

ბასილაშვილი ც.ზ., ტაბატაძე ჯ.გ., ჯანელიძე მ.გ.
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
 ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი

უაკ 556.16.06

წყალდიდობების პროგნოზირება შიდა ქართლის არაკონტროლირებად ტერიტორიაზე გარემოს ეკოლოგიური უსაფრთხოებისათვის კლიმატის გლობალურ ცვლილებასთან დაკავშირებით, ისევე როგორც მსოფლიოს სხვა ქვეყნებში, ასევე საქართველოშიც იმატა წყალდიდობებმა. აქ ბოლო ორი ათეული წლის განმავლობაში რამდენჯერმე განმეორდა მასშტაბური მაღალი წყალდიდობები, რომლებმაც ქვეყანას დიდი ზიანი მიაყენა და იყო მსხვერპლიც.

ვინაიდან საქართველოს მდინარეებზე ჩამონადენის აღრიცხვიანობა XX საუკუნის 90-იანი წლებიდან აღარ ხდება, ამიტომ მეტად მნიშვნელოვანია აქამდე არსებული დაკვირვებების მასალების საფუძველზე წყალდიდობების მაქსიმალური ხარჯების მახასიათებლების დაზუსტება. მაღალი წყალდიდობებისაგან თავდაცვის მიზნით განსაკუთრებით აუცილებელია მათი საპროგნოზო მეთოდის შემუშავება. მართალია პროგნოზების შემუშავებით სტიქია ვერ აღიკვეთება, მაგრამ მათი საშუალებით შესაძლებელია სტიქიის ნეგატიური ზეგავლენის შესუსტება. პროგნოზებით მოსალოდნელი საშიშროების დროული შეტყობინება, თუნდაც საორიენტაციოდ კონსულტაციის სახით, საშუალებას იძლევა დროულად ჩატარდეს ყველა პრევენციული ღონისძიება, რათა დაცულ იქნეს მოსახლეობა და ყველა მნიშვნელოვანი ობიექტი და არ მოხდეს გაუთვალისწინებელი ზარალი და მსხვერპლი.

სადღეისოდ, როცა საქართველო ვეღარ აკონტროლებს შიდა ქართლის ვრცელ ტერიტორიას, სადაც კავკასიონის სამხრეთი ფერდობებიდან ჩამოედინებიან მდინარეები, რომლებზეც წყალდიდობის დროს, მაღალ მთებში დაგროვილი დიდი თოვლის მასისა და მყინვარების დნობით, წარმოიქმნებიან მაღალი წყლის ხარჯები და შეიძლება დიდი ეკოლოგიური კატასტროფა გამოიწვიოს მათ ქვემო წელში, სადაც ისინი საქართველოს ქალაქებისა და დასახლებების სიახლოვეში ჩაედინებიან მდ. მტკვარში. მაგ. მდ. დიდი ლიახვი უერთდება მას ქ. გორთან, მდ. ლეხურა ქ.კასპთან და მდ. ქსანი დაბა ქსანთან ქ. მცხეთის სიახლოვეში.

დასახული მიზნის მისაღწევად გამოყენებულ იქნა ჩვენს ხელთ არსებული მრავალწლიური დაკვირვების მასალები, რომელთაც 1991 წლამდე ახორციელებდა საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახური.

გაზაფხულზე წყლის დონეების მატება აღნიშნულ მდინარეებზე იწყება მარტის მეორე ნახევრიდან და მიმდინარეობს დიდი რყევადობით: მკვეთრი მატებებითა და შემცირებებით, რასაც იწვევს წვიმები და თოვლისა და მყინვარების დნობა. წყალდიდობა ივლისის ბოლომდე გრძელდება.

