellnitz M, Froyland G, Horenkamp C, Padberg-Gehle K и Sen Gupta A 2009 Сезонная изменчивость субполярных круговоротов в Южном океане: численное исследование на основе операторов переноса Нелинейный процесс. Geophys. 16 655–64
8. Froyland G, Padberg K, Англия М Н и Treguier А-М 2007 Обнаружение когерентных океанических структур с помощью операторов передачи Phys. Преподобный Летт. 98 224503
9. Воздействие пластмассового мусора на окружающую среду в морской среде - запутывание, заглатывание, удушье, подвешивание, автостоп и инопланетные вторжения Фила. Интернет-Р. Соц. В 364 2013-25
10. Lebreton L С-М, Greer S. D. И Borrero J С 2012 численное моделирование плавающего мусора в Мировом океане. Март. Загрязнять. Бык. 64 653-61

**METHODOLOGICAL BASIS OF CREATING DESIGNS THAT RESEMBLE NATURAL
ONES FACILITIES AS PART OF WATER PROCESSING SYSTEMS**

Khetsuriani E.¹⁾, Bondarenko V.²⁾, Ilyasov A.³⁾, Semenova E.⁴⁾, Shtavdaker M.⁵⁾

¹⁾ *M.I. Platov South-Russian State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute),
Novocherkassk, Russian Federation; Don state technical University, Rostov-on – Don , goodga@mail.ru*

²⁾ *Novocherkassk Engineering And Land Reclamation Institute Of Don State Agrarian University,
Novocherkassk, Russian Federation, E- mail: nimi.TBiP@yandex.ru*

³⁾ *branch WTL (USA) in Asia, Business Center "Navigator"
Moscow street Innovators d. 7A Corp. 2 T. 99312472210
E- mail: allaberdi_il@mail.ru*

⁴⁾ *North-Caucasus Federal University (Branch in Pyatigorsk)
E- mail: deakann@mail.ru*

⁵⁾ *Novocherkassk Engineering And Land Reclamation Institute Of Don State Grarian University,
Novocherkassk, Russian Federation
E- mail: Shtawkader.marya@yandex.ru*

Annotation. On the basis of the results of the analysis of the functional work of the existing water intake structures of multi-purpose water supply systems (CMV) of urban farms in the Lower reaches of the Don river (from the Tsimlyansk reservoir to the mouth) and the conditions for ensuring the conservation of biodiversity of ichthyofauna and flora in the considered area of the water body, new design solutions of water intake structures in the form of soft surfacing structures (MNC) made of high-strength synthetic fabric materials are proposed. Studies have found that the MNC, as a new type of hydraulic structures in the BBB processes with the natural water environment (PVS) of the water body under different regimes of riverbed flow has high maneuverability in its management with a stable selection of the estimated water flow (Qm³/s), the preservation of biological resources in the water body (up to 95%), a decrease in the receipt of bottom suspended sediments and floating objects in the water intake bucket, as factors ensuring environmental safety (EP).

Key words: basin geosystem, water object, " V. T. K.» , PPTS "PVS.-V. T. K. S. M. V.," the water of the GTS, MNK.

POSTER-PRESENTATIONS

Environmental protection

THE CROSSING OF MEANDERING RIVERS AND TRANSPORT CORRIDORS: A CASE STUDY

Aliyev V.

*AMIR Technical Services LLC
st. R.Behbudov 93/7, Baku, AZ-1022, Azerbaijan
E-mail: prof.vugar.aliyev@gmail.com*

Annotation. In the presented work estimation attempt of riverbed deformations of Kura River from 1967 on 2017, an estimation of extremely possible vertical washout of riverbed and the forecast greatest possible planned riverbed deformations of the river till 2050 is made. The taking into account of riverbed deformations at designing of oil- and gas-pipelines on the rivers will allow to lower considerably quantity of failures and, as consequence, will improve ecological conditions.

Keywords: Kura River, meandering riverbed, critical infrastructure, oil-gas pipelines.

PREAMBLE

Kura River is the main waterway of Southern Caucasus. Along the Kura River passes the main pipelines of Baku-Tbilisi-Djeyhan, Baku-Tbilisi-Supsa, Baku-Tbilisi-Erzerum, etc., international roads and numerous elements of an important critical infrastructure. The transport corridor proceeds in a difficult environment – wetlands and a dense hydrographic system of Azerbaijan and Georgia. On the one hand, numerous transitions of pipelines through water objects promote a material deterioration, on the other hand, deformation of riverbed is washing away coastal constructions, create danger of failures. It defines a research actuality of riverbed deformations through which take place pipelines. Washout of riverbed under the pipeline leads its slacking-off that, subsequently, leads to refusal [1, 2].

GENERAL PART

In the presented work estimation attempt of riverbed deformations of Kura river from 1967 on 2017, an estimation of extremely possible vertical washout of riverbed and the forecast greatest possible planned riverbed deformations of the river till 2050 is made. At designing of transitions of the oil pipeline through the rivers the estimation of size of horizontal and vertical deformations of riverbed is necessary. Comparing the maximum deformations of riverbed of Kura River to other plain rivers, it is possible to draw a conclusion that at the investigated Kura River deformation develops more intensively. It is tied assistance with isolation of high-water bed from a riverbed and high degree of meandering that promotes to strong riverbed erosion [3]. High degree of meandering creates a turbulent stream that during high water seasons, transfers a considerable quantity of solid deposits. The turbulent stream sated with deposits behaves as an emery paper washing away riverbed walls.

CONCLUSIONS

The taking into account of riverbed deformations at designing of oil- and gas-pipelines on the rivers will allow to lower considerably quantity of failures and, as consequence, will improve ecological conditions.

REFERENCES

1. Makhmudov R.N., Aliyev V.A., Akhmedov A.A., Ramazanzade Z.Z. Morphometric and Anthropogenic Factors of Flood Risk in the Lower Kura. // *Water Resources*, 2017, v.44, N 2, pp.192-195. DOI: 10.1134/S0097807817020075
2. Aliyev V., Ganbarov E., Garayeva B., Ramazanli Z., Gafarov E. Reduction of Hazards due to Floods in Lower Kura. // Georgian Water Management Institute, Collected papers N 71, 2016, pp.9-11. (ISSN 1512-2344).
3. Mahmudov R.N., Aliyev V.A., Abduragimov S.G. The Isolation of the Riverbed from Floodplain in the Lower Kura and its Consequences. // *Russian Meteorology and Hydrology*, 2015, v.40, № 2, pp.123-126. DOI: 10.3103/S1068373915020089.

PHYTOREMEDIATION POTENTIAL OF VETIVERIA ZIZANIOIDES AND ORYZA SATIVA TO NITRATE AND ORGANIC SUBSTANCE REMOVAL IN VERTICAL FLOW CONSTRUCTED WETLAND SYSTEMS

**Almeida A.^{1),2)}, Ribeiro C.¹⁾, Carvalho F.^{1),2)}, Durao A.³⁾,
Bugajski P.⁴⁾, Kurek K.⁴⁾, Pochwatka P.⁵⁾, Józwiakowski K.⁵⁾**

¹⁾*Department of Technologies and Applied Sciences,
Polytechnic Institute of Beja*

Beja, Portugal

²⁾*FibEnTech – Materiais Fibrosos e Tecnologias Ambientais
Covilhã, Portugal*

³⁾*Department of Engineering, Polytechnic Institute of Beja
Beja, Portugal*

⁴⁾*Department of Sanitary Engineering and Water Management,
University of Agriculture in Kraków
Kraków, Poland*

⁵⁾*Department of Environmental Engineering and Geodesy,
University of Life Sciences in Lublin
Lublin, Poland*

E-mail: krzysztof.jozwiakowski@up.lublin.pl

Keywords: constructed wetland; vertical flow; nitrate nitrogen; COD; *Vetiveria zizanioides*; *Oryza sativa*.

Several nitrogen-containing compounds, such as nitrate, after nitrite and ammonium, have been found as common pollutants in drinking water and various wastewaters. Especially nitrate causes several problems, such as: eutrophication and diseases, for example, cyanosis and **esophagus** cancer (Oztürk and Bektas, 2004). Constructed wetlands can be an alternative for nitrate removal from water and wastewater, through the mechanisms of microbial denitrification and direct uptake by plants and microbes (Lin et al., 2008).