მდინარეთა წელიწადობაზე დაკვირვებათა რიგების სიგრძე 1990 წლის ჩათვლით 50 წელზე მეტს შეადგენს. მათი სტატისტიკური ანალიზის შედეგად 1 ცხრილში მოცემულია მდ. დიდი ლიახვის, პატარა ლიახვის და ქსნის მაქსიმალური წყლის ხარჯების მახასიათებლები. მათი მრავალწლიური საშუალო მნიშვნელობა (ნორმა) შეადგენს მდ. დიდ ლიახვზე ს. კეხთან 140 მ³/წმ, მდ. პატარა ლიახვზე ს. ვანათთან 51,1 მ³/წმ, ხოლო მდ. ქსანზე ს. კორინთასთან 64,3 მ³/წმ. მათი ცვალებადობა წლიდან წლამდე მდ. დიდ ლიახვზე შედარებით მცირეა (Cv = 0,39, Cs = 0,98), ვიდრე პატარა ლიახვზე (Cv = 0,61, Cs = 2,31) და ქსანზე (Cv = 0,71, Cs = 1,89). ეს განპირობებულია იმით, რომ მდ. დიდი ლიახვი ყოველწლიურად წყალდიდობის დროს საზრდოობს მდგრადი მარადი თოვლისა და მყინვარების ნადნობი წყლებით, რასაც მოკლებულია პატარა ლიახვი და ქსანი, სადაც მაქსიმალური ხარჯები ფორმირდება თავსხმა წვიმებით და სეზონური თოვლის დნობით. სწორედ ამით შეიძლება აიხსნას მათი არამდგრადობის კოეფიციენტის (Q_{max}/Q_{min}) დიდი მნიშვნელობა (მდ. პატარა ლიახვზე – 11,9 და ქსანზე – 15,5), დიდ ლიახვთან შედარებით, სადაც ის მცირეა და შეადგენს 7,82-ს.

ცხრილი 1. მდინარეთა წყალდიდობების მაქსიმალური ხარჯების სტატისტიკური მახასიათებლები

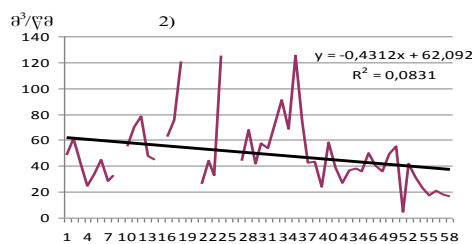
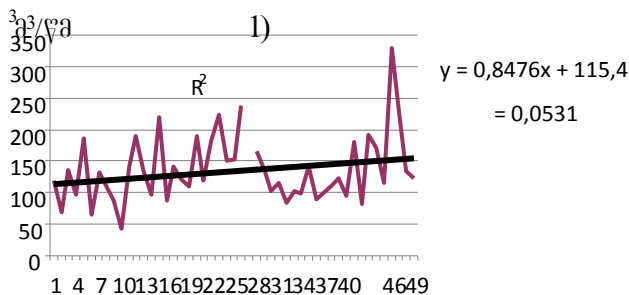
მახასიათებელი	დიდი ლიახვი ს. კეხვი	პატარა ლიახვი ს. ვანათი	ქსანი ს. კორინთა
საშუალო (ნორმა)	140	51,1	64,3
უდიდესი	330	191	262
უმცირესი	42,2	16,1	16,9
ამპლიტუდა	288	175	245
საშ. კვადრ. გადახრა	54,8	31,3	45,6
ვარიაცია (Cv)	0,39	0,61	0,71
ასიმეტრია (Cs)	0,98	2,31	1,89
არამდგრადობა (Q _{max} /Q _{min})	7,82	11,9	15,5

სამეურნეო ორგანიზაციებისათვის მეტად მნიშვნელოვანია მდინარეთა ჩამონადენის მოსალოდნელი ცვლილების გაანგარიშება ალბათობის თეორიაში ცნობილი ე.წ. უზრუნველყოფის მრუდებით, რომლებიც უშუალოდ პასუხობენ კითხვას: როგორია ნაგებობის ან სხვა რაიმე ღონისძიების უზრუნველყოფა მდინარის ჩამონადენის გარკვეული მნიშვნელობის დროს. ასეთი მრუდების ასაგებად და მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების ალბათური მნიშვნელობების გასაანგარიშებლად, ჩვენს მიერ გამოყენებულ იქნა გრაფო – ანალიტიკური მეთოდი [1]. გაანგარიშების შედეგად 2 ცხრილში მოცემულია მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების ალბათური მნიშვნელობები სხვადასხვა უზრუნველყოფისა (%) და განმეორებადობის (წლების) მიხედვით. როგორც ირკვევა, მდინარეებზე გავლილი უდიდესი მაქსიმალური ხარჯები მიახლოებულია 100 წლიანი განმეორებადობის ანუ 1%-იანი უზრუნველყოფის ხარჯებს, რაც მეტად საყურადღებოა.