The work aimed to determine the potential of phytoremediation of *Vetiveria zizanioides* and *Oryza sativa* to nitrate (NO₃⁻-N) and organic matter (COD) removal in vertical subsurface flow constructed wetland systems (VFCWs). The tests were carried out in models of 2 beds with a surface of 0.24 m² and depth 0.70 m each at various hydraulic loads (H_L) and COD constant in influent wastewater. The VFCW-1 bed was planted with the *Vetiveria zizanioides* and the VFCW-2 bed with the *Oryza sativa*. In this experimental study, *Vetiveria zizanioides* was selected due to some shreds of evidence; for instance, this plant has been used successfully in wastewater VFCW treatment. Additionally, *Vetiveria zizanioides* presents a great ability to remove total nitrogen, ammonium and nitrate (Kantawanichkul et al., 1999; Almeida, 2012; Kantawanichkul and Duangjaisak, 2011; Almeida et al., 2008). *Oryza Sativa* was selected for this study because is a very abundant plant in Portugal, and was also used by Kantawanichkul and Duangjaisak (2011) and Ying-Hua et al. (2006) to treat domestic wastewater in VFCWs, obtaining high removal efficiencies.

During the 22 weeks of research, the hydraulic load of the analyzed beds was: $H_{L1} = 148 \text{ dm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$, $H_{L2} = 239 \text{ dm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$, $H_{L3} = 350 \text{ dm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$, $H_{L4} = 473 \text{ dm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$. The VFCWs were fed from two reservoirs, one with mineral medium and nitrate, and the other one with fructose as organic matter. Based on the conducted tests, it was found that in both analyzed systems (VFCW-1 and VFCW-2) the highest NO_3^- -N removal rate was found under H_{L2} – the median is 59 and 42% respectively. The most effective removal of COD in the VFCW-1 system was obtained at an H_{L2} – 55%, while in the system VFCW-2 at an H_{L1} – 43%. Additionally, during the whole study period, all plants grew very well, without obvious symptoms of toxicity signals, such as chlorosis, leaf curl, early senescence stages and deficit of nutrients. However, the height reached by the plants was different, being higher in *Vetiveria zizanioides* than in *Oryza Sativa*, presenting a maximum of $130 \pm 9 \text{ cm}$ and $63 \pm 7 \text{ cm}$ respectively.

The research shows that the low H_L and high COD/ NO_3^- -N ratio ensures good effects of nitrate and organic matter removal in VF type constructed wetland systems. It has been shown that the analyzed plants, especially *Vetiveria zizanioides* have good phytoremediation potential in the field of nitrate nitrogen and organic substance removal and can be recommended for use on a full scale of technology.

REFERENCE

1. Oztürk, N., Bektas, T., Nitrate removal from aqueous solution by adsorption onto various materials. Jour. Hazard Mater. B 112, 2004, 155–162.
2. Lin, Y., Jing, S., Lee, D., Chang, Y., Shih, K., Nitrate removal from groundwater using constructed wetlands under various hydraulic loading rates. Bioresour. Technol. 99 (16), 2008, 7504-7513.
3. Kantawanichkul, S., Pilaila, S., Tanapiyanich, W., Tikampornpittaya, W., Kamkrua, S., Wastewater treatment by plants in vertical - flow constructed wetlands. Wat. Sci. Tech. 40 (3), 1999, 173-178.
4. Almeida, M.A.A., Remoção de compostos de azoto em efluente de suinicultura por recurso à fitoremediação. Ph.D. thesis in Environ. Eng., IST, Technical University of Lisbon, Lisbon, 2012 (in Portugal).
5. Kantawanichkul, S., Duangjaisak, W., Domestic wastewater treatment by constructed wetland planted with rice. Wat. Sci. Tech. 64 (12), 2011, 2376-2380.
6. Almeida, M.A., Fernandes, R.M., Davies, L.C., Novais, J.M., Martins-Dias, S., Swine wastewater nitrification and denitrification in a Vertical Flow Constructed Wetland planted with *Vetiveria zizanioides*. In: The 11th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control. Indore, India, 2008, 93-98.
7. Ying-Hua, D., Ya-Li, Z., Qi-Rong, S., Song-Wei, W., 2006. Nitrate effect on rice growth and nitrogen absorption and assimilation at different growth stages. Pedosphere, 16 (6), 2006, 707-717.

APPLICATION OF CONSTRUCTED WETLANDS FOR DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT IN POLAND

Józwiakowska K.

Warsaw University of Life Sciences

Nowoursynowska St. 161/33, 02-787 Warszawa, Poland

E-mail: karolina.jozwiakowska@tlen.pl

Keywords: wastewater treatment, constructed wetland system, hybrid system, efficiency, pollution removal.

Constructed wetland systems (CWs) have been used for wastewater treatment for more than 60 years worldwide (Vymazal 2010; 2011). In Poland these systems have been applied for over 30 years (Gajewska and Obarska-Pempkowiak 2009). Constructed wetland systems involve the use of pollutants sorption processes, chemical redox reactions and some biological activity of selected plants that inhabit the marsh ecosystems (Brix 1987).

The aim of this paper is to present experiences in application of constructed wetlands for domestic wastewater treatment in Poland.

There are some aspects that should be taken into account while choosing an appropriate method of wastewater treatment. One of the most important aspects regarding the selection of technologies for small wastewater treatment plants, developed by Mucha and Mikosz (2009), should be the ecological criterion – the effectiveness of wastewater treatment. Other criteria include the following: environmental criteria (effect on the natural environment and aesthetics); technical criteria (ease of operation, maintenance and modern solutions); economic criteria (costs of investment and operation); reliability criterion (reliability of operation).

The first researcher who worked on artificial ground and plant systems was Käthe Seidel from the Max Plack Institute in Plön and it was in early 1950s. In one of her works Seidel presented multi-stage systems with horizontal and vertical flow in which she used gravel as the filtration material. The first VF bed was planted with *Phragmites australis* and the second HF bed with *Typha latifolia* (Seidel 1965). Another type of ground and plant systems was researched in 1960s by Reinhold Kickuth from the University of Göttingen. This method was called „Root Zone Method-RZM”, the beds were filled with material rich in clay and planted only with *Phragmites australis* (Kickuth 1969).

Pollution removal in CWs occurs due to the functioning of a biofilm which is formed during the flow of wastewater through the bed. Plants play an auxiliary role in the sewage treatment process. In the rhizosphere (around plant roots) oxygen is produced, while other parts of the bed are anaerobic zone and they are poorly oxygenated (Brix 1987).

On the basis of the literature data it has been shown that CWs are still not so commonly used but should be definitely applied on a larger scale because of a huge efficiency and reliability of their operation (Józwiakowski et al 2019). The literature data shows that there are many different types of constructed wetlands and an innovation is a hybrid system which consists of at least two beds with subsurface sewage flow, which provides the best purification effects.

In years 1992-2016 in southeastern Poland (area of Lublin Voivodeship) 16 constructed wetland treatment plants (one-stage and hybrid ones) have been build and tested by Józwiakowski et al. (2019). These systems are used especially for domestic wastewater treatment.

The research has shown that in hybrid constructed wetlands the level of organic pollutants and phosphorus decreased by more than 90%, moreover about 60% of nitrogen can be in these systems removed. The statistical analysis revealed that hybrid CWs of the VF-HF type are characterized by very high - about 99% reliability of operation. Lower reliability was achieved in the one-stage CWs, especially of the VF type (Józwiakowski et al. 2019).

Constructed wetland systems can be used with great success on rural areas, especially in protected areas and valuable landscapes. Hybrid constructed wetlands not only resolve ecological problems about wastewater management but can also provide landscape and educational profits because of their interesting shapes.

REFERENCES

1. Vymazal J., 2010. Constructed Wetlands for Wastewater Treatment. *Water* 2 (3), 530-549.
2. Vymazal J., 2011. Constructed Wetlands for Wastewater Treatment: Five Decades of Experience. *Environ. Sci. Technol.* 45, 61–69.
3. Gajewska M., Obarska-Pempkowiak H. 2009. 20 Years of experience of hybrid constructed wetlands exploitation in Poland. *Rocz. Ochr. Sr.* 11, 875-888 (in Polish).
4. Brix H. 1987. Treatment of wastewater in the rhizosphere of wetland plants - the root – zone method. *Water Science Technology.* vol. 19, 107-118.
5. Mucha Z., Mikosz J. 2009. Rational application of small wastewater treatment plants according to sustainability criteria, *Czasopismo Techniczne. Środowisko*, 106 (2), 91–100 (in Polish).
6. Seidel K. 1965. Neue Wege zur Grundwasseranreicherung in Krefeld, vol. II. Hydrobotanische Reinigungsmethode. *GWF Wasser/Abwasser*, 831–833.
7. Kickuth, R. 1969. Höhere Wasserpflanzen und Gewässerreinigung. *Schriftenreihe der Vereinigung Deutscher Gewässerschutz EV-VDG* 19, 3–14.
8. Józwiakowski K., Marzec M., Kowalczyk-Juśko A., Gizińska-Górna M., Pytka-Woszczyło A., Malik A., Listosz A., Gajewska M. 2019. 25 years of research and experiences about the application of constructed wetlands in southeastern Poland. *Ecological Engineering* vol. 127, 440-453.

RELIABILITY INDICATORS FOR POLLUTANT REMOVAL IN ONE-STAGE CONSTRUCTED WETLAND WITH HORIZONTAL FLOW IN DIFFERENT SEASONS

Józwiakowski K.^{1)*}, Bugajski P.²⁾, Kurek K.²⁾, Cáceres R.³⁾, Siwiec T.⁴⁾

¹⁾Department of Environmental Engineering and Geodesy, University of Life Sciences in Lublin
Leszczyńskiego St. 7, 20-069, Lublin, Poland

²⁾Department of Sanitary Engineering and Water Management, University of Agriculture in Kraków
Al. Mickiewicza St. 24/28 30-059 Kraków, Poland

³⁾GIRO, Institute of Research and Technology, Food and Agriculture (IRTA)
Torre Marimon Center, E-08140, Caldes de Montbui, Barcelona, Catalonia, Spain

⁴⁾Department of Civil Engineering, Warsaw University of Life Sciences
Nowoursynowska St. 166, 02-787 Warszawa, Poland

E-mail: krzysztof.jozwiakowski@up.lublin.pl

Keywords: reliability indicators; Weibull reliability method, pollutions removal; wastewater treatment; one-stage constructed wetland.

In recent years, for the treatment of small amounts of wastewater, more and more often constructed wetland systems (CWs) are used, which are easy to use and have an aesthetic appearance, and at the same time they ensure quite effective removal of pollutants. Józwiakowski et al. (2015) proved that the usage of these systems is consistent with the principles of sustainable development. The literature suggests that CWs can purify various types of wastewater and are used in various climate conditions (Vymazal 2009).

The paper specifies the technological reliability indicators of the removal of organic and biogenic pollutions in a one-stage constructed wetland (CW) wastewater treatment plant with horizontal flow. In the above-mentioned system, willow (*Salix Viminalis* L.) was planted; the CW treated domestic wastewater, being the average flow rate 1.2 m³/d. The analyzed system is located in south-eastern Poland, where the climate is temperate transitional. The tests were carried out during the 14-year exploitation of the sewage treatment plant (1997-2010). During this period, sewage samples were collected in 4 seasons (winter - February, spring - may, summer – August and autumn - November) to be analyzed. The average long-term air temperatures in these months were: -1.8; 13.8; 18.3 and 3,5 °C. Altogether 56 series of analyzes were carried out during the research and 112 samples of the sewage, both from the inflow and the outflow of the wastewater treatment plant, were collected. The measured parameters were: BOD₅, COD, total nitrogen, total phosphorus. On the grounds of the reliability analysis performed on the basis of the Weibull probability model, it was found that the reliability indicators of pollutions removal in the tested constructed wetland system are higher in summer and autumn (August, November) than in winter and in spring (February, May). It was shown that exceedance of the admissible values of pollutant indicators in treated wastewater is dependent on the season (air temperature) and it occurred mainly in the winter period (February). It was proved that the tested CW does not provide effective elimination of biogenic indicators (nitrogen and phosphorus), as evidenced by small values of reliability indicators. To increase the technological reliability of the tested treatment plant, it is proposed to expand the existing system and create a hybrid system consisting of two beds with vertical and horizontal flow and a special P-filter.

REFERENCES

1. Vymazal, J., 2009. The use constructed wetlands with horizontal sub-surface flow for various types of wastewater, *Ecol. Eng.* 35, 1-17.
2. Józwiakowski, K., Mucha, Z., Generowicz, A., Baran, S., Bielińska, J., Wójcik, W., 2015. The use of multi-criteria analysis for selection of technology for a household WWTP compatible with sustainable development. *Archiv. Environ. Protec.*, 41 (3), 76–82.

NATURAL INSPECTIONS OF THE CONDITION OF THE WATER ECONOMY SYSTEM OF THE KURA-ARAS PLAIN

Magerramova S.

Department of Land Reclamation and Hydroeconomic Construction

Azerbaijan University of Architecture and Construction

St. Ayna Sultanova 5, Baku AZ 1073, Azerbaijan

E-mail: prof.vugar.aliyev@gmail.com

Annotation. The article is devoted to a field study of hydraulic structures and water facilities of the Kura-Aras plain. The deformations and damage of individual elements of the system are identified and the reasons for the reduction in channel capacity are established. Based on the analysis, the main groups of factors that reduce the carrying capacity of the Kura-Aras water system are formulated.

Keywords: water economy, Kura-Aras plain, water management, hydraulic system.

PREAMBLE

The Kura-Aras plain is sometimes called lowland or depression. As shown on the map, it begins with the lower reach of the Mingechaur dam, left and right limited to the hills of the Greater and Lesser Caucasus and extends to the Caspian Sea [1, 2].



GENERAL PART

We carried out field surveys of the water management system of the Kura-Aras plain, which was mainly built in the Soviet years. As a result of the survey, significant deformations and damage to the upper pool of the water-engineering system and the intake structure of the Upper Garabakh canal were revealed; mechanical equipment on the water intake structure requires complete replacement; the concrete

lining is in satisfactory condition with the exception of certain sections; reduced throughput capacity of outlets, etc.

The water system consists of a number of interrelated elements, the disruption of which leads to cascading damage to the entire system. In addition, assessing the reliability of the water system is a difficult task due to the large number of factors affecting the state of hydraulic structures located on it.

The main two causes of accidents of water management systems are technical failure of the water intake system and connecting the inter-farm canals system.

The technical failure of the intake of water-engineering system and connecting the system of inter-farm canals in the Kura-Aras plain largely depend on the following factors:

- construction design errors;
- design without taking into account natural and climatic conditions;
- construction work with a deviation from the project;
- errors in violation of the operating mode of the water intake hydraulic system and connecting the system of inter-farm canals;
- floods, mudflows and other natural disasters.

Knowing the scenarios of the emergency state of the water management system, in general, it is necessary to build a tree of failures and malfunctions for hydraulic structures included in the water intake unit, as well as for connecting the system of inter-farm canals and structures on it.

Based on the tree of failures and malfunctions, reflecting appropriately the logical-probabilistic relations between the initial failures and the causes of their occurrence, make it possible to identify factors that reduce the reliability of hydraulic structures of water management systems. Consider the construction of a tree of failures and faults, on the example of a spillway dam accident.

This shows that the factors that initially reduce the reliability of the spillway dam (barrage) are:

- errors in the determination of the physical-mechanical properties of base soils;
- poor preparation and lack of filtering measures at the base;
- wrong constructive decisions;
- non-compliance with the technology of production work;
- seismic and hydrological impacts.

CONCLUSIONS

Thus, after analyzing all the factors that reduce the reliability of hydraulic structures of the water systems of the Kura-Aras plain, they can be formed into the following groups:

- natural factors;
- design and survey factors;
- construction and technological factors;
- operational factors.

REFERENCES

1. Aliyev V., Ganbarov E., Garayeva B., Ramazanli Z., Gafarov E. Reduction of Hazards due to Floods in Lower Kura. // Georgian Water Management Institute, Collected papers N 71, 2016, pp.9-11.
2. Makhmudov R.N., Aliyev V.A., Akhmedov A.A., Ramazanzade Z.Z. Morphometric and Anthropogenic Factors of Flood Risk in the Lower Kura. // Water Resources, 2017, v.44, N 2, pp.192-195. ISSN 0097-8078. DOI: 10.1134/S0097807817020075.

OPTIMIZATION OF TRANSPORT WORKS IN THE ASPECT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION

Misztal W., Marczuk A.

*Department of Agricultural, Forestry and Transport Machines,
University of Life Sciences in Lublin
13 Akademicka Street, 20-950 Lublin, Poland
E-mail: wojciech.misztal@up.lublin.pl*

Keywords: optimization, environmental protection, vehicle routing problem.

Transport has a significant negative impact on the natural environment. The source of this impact is both the means of transport and the infrastructure they use (at every stage from the creation to the so-called end of life). An important source of pollution are means of transport during their exploitation, because they are responsible for the emission of SO₂, NO_x, CO, NH₃, non-methane volatile organic compounds, dusts, heavy metals, or persistent organic pollutants [1, 2, 3].

There are a number of ways to limit the negative impact of transport on the natural environment, they include optimization of vehicle construction solutions, use of alternative fuels and drive systems. However, usually solutions of this kind are highly expensive. Also they are not yet sufficiently widespread. These limitations make such solutions available only for a small group of entities. In the case of the predominant number of enterprises (mainly small and medium ones, developing ones or struggling with strong competition), these solutions are too expensive [4, 5]. One of the solutions that can be applied, available to every enterprise, bringing significant benefits and does not require any financial outlays, is the optimization of the work of means of transport.

The study aimed at finding a method that ensures the possibility of optimizing routes and the amount of transport means involved in the implementation of the transport task, leading to a reduction in the amount of fuel consumed and, as a consequence, the negative impact of transport on the natural environment. In the paper, transportation issue, fitting in the specificity of the so called vehicle routing problem with a heterogeneous unlimited fleet of vehicles were considered. The problem is aimed at determining a set of optimized (according to the assumed criteria) routes servicing a certain group of differentiated in terms of location clients and satisfying the imposed restrictions [6, 7, 8, 9, 10, 11].

The study uses a variant of iterable local search with variable neighborhood structures. This method is an effective approach, characterized by good quality of returned solutions. It assumes limiting the considered solution space to a subset determined by the local optimum of the selected optimization algorithm [7, 8, 9, 11, 12, 13]. This is achieved by repeatedly calling the local search procedure for a set of solutions obtained in the process of disrupting previously visited locally optimal solutions. The proceeding uses a diverse, randomly chosen inter- and intra-route neighborhood structures, selected on the basis of the results of the analyzes carried out. In the group of inter-route structures, the following algorithms were included: *Shift (2-0)*, *Swap (2-1)*, *iCross-Exchange*, while in the group of intra-route *2-opt*, *Or-opt3* and *Exchange*. The generation of initial solutions was entrusted to an algorithm that uses randomly selected during each iteration the insertion strategy (*Sequential Insertion Strategy* or *Parallel Insertion Strategy*) and the *Cheapest Feasible Insertion Criterion*. The extension of the subset was achieved by means of disturbing mechanisms in the form of *Multiple-Swap (1-1)* and *Multiple-Shift (1-1)* [9, 10, 14, 15, 16, 17].

In the case of the problem considered during the verification, the presented procedure allowed to shorten the total distance covered by 16%. This allows not only to reduce fuel consumption, but also costs incurred, so it is possible to raise funds for other solutions that reduce the negative impact of transport activities on the environment.

REFERENCES

1. Zielińska E., Lejda K. 2010: Analiza i modelowanie procesów logistycznych w zapleczu technicznym transportu samochodowego w aspekcie problemów ekologicznych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej.
2. Marczuk A., Misztal W., Słowik T., Piekarski W., Bojanowska M., Jackowska I. 2015: Chemiczne uwarunkowania zagospodarowania elementów pojazdów poddanych recyklingowi. *Przemysł Chemiczny*. T. 94, nr 10. 1867-1871.
3. Merkisz-Gurnowska A. 2005: Aspekty rozwoju recyklingu w Polsce, Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Poznań.
4. Szumaska E., Senderek-Matysiak E., Pawełczyk M. 2018: Porównanie kosztów cyklu życia autobusów miejskich z napędami konwencjonalnymi i alternatywnymi. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport*. Z. 120.
5. Gromulski R., Lozia Z. 2017: Porównanie samochodów hybrydowych z samochodami z silnikami spalinowymi z uwzględnieniem sytuacji na polskim rynku motoryzacyjnym. *Autobusy - Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe*. Nr 7-8.
6. Lourenço H. R., Martin O. C., Stützle T. 2003: Iterated local search. *Handbook of Metaheuristics*. Kluwer Academic. Dordrecht.
7. Penna H. V. P., Subramanian A., Ochi L. S. 2013: An Iterated Local Search heuristic for the Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem. *J. Heuristics* (2013) 19: 201-232.
8. Subramanian A., Drummond L. M. A., Bentes C., Ochi L. S., Farias R. 2010: A parallel heuristic for the Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery. *Computers & Operations Research* 37 (2010) 1899-1911.
9. Toth P., Vigo D. 2014: *Vehicle Routing Problems, Methods and Applications*. Second Edition. Society for Industrial and Applied Mathematics. Philadelphia.
10. Aarts E., Lenstra J.K. 2003: *Local search in combinatorial optimization*. Princeton University Press.
11. Coello C. A. 2011: *Learning and Intelligent Optimization*. 5th international Conference. Lion 5 Rome. Italy.
12. Kara B., Sabuncuoglu I., Bidanda B. 2014: *Global Logistics Management*. CRC Press.
13. Pop P. C., Fuksz L., Marc A.H. 2014: A Variable Neighborhood Search Approach for Solving the Generalized Vehicle Routing Problem. *Hybrid Artificial Intelligence Systems*. 9th International Conference. Salamanca. Springer.
14. Labadie N., Prins Ch., Prodhon C. 2016: *Metaheuristics for Vehicle Routing Problems*. Pub. Wiley-ISTE.
15. Aarts E., Lenstra J.K. 2003: *Local search in combinatorial optimization*. Princeton University Press.
16. Coello C. A. 2011: *Learning and Intelligent Optimization*. 5th International Conference. Lion 5 Rome. Italy.
17. Kara B., Sabuncuoglu I., Bidanda B. 2014: *Global Logistics Management*. CRC Press.

ავტორთა საძიებელი

აბასოვა ს.	48	ისმაილოვა ლ.	108	ოდილაგაძე თ.	219
აბოლტინსი ა.	19	ისმაილოვა ნ.	48, 108	ოსადრუკსი ვ.	19
აღიევი ვ.	323	ისმაილოვი რ.	112	პეტროსიანი ა.	193
აღმეიდა ა.	325	იტრიაშვილი ლ.	95, 117	პოპოვა ი.	235
არუთუნიანი ა.	193	კასერესი რ.	329	პონვატკა პ.	325
აგაევი ზ.	108	კანდელაკი ნ.	122, 263	რიბეირო ც.	325
აგარზაევა ბ.	44	კარვალიუ ფ.	325	რომაშჩენკო მ.	243
ახმაღოვა ი.	215	კეკელიშვილი ლ.	136	სადიგოვი ტ.	48
ბაბაევა ტ.	25	კეშევა ლ.	130	საიდაკი რ.	243
ბაბაიანი ვ.	28, 33	კენსოშვილი ე.	285	სამხარაძე ვ.	251
ბაიუნცი ა.	293	კიკაბიძე მ.	69	სარკარლი მ.	48
ბაღჯიანი ვ.	28, 33	კიკნაძე ხ.	136	სემიონოვა ე.	315
ბაღჯიანი პ.	33	კრუშკა ლ.	38	სივიეცი ტ.	329
ბერაია ნ.	179	კონდრატიევა ნ.	140	სიდაკი ს.	296
ბზიავა კ.	219	კოპალიანი ზ.	145	სიჭინავა პ.	163
ბილანიშვილი ლ.	95	კუპრეიშვილი შ.	122, 163	სუპატაშვილი თ.	163
ბონდარენკო ე.	315	კურევი კ.	325, 329	ტატარაევი მ.	44
ბუგაისკი პ.	325, 329	ლისი ა.	167, 174	ტაშილოვა ა.	130
გაგუა თ.	163	ლისი პ.	167	ტეუნოვა ნ.	130
გაგარდაშვილი ვ.	210	ლობჟანიძე ზ.	229	ტეჩენკო ტ.	256
გარიბოვა ი.	63	ლორთქიფანიძე ფ.	154, 285	ტოკმაჯიანი ვ.	28, 33
გარიბოვი ი.	48, 108	მაგერამოვა ს.	330	უიმა ა.	174, 263
გასიმოვა ტ.	108	მაისაია ლ.	179	ულევიჩი მ.	278
გაჯიევი ტ.	84	მაკაროვა ლ.	197	უმუდოვი რ.	215
გვიშიანი ზ.	73	მამედოვი ხ.	91	ფანჩულიძე ნ.	229
გიგინეიშვილი დ.	52	მაჟაისკი ი.	197	ფანჩულიძე ჯ.	145, 229
გოჯამანოვი მ.	63	მარკოსიანი ა.	193	ფარაჯევა ლ.	44
გუბელაძე დ.	69	მარჩუკი ა.	332	ფოცხვერია დ.	95, 117
გურგენიძე დ.	73	მატიაში თ.	243	ქრისტესიაშვილი ე.	52
დადიანი ქ.	136	მაჭარაშვილი მ.	229	ქულიევი ა.	84
დიაკონიძე რ.	145	მეიჯორი ი.	183	ქუფარაშვილი ი.	154
დოკუკინი მ.	301	მეიჯორი მ.	188	შაგლაყაძე მ.	179
დუბენოკი ს.	87	მეზონია ნ.	69	შურღაია ვ.	219
დურალ ა.	325	მელკუშიანი ს.	193	შტავდაკერი მ.	315
ეროიანი ე.	293	მიშტალი ვ.	332	ხეცურიანი ე.	315
ვართანოვი მ.	263, 285	მოდებაძე ს.	219	ხმელევესკი რ.	38
ვერანიანი ვ.	293	მსხილაძე ნ.	206	ხარაიშვილი თ.	69
ვოლჩეკი ა.	296	მღებრიშვილი მ.	73, 154	ხოსროშვილი ე.	95, 117
ზაპოროჟჩენკო ე.	301	მუხოლფი პ.	38	ხუჩუნაევი ბ.	130
ზეინალოვი ტ.	311	ნათიშვილი თ.	210	ჯავახიშვილი მ.	52
ილისოვი ა.	315	ნანიტაშვილი მ.	73	ჯოშვიაკოვსკა კ.	327
იმანოვი ფ.	91	ნატროშვილი ვ.	95, 117	ჯოშვიაკოვსკი კ.	325, 329
იორდანიშვილი ი.	95, 263	ნიბლაძე ნ.	136	ჰერტმანი ლ.	87
იორდანიშვილი კ.	95, 263	ნოვრუხოვა კ.	84	ჰუსეინზადე ფ.	215
ირემაშვილი ი.	95, 117, 263	ნურიევი ე.	215		
ისლამოვი ს.	112	ნურიჯანიანი ს.	293		

AUTHOR INDEX

Abbasova S.	48	Islamov S.	112	Muzolf P.	38
Aboltins A.	19	Ismailova L.	108	Nanitashvili M.	73
Agarzayeva B.	44	Ismailova N.	48, 108	Natishvili O.	210
Agayev Z.	108	Ismayilov R.	112	Natroshevili G.	95, 117
Ahmadova I.,	215	Itriashvili L.	95, 117	Nibladze N.	136
Aliyev V.	323	Javakhishvili M.	52	Novruzova K.	84
Almeida A.	325	Jóźwiakowska K.	327	Nuriev E.	215
Babaeva T.	25	Jóźwiakowski K.	325, 329	Nurijanyan S.	293
Babayán G.	28, 33	Kandelaki N.	122, 263	Odilavadze T.	219
Baljyan P.	28	Kechkoshvili E.	285	Osadcuks V.	19
Baljyan V.	28, 33	Kekelishvili L.	136	Panchulidze J.	145, 229
Bayunts H.	293	Kesheva L.	130	Petrosyan H.	193
Beraia N.	179	Kharaishvili O.	69	Pochwatka P.	325
Bilanishvili L.	95	Khetsuriani E.	315	Popova I.	235
Bondarenko V.	315	Khosroshvili E.	95, 117	Potskhveria D.	95, 117
Bugajski P.	325, 329	Khuchunaev B.	130	Quliyev A.	84
Bziava K.	219	Kikabidze M.	69	Ribeiro C.	325
Cáceres R.	329	Kiknadze Kh.	136	Romashchenko M.	243
Carvalho F.	325	Kondratieva N.	140	Sadiqov T.	48
Chmielewski R.	38	Kopaliani Z.	145	Samkharadze V.	251
Dadiani K.	136	Kristesiashvili E.	52	Sarkarli M.	48
Diakonidze R.	145	Kruszka L.	38	Saydak R.	243
Dokukin M.	301	Kuparashvili I.	154	Semenova E.	315
Dubenok S.	87	Kupreishvili Sh.	122, 163	Shavlakadze M.	179
Durao A.	325	Kurek K.	325, 329	Shtavdaker M.	315
Fanchulidze N.	229	Lis A.	167, 174	Shurgaia V.	219
Faradjeva L.	44	Lis P.	167	Sichinava P.	163
Gagua O.	163	lobzhanidze Z.,	229	Sidak S.	296
Garibov Y.	48, 108	Lortkipanidze F.	154, 285	Siwec T.	329
Garibova I.	63	Macharashvili M.	229	Supatashvili T.	163
Gasimova T.	108	Magerramova S.	330	Tashilova A.	130
Gavardashvili G.	210	Maisaia L.	179	Tatarayev M.	44
Gigineishvili D.	52	Major I.	183	Teunova N.	130
Gojamanov M.	63	Major M.	188	Tkachenko T.	256
Gubeladze D.	69	Makarova L.	197	Tokmajyan V.	28, 33
Gurgenidze D.	73	Mammadov Kh.	91	Ujma A.	174, 263
Gvishiani Z.	73	Marczuk A.	332	Ulewicz M.	278
Hajiyev T.	84	Markosyan A.	193	Umudov R.,	215
Harutyunyan A.	193	Matyash T.	243	Vartanov M.	263, 285
Hertman L.	87	Mazhayskiy Yu.	197	Veranyan G.	293
Huseynzade F.	215	Mebonia N.	69	Volchek A.	296
Ilyasov A.	315	Melkumyan S.	193	Yeroyan Ye.	293
Imanov F.	91	Misztal W.	332	Zaporozhchenko E.	301
Iordanishvili I.	95, 263	Mgebrishvili M.	73, 154	Zeinalov T.	311
Iordanishvili K.	95, 263	Modebadze S.	219		
Iremashvili I.	95, 117, 263	Mskhiladze N.	206		

ს ა რ ჩ ე ვ ი

	გვ.
კონფერენციის შესახებ	3
ინსტიტუტი – 90 (აკადემიკოსი არჩილ ფრანგიშვილი).....	5
ინსტიტუტი – 90 (ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გივი გაგარდაშვილი)	9
ოთარ ნათიშვილი – 90	16
1. აბოლტინი ა., ოსაღრუკი ვ. თბობადაცემის პრობლემა სხვადასხვა სიმკვრივის სენსორების ტიპის თაბაშირ-მუყაოს პანელებისათვის (ლატვია).....	19
2. ბაბაევა ტ. აზერბაიჯანის რესპუბლიკის სასმელი წყლის უსაფრთხოება (აზერბაიჯანი).....	25
3. ბაღჯიანი ვ., ტოკმაჯიანი ვ., ბაბაიანი გ. არხების ტრანსფორმაციის უსაქლო საზღვრები (მთიანი ყარაბაღის რესპუბლიკა; სომხეთი).....	28
4. ბაღჯიანი პ., ტოკმაჯიანი ვ., ბაღჯიანი ვ., ბაბაიანი გ. მდ. რიონის სათავაშო დანალექის ბავრცელების უსახებ (მთიანი ყარაბაღის რესპუბლიკა; სომხეთი).....	33
5. გარიბოვი ი., ისმაილოვა ნ., სადიგოვი ტ., აბასოვა ს., სარკარლი მ. მცირე კავკასიის ჩრდილო-აღმოსავლეთ უბრღობის საძოვრებისა და რეკრეაციული ლანდშაფტების ანთროპოგენური დატვირთვის ოპტიმიზაცია (აზერბაიჯანი)	48
6. გაჯიევი ტ., ნოფრუხოვა კ., ქულიევი ა. აზერბაიჯანის მთის ქავისუბრი ტყის ნიადაგების მორფოგენეტიკურ თვისებებზე ეროზიული პროცესების ბავლენა ბაღაბის რეგიონის მაბალითზე (აზერბაიჯანი).....	84
7. გვიშიანი ზ., ნანიტაშვილი მ., გურგენიძე დ., მღებრიშვილი მ. ღვარცოფული ნარევის რეოლოგიური მახასიათებლების ბანსაზღვრის საკითხი (საქართველო).....	73
8. გიგინეიშვილი დ., ჯავახიშვილი მ., ქრისტესაშვილი ე. კომპიუტერული მოდელირების ბავლენა ქ. ბათუმში მშენებარე სასტუმრო “ჰილტონის” კონსტრუქციულ და არქიტექტურულ ბაღაწყვეტაზე პრობრამული კომპლექსის “ღირა საპრის” ბამოქმენებით (საქართველო)	52
9. გოჯამანოვი მ., გარიბოვა ი. ბუნების დაცვის რეკების თეორიული და მეთოდოლოგიური საუშოვლები (აზერბაიჯანი).....	63
10. გუბელაძე დ., ხარაიშვილი ო., მეზონია ნ., კიკაბიძე მ. წყლისმიერი ეროზიული პროცესების უმოქმედება, ტყის რესურსებისა და სასოფლო-სამუშრნეო სავარბულების დაცვა (საქართველო)	69
11. ვართანოვი მ., კენხოშვილი ე., ლორთქიფანიძე ფ. სარწყავი წყლის მიწოდების ბაბარბრების მეთოდური მიღბომა (საქართველო)	285
12. ვერანიანი გ., ეროიანი ე., ნურიჯანიანი ს., ბაიუნცი ა. მაღალმთიან პირობებში მორწყვის ენერბის დავობის სისტემები (მთიანი ყარაბაღის რესპუბლიკა, სომხეთი).....	293
13. ვოლჩევი ა., სიდაკი ს. ჰიდროლოგიური დავბრვების სერიებში ჩავარდნების აღღენის უსახებ (ბელარუსია).....	296

14. ზაპოროჟჩენკო ე., დოკუკინი მ. ქაბარდო-ბალქარეთის რესპუბლიკაში (რუსეთი) მდ. ბიჰბიტოჟი კულსაცავი და მისი პრობლემები (რუსეთი).....	301
15. ზეინალოვი ტ. გვალვა და მისი შერბილებისათვის მცენიერულად დასაბუთებული ტექნოლოგია (აზერბაიჯანი).....	311
16. იმანოვი ფ., მამედოვი ხ. მინერალური წყალსაცავის ქვემო ბიეჟში მდინარე მტკვრის წლიური ჩამონადენის ცვლილებები (აზერბაიჯანი).....	91
17. იორდანიშვილი ი., ირემაშვილი ი., იტრიაშვილი ლ., იორდანიშვილი კ., ნატროშვილი გ., ხოსროშვილი ე., ფოცხვერია დ., ბილანიშვილი ლ. საქართველოს ძირითადი წყალსაცავების წყლის ხარისხის ანალიზი (საქართველო)	95
18. ისმაილოვა ნ., გარიბოვი ი., აგაევი ზ., ისმაილოვა ლ., გასიმოვა ტ. მცირე კავკასიონის მთისწინეთის დაბლობების აბრორიზაციული ლანდშაფტების შეფასება რენტგენოლოგიკური მეთოდით (აზერბაიჯანი).....	108
19. ისმაილოვი რ., ისლამოვი ს. მდინარის ალბენის კონცეფცია: მდ. ბანჯანის თემატური კვლევების მიხედვით (აზერბაიჯანი).....	112
20. იტრიაშვილი ლ., ირემაშვილი ი., ხოსროშვილი ე., ნატროშვილი გ., ფოცხვერია დ. მძიმე ჰარბტენიან ნიადაგებზე მელიორაციული ღონისძიებების უწყვეტობის საინჟინერო-მელიორაციული შეფასება (საქართველო).....	117
21. კანდელაკი ნ., კუპრეიშვილი შ. სელიმენტაციური პროცესების განვითარების საწინააღმდეგო ღონისძიებები მთის წყალსაცავებში (საქართველო).....	122
22. კიკნაძე ს., დადიანი ქ., კეკელიშვილი ლ., ნიბლაძე ნ. ღვარცოფსადინართა კალაპოტის მორფომეტრიული მახასიათებლის შესწავლა (საქართველო).....	136
23. კონდრატიევა ნ. ჩინეთის რესპუბლიკის ტერიტორიაზე (აღმოსავლეთ კავკასია) ღვარცოფების ფორმირებისა და გავრცელების პირობები (რუსეთი).....	140
24. კობალიანი ზ., დიაკონიძე რ., ფანჭულიძე ჯ. კალაპოტური პროცესების მახასიათებლების გაანალიზების თეორიებისა და მეთოდების განვითარების პრობლემების კვლევა (რუსეთი, საქართველო).....	145
25. კუპრეიშვილი შ., სიჭინავა პ., სუბატაშვილი თ., გაგუა ო. კოლხეთის დაბლობზე წყლის ბალანსის ძირითადი ელემენტების გამოკვლევა (საქართველო).....	163
26. ლისი ა., ლისი პ. სითბოს მოხმარების განმსაზღვრელები საბანანათლებლო შენობებში (პოლონეთი).....	167
27. ლისი ა., უიმა ა. ატმოსფეროში გაფრქვეული ნაწილაკების ზღვარის შეფასება, როგორც მშენებლობის თერმული მოდერნიზაციის შედეგი (პოლონეთი).....	174
28. მაისაია ლ., ბერაია ნ., შავლაყაძე მ. ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაბეზობების ტიპები და მათი კონსტრუქციების შერჩევა (საქართველო).....	179
29. მაჟაისკი ი., მაკაროვა ლ. რუსეთის ტორფისებური ჯაობების ალბენის სტრატეგიის დამუშავება ხანძრების აცილებისა და კლიმატის ცვლილებების შერბილების მიზნით ტორფიანი ჯაობებისა და ტორფის საბალონების ანთროპოგენული ცვლილებების ბის-კარტოგრაფიის საფუძველზე (რუსეთი).....	197

30. მარკოსიანი ა., მეღკუმიანი ს., არუთუნიანი ა., პეტროსიანი ა. ეკონომიკური ბერკეტები წყლის მოხმარებისა და ბარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების მსნამცირებლად (მთიანი ყარაბაღის რესპუბლიკა, სომხეთი).....	193
31. მეიჯორი ი. წყალდიდობის რისკების ფონზე ნოვი სონწში მდ. კამიენიკას ნაპირების აღდგენა (პოლონეთი).....	183
32. მეიჯორი მ. პოლონეთში ნიმიციას უმსხვილესი მიწის კაშხალი ცენტრალური თიხის ბირთვით (პოლონეთი).....	188
33. მსხილაძე ნ. მზიდკეფლიანი რკინაბეტონის მენობების რმზულირმბადი საპირკველების კონსტრუქციულ-ტიმწრობიურ ბადაწყვეტილება (საქართველო)	206
34. ნათიშვილი თ., გავარდაშვილი გ. ბმული ღვარცოვის ტალღური მოძრაობისას ბანის ნაბმობაზე დინამიკური ზემოქმედების ბანბარიშმბა (საქართველო)	210
35. ნურიევი ე., უმუდოვი რ., ახმადოვა ი., ჰუსეინზადე ფ. აზერბაიჯანის წყლის რმსურსები და მათი სამმურნეო ბამოქმენბა (აზერბაიჯანი).....	215
36. ოდილაგაძე თ., ბზიავა კ., შურღაია ვ., მოღებაძე ს. საკონტროლო ევაკოტრანსპირაციის ბანსაზღვრის მითოღი (საქართველო).....	219
37. პოპოვა ი. ნიაღაბისა და წყლის ბაწმენდა ნავთობკროღუქტებითა და სხვა საშიში ნივთიერებებით დაბინძურებისბან (ბულგარეთი).....	235
38. რომაშჩენკო მ., საიდაკი რ., მატიაში თ. ირიბაციისა და ღრმნაქის ბანვითარმბა რობორც საწუქველი უკრანის მღბრადი სოფლის მმურნეობისა კლიმატის ცვლილების პირობებში (უკრანია).....	243
39. სამხარაძე ვ. ნიაღაბის ეროზიისსაწინააღმდეგო მქმანიზმები და მოწყობილობები (საქართველო).....	251
40. ტკაჩენკო ტ. “მწვანე” სახურავის სტეპურ ფიტოცენოზზე ამინდის ბავლენის მათემატიკური მოღელი (უკრანია)	256
41. უიმა ა., იორდანიშვილი ი., ირემაშვილი ი., ვართანოვი მ., კანდელაკი ნ., იორდანიშვილი კ. კლიმატის ცვლილების პირობებში ბალტიისა და შავი ზღვის აუზების წყლის რმსურსების ხარისხი (პოლონეთი).....	263
42. ულევინი მ. მშენებლობისა და მენობების დემონტაქის ნარჩენების მართვა მღბრადი ბანვითარმბის ევროპული სტრატეგიის ასექტში (პოლონეთი).....	278
43. ფანწულიძე ჯ., ლობჯანიძე ზ., მაჭარაშვილი მ., ფანწულიძე ნ. კოლხეთის დაბლობის თანამედროვე მელიორაციული მღბომარმბა და რეკომენდაციები ოპტიმალური დაშრობითი ღონისძიებების ბანსოტციემებისათვის (საქართველო).....	229
44. ფარაჯევა ლ., აგარზაევა ბ., ტატარაევი მ. კასპის ზღვის ბიორმსურსების სახეობები (აზერბაიჯანი).....	44
45. ქუფარაშვილი ი., ლორთქიფანიძე ფ., მღებრიშვილი მ. მლაშე ნიაღაბების კვლმვა საიმედოობისა და რისკის თეორიის ბათვალისწინებით (საქართველო).....	154

46. ხეცურბანი ე., ბონდარენკო ვ., ილისოვი ა., სემიონოვა ე., შტავდაკერი მ. იწყალბადაგლობი ნაბებობების ექნოლოგიურ კომპლექში ბარემოსდამცავი ბუნებრივი კონსრუქციების შემქმნის მემოური სავუპვლები (რუსეთის უეღერაციი)	315
47. ხმელეესკი რ., კრუშკა ლ., მუხოლოვი პ. სამაცივრე კამერბის მრცულობიი ღატვირთვების შემასება (პოლონეთი).....	38
48. ხუნუნაევი ბ., ტაშილოვა ა., კეშევა ლ., ტუნოვა ნ. ატმოსფერული ჰაერის ეკოლოგიური მღბომარბობის შემასება მცირე ჰესების მშენებლობისას (რუსეთი).....	130
49. ჰერტმანი ლ., ღუბენოვი ს. ბელარუსის მცირე მღინარბების აშუბის თანამეღროვე მღბომარბება ღა კვლევების პერსპექტივები (ბელარუსი).....	87

პოსტერ-პრეზენტაციები

50. ალიევი ვ. კლაკნლი მღინარბებისა ღა სატრანსპორტო ღერეუნების ბაღაკვთა: თემატური კვლევა (ახერბაიჯანი).....	323
51. აღმეიღა ა., რიბეირო ც., კარვალუ ფ., ღურაო ა., ბუგაისკი პ., კურევი კ., პონგატკა პ., ჯოშვიაკოვსკი კ. მცენარბების - ვეტივრია ზიზანოიღესა ღა ორიზა სატივას ვიტოაღბენიიტი პოტენციალი ნიტრატების მიმართ ღა წყალ-ჰაოგური სისტემებიღან ვერტიკალური ნაკალით ორბანული ნივთიერბების მრშორბება (პორტუგალია, პოლონეთი).....	325
52. ჯოშვიაკოვსკა კ. საყოფაცხოვრებო ჩამღინარბე წყლების ბამწმენღი ჰარბტმინანი ტირტიორიების მრწყობა ღა ბამოყენება პოლონეთში (პოლონეთი).....	327
53. ჯოშვიაკოვსკი კ., ბუგაისკი პ., კურევი კ., კასერესი რ., სივიეცი ტ. წლის სხვადასხვა სეზონზე ჰარბტმინანი ტირტიორიებიღან კორიზონტალური ნაკალით ღამაბინეშრბლების მრშორბების საიმეღოობის მარბენებლები (პოლონეთი, ესპანეთი).....	329
54. მაგერამოვა ს. მტკვარი-არაქსის ღაბლობის წყალსამეშრნეო სისტემის წყლის მღბომარბობის ბუნებრივი ბამოკვლევა (ახერბაიჯანი).....	330
55. მიშტალი ვ., მარჩუვი ა. სატრანსპორტო სამუშაოების ოპტიმიზაცია ბარემოს ღაცვის ასპექტში (პოლონეთი)	332
ავტორთა საბიებელი (ქართულ ენაზე)	334
ავტორთა საბიებელი (ინგლისურ ენაზე)	335

**სტატიში მოყვანილი ფაქტებისა და მონაცემების სიზუსტესა და პლაგიატობაზე
პასუხისმგებელია ავტორი**

C O N T E N T S

PP.

About conducted conferences.....	3
INSTITUT - 90 (Academician Archil Prangishvili)	5
INSTITUT - 90 (Doctor of Technical Sciences, Professor Givi Gavardashvili)	9
Otar Natishvili – 90	16
1. Aboltins A., Osadcuks V. HEAT TRANSFER PROBLEM FOR SANDWICH TYPE GYPSUM BOARD PRODUCTS WITH DIFFERENT DENSITIES (Latvia).....	19
2. Babaeva T. SAFETY OF DRINKING WATER OF THE AZERBAIJAN REPUBLIC (Azerbaijan).....	25
3. Baljyan P., Tokmajyan V., Baljyan V. Babayan G. ABOUT THE PROPAGATION OF SEDIMENT AT RION RIVER MOUTH (Republic of Artsakh, Republic of Armenia)	28
4. Baljyan V., Tokmajyan V., Babayan G. POSSIBLE GRADELINES OF CHANNEL TRANSFORMATIONS (Republic of Artsakh, Republic of Armenia)	33
5. Chmielewski R., Kruszka L., Muzolf P. ASSESSMENT OF THE LOAD-BEARING CAPACITY OF THE COLD STORAGE CHAMBERS (Poland).....	38
6. Faradjeva L., Agarzayeva B., Tatarayev M. TYPES OF BIOLOGICAL RESOURCES OF THE CASPIAN SEA (Azerbaijan).....	44
7. Garibov Y., Ismailova N., Sadiqov T., Abbasova S., Sarkarli M. OPTIMIZATION OF ANTHROPOGENIC LOADS IN PASTURE AND RECREATIONAL LANDSCAPES OF THE NORTHEAST SLOPE OF THE LESSER CAUCASUS (Azerbaijan).....	48
8. Gigineishvili D., Javakhishvili M., Kristesiashvili E. INFLUENCE OF COMPUTER MODELING ON CONSTRUCTIVE DECISIONS AND ARCHITECTURE OF THE HOTEL COMPLEX “HILTON” IN BATUMI ON THE BASIS OF APPLICATION OF THE «LIRA SAPR» (Georgia)	52
9. Gojamanov M., Garibova I. THEORETICAL AND METHODOLOGICAL BASES OF NATURE PROTECTION MAPS (Azerbaijan).....	63
10. Gubeladze D., Kharashvili O., Mebonia N., Kikabidze M. IMPACT OF WATER EROSIVE PROCESSES, PROTECTION OF FOREST RESOURCES AND AGRICULTURAL LANDS (Georgia).....	69
11. Gvishiani Z., Nanitashvili M., Gurgenidze D., Mgebrishvili M. ISSUES OF RHEOLOGICAL PARAMETERS OF MUDFLOW MIXTURE (Georgia)	73
12. Hajiyev T., Novruzova K., Quliyev A. THE INFLUENCE OF EROSION PROCESSES ON MORPHOGENETIC PROPERTIES OF MOUNTAIN BROWN FOREST SOILS OF AZERBAIJAN IN THE CASE OF GADABAY REGION (Azerbaijan).....	84
13. Hertman L., Dubenok S. CURRENT STATUS AND PROSPECTS OF RESEARCH IN THE BASINS OF SMALL RIVERS OF BELARUS (Belarus).....	87
14. Imanov F., Mammadov Kh. CHANGES OF ANNUAL RUNOFF OF KURA RIVER DOWNSTREAM OF THE MINGACHEVIR WATER RESERVOIR (Azerbaijan).....	91

15. Iordanishvili I., Iremashvili I., Itriashvili L., Iordanishvili K., Natroshvili, G., Khosroshvili E., Potskhveria D., Bilanishvili L. DYNAMICS OF WATER QUALITY OF MOUNTAIN AND FOOTHILL OF THE RESERVOIRS (Georgia).....	95
16. Ismailova N., Garibov Y., Agayev Z., Ismailova L., Gasimova T. ESTIMATION OF AGROIRRIGATION LANDSCAPES OF FOOTHAFAL PLAINS OF THE SMALL CAUCASUS BY RENTGENODIFRAKTOMETRICAL ANALYSIS (Azerbaijan).....	108
17. Ismayilov R., Islamov S. CONCEPTION OF RIVER RESTORATION: CASE STUDY GANJACHAY RIVER (Azerbaijan).....	112
18. Itriashvili L., Iremashvili I., Khosroshvili E., Natroshvili G., Potskhveria D. ENGINEERING AND AMELIORATIVE ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF LAND RECLAMATION ACTIVITIES ON HEAVY WATER-WET SOILS (Georgia).....	117
19. Kandelaki N., Kupreishvili Sh. DEVELOPMENT OF AGAINST MEASURES SEDIMENTARY PROCESSES IN MOUNTAIN RESERVOIRS (Georgia).....	122
20. Khuchunaev B., Tashilova A., Kesheva L., Teunova N. ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE CONDITION OF THE ATMOSPHERIC AIR DURING THE CONSTRUCTION OF A SMALL HYDROELECTRIC POWER STATION (SHEPS) (Russia).....	130
21. Kiknadze Kh., Dadiani K., Kekelishvili L., Nibladze N. STUDY OF MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF THE MUDSLIDE CANAL RIVER-BED (Georgia).....	136
22. Kondratieva N. CONDITIONS OF FORMATION AND DISTRIBUTION OF MUDFLOWS IN THE TERRITORY OF THE CHECHEN REPUBLIC (EASTERN CAUCASUS) (Russia).....	140
23. Kopaliani Z., Diakonidze R., Panchulidze J. RESEARCH OF THE PROBLEMS OF THE DEVELOPMENT OF THEORY AND METHODS OF CALCULATING THE CHARACTERISTICS OF BED PROCESSES (Russia, Georgia).....	145
24. Kuparashvili I., Lortkipanidze F., Mgebrishvili M. RESEARCH OF SALINE SOILS WITH RELIABILITY AND RISK THEORY (Georgia).....	154
25. Kupreishvili Sh., Sichinava P., Supatashvili T., Gagua O. STUDY OF THE MAJOR COMPONENTS OF WATER BALANCE IN THE KOLKHETI LOWLAND (Georgia).....	163
26. Lis A., Lis P. DETERMINANTS OF HEAT CONSUMPTION IN EDUCATIONAL BUILDINGS (Poland).....	167
27. Lis A., Ujma A. ASSESSMENT OF LIMITATION PARTICULATE MATTER EMISSIONS TO THE ATMOSPHERE AS A RESULT OF BUILDING THERMAL MODERNIZATION (Poland).....	174
28. Maisaia L., Beraia N., Shavlakadze M. PROTECTION OF THE ENVIRONMENT, TYPES OF THE BUILDINGS AGAINST MUDSLIDE AND CHOOSING THEIR CONSTRUCTIONS (Georgia).	179
29. Major I. REVITALIZATION OF THE BANKS OF THE KAMIENICA RIVER IN NOWY SĄCZ IN THE LIGHT OF FLOOD RISKS (Poland).....	183
30. Major M. THE LARGEST EARTH-FILLED DAM IN POLAND WITH A CENTRAL CLAY SEALING: THE NIEDZICA DAM (Poland).....	188

31. Markosyan A., Melkumyan S., Harutyunyan A., Petrosyan H. ECONOMIC LEVERS TO REDUCE WATER CONSUMPTION AND NEGATIVE ENVIRONMENTAL IMPACT (Republic of Artsakh, Republic of Armenia)	193
32. Mazhayskiy Yu., Makarova L. DEVELOPMENT OF A STRATEGY FOR THE RESTORATION OF PEAT BOGS IN RUSSIA IN ORDER TO PREVENT FIRES AND MITIGATE CLIMATE CHANGE BASED ON THE GIS MAPPING OF PEAT BOGS AND ANTHROPOGENICALLY ALTERED PEATLANDS (Russia).....	197
33. Mskhiladze N. TECHNOLOGICAL SOLUTION TO ADJUSTABLE FOUNDATIONS OF MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE BUILDINGS WITH LOAD-BEARING WALLS (Georgia).....	206
34. Natishvili O., Gavardashvili G. CALCULATION OF IMPACT ACTION OF A COHERENT MUDFLOW CURRENT IN THE WAVE MOTION MODE ON A TRANSVERSE STRUCTURE (Georgia).....	210
35. Nuriev E., Umudov R., Ahmadova I., Huseynzade F. AZERBAIJAN’S WATER RESOURCES AND THEIR ECONOMIC USE (Azerbaijan).....	215
36. Odilavadze T., Bziava K., Shurgaia V., Modebadze S. METHOD OF DEFINITION OF A REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION (Georgia).....	219
37. Panchulidze J., Iobzhanidze Z., Macharashvili M., Panchulidze N. MODERN MELIORATION CONDITIONS AND RECOMMENDATIONS OF COLCHIS LOWLAND FOR OPTIMAL IMPLEMENTATION OF DRAINING ACTIVITIES (Georgia).....	229
38. Popova I. TREATMENT OF SOIL AND WATER POLLUTION FROM OIL AND OTHER HARMFUL SUBSTANCES (Bulgaria).....	235
39. Romashchenko M., Saydak R., Matyash T. DEVELOPMENT OF IRRIGATION AND DRAINAGE AS THE BASIS OF SUSTAINABLE AGRICULTURE IN UKRAINE IN CLIMATE CHANGE (Ukraine).....	243
40. Samkharadze V. MECHANISMS AND DEVICES FOR THE PROTECTION OF SOILS FROM WATERY AND WINDY EROSION (Georgia).....	251
41. Tkachenko T. MATHEMATICAL MODEL OF THE INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON THE STEPPE PHYTOCENOSIS OF THE "GREEN" ROOF (Ukraine).....	256
42. Ujma A., Iordanishvili I., Iremashvili I., Vartanov M., Kandelaki N., Iordanishvili K. THE QUALITY OF WATER RESOURCES OF THE BALTIC AND BLACK SEA BASINS IN CONDITIONS OF CLIMATE CHANGES (Poland).....	263
43. Ulewicz M. MANAGEMENT OF CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE (C&D) IN THE ASPECT OF THE EUROPEAN STRATEGY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (Poland)	278
44. Vartanov M., Kechkhoshvili E., Lortkipanidze F. METHODOICAL APPROACH TO CALCULATION OF TARIFFS FOR SUPPLY OF IRRIGATING WATER (Georgia).....	285
45. Veranyan G., Yeroyan Ye., Nurijanyan S., Bayunts H. ABOUT THE ENERGY SAVING SYSTEMS OF IRRIGATION IN HIGHLAND CONDITIONS (Republic of Artsakh, Republic of Armenia)	293

46. Volchek A., Sidak S. TO THE QUESTION OF THE RESTORATION OF PASSES IN HYDROLOGICAL SERIES OF OBSERVATIONS (Belarus).....	296
47. Zaporozhchenko E., Dokukin M. THE TAILINGS DAM ON THE GIZHGIT RIVER IN KABARDINO-BALKARIA (RUSSIA) AND RELATED PROBLEMS (Russia).....	301
48. Zienalov T. DROUGHT AND SCIENCE-BASED TECHNOLOGY FOR ITS MITIGATION (Azerbaijan).....	311
49. Khetsuriani E., Bondarenko V., Ilyasov A., Semenova E., Shtavdaker M. METHODOLOGICAL BASIS OF CREATING DESIGNS THAT RESEMBLE NATURAL ONES FACILITIES AS PART OF WATER PROCESSING SYSTEMS (Russia)	315

Poster presentation

50. Aliyev V. THE CROSSING OF MEANDERING RIVERS AND TRANSPORT CORRIDORS: A CASE STUDY (Azerbaijan).....	323
51. Almeida A., Ribeiro C., Carvalho F., Durao A, Bugajski P., Kurek K., Pochwatka P., Józwiakowski K. PHYTOREMEDIATION POTENTIAL OF VETIVERIA ZIZANIOIDES AND ORYZA SATIVA TO NITRATE AND ORGANIC SUBSTANCE REMOVAL IN VERTICAL FLOW CONSTRUCTED WETLAND SYSTEMS (Portugal, Poland).....	325
52. Józwiakowska K. APPLICATION OF CONSTRUCTED WETLANDS FOR DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT IN POLAND (Poland).....	327
53. Józwiakowski K., Bugajski P., Kurek K., Cáceres R., Siwiec T. RELIABILITY INDICATORS FOR POLLUTANT REMOVAL IN ONE-STAGE CONSTRUCTED WETLAND WITH HORIZONTAL FLOW IN DIFFERENT SEASONS (Poland, Spain).....	329
54. Magerramova S. NATURAL INSPECTIONS OF THE CONDITION OF THE WATER ECONOMY SYSTEM OF THE KURA-ARAS PLAIN (Azerbaijan).....	330
55. Misztal W., Marczuk A. OPTIMIZATION OF TRANSPORT WORKS IN THE ASPECT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION (Poland).....	332
Authors index (in Georgian)	334
Authors index (in English)	335

**THE AUTHOR IS RESPONSIBLE FOR ACCURACY AND PLAGIARISM OF FACTS
AND DATA IN THE ARTICLE**



მე-5 საერთაშორისო კონფერენცია „დებარეცოვები: კატასტროფები, რისკი, პროგნოზირება, დაცვა“ .
თბილისი. საქართველო, 1-5/10/2018

5th International Conference “DEBRIS FLOWS: DISASTERS, RISK, FORECAST, PROTECTION” .
Tbilisi, Georgia. October 1-5, 2018