თანამედროვე პირობებში მეტად აქტუალურია ჰიდრომეტეოროლოგიური პროცესების სიდიდეთა ცვალებადობის დინამიკის შესწავლა მათზე ანთროპოგენური ფაქტორებისა და კლიმატის გლობალური ცვლილების ზეგავლენის ფონზე. ამ მხრივ დიდ ინტერესს იწვევს სწორედ მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების მრავალწლიური ცვლილება. ნახ. 1 გამოსახულია მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების ($m^3/წმ$) მრავალწლიური ცვლილების დინამიკა მდ. დიდ ლიახვზე, რომლის აუზში კავკასიონზე [2]-ის თანახმად 22 მყინვარია 6,6 კმ² ფართობით და მის შენაკად პატარა ლიახვზე, რომლის აუზში არ არსებობს მყინვარები. ნახაზზე მკვეთრად არის გამოხატული მდ. დიდ ლიახვზე მაქსიმალური ხარჯების ზრდის ტენდენცია, პატარა ლიახვზე კი პირიქით აღინიშნება მაქსიმალური ხარჯების შემცირება. ნახაზზე ამ ცვლილებათა ამსახველი ტრენდები რაოდენობრივად შეფასებულია მათი შესაბამისი ანალიტიკური გამოსახულებებითა და დისპერსიებით.

ცხრილი 2. მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების ალბათური მნიშვნელობები

უზრუნველყოფა, %	0,01	0,1	1	5	10
წყალმოვარდნის დახასიათება	კატასტროფული		ძლიერი	მაღალი	საშუალო
განმეორებადობა, წელი	10 000	1000	100	20	10
დიდი ლიახვი – ს. კეხვი	1800	1200	470	200	134
პატარა ლიახვი – ს. ვანათი	660	500	350	260	220
ქსანი – ს. კორინთა	960	560	290	165	124



ნახ. 1 მაქსიმალური ხარჯების დინამიკა 1) – დიდი ლიახვი, 2) – პატარა ლიახვი

ასეთი ურთიერთსაწინააღმდეგო ტენდენციები მდინარეთა წყლის მაქსიმალური ხარჯების ცვლილებისა გამოწვეულია იმით, რომ კლიმატის გლობალური დათბობის შედეგად ინტენსიურად დნება დიდი ლიახვის აუზში მდებარე მყინვარები და მუდმივი თოვლის საფარი, რის შედეგადაც იზრდება მდინარის ჩამონადენი. ასეთი პროცესი გამორიცხულია პატარა ლიახვისა და მდ. ქსანის აუზებში, სადაც არ არის მყინვარები და მაღალი ტემპერატურების შედეგად აუზის ზედაპირიდან იზრდება აორთქლება და შესაბამისად მცირდება მდინარის წყლის ხარჯები.

სადღეისოდ, გრძელდება რა გლობალური დათბობა, მოსალოდნელია ჰაერის ტემპერატურის კვლავ მომატება. ეს კი გამოიწვევს მყინვარებისა და მარადი თოვლის საფარის დნობის გაძლიერებას და შესაბამისად ამ ზონის მდინარეთა წყალდიდობების გაძლიერებას, ხოლო იქ, სადაც არ არის მყინვარები, იქ გაიზრდება აორთქლება და შემცირდება წყალდიდობები. ამრიგად მდ. დიდ ლიახვზე მოსალოდნელია წყალდიდობებისა და მისი მაქსიმალური ხარჯების მატება, მანამ მის სათავეებში კავკასიონზე იარსებებს მყინვარები, ხოლო მდ. პატარა ლიახვზე და ქსანზე პირიქით, შემცირდება წყალდიდობები და მათი მაქსიმუმებიც.

როგორც ცნობილია, წყალდიდობების როგორც გაძლიერება, ისე მისი შემცირება ითვლება სამიმ ჰიდროლოგიურ მოვლენად. წყლის მოსალოდნელი სტიქიისაგან თავდაცვის მიზნით მეტად მნიშვნელოვანია მდინარეთა ჩამონადენის გრძელვადიანი საპროგნოზო მეთოდის შემუშავება, რომელიც აუცილებელია აგრეთვე წყლის რესურსების რაციონალური გამოყენებისათვის. საპროგნოზო მეთოდის შესამუშავებლად საჭიროა იმ დაკვირვებათა პუნქტების გამოყენება, რომლებიდანაც რეგულარულად მიიღება შესაბამისი ოპერატიული ინფორმაცია.

ვინაიდან განსახილველ ტერიტორიაზე აღარ მიიღება არავითარი ინფორმაცია, ამიტომ ჩვენს მიერ გამოყენებულ იქნა 1990 წლამდე ჩვენს ხელთ არსებული მდინარეთა წყლის ხარჯების (Q მ³/წმ) მონაცემები, ხოლო მეტეოროლოგიური მონაცემები

სათვის გამოვიყენეთ მეზობლად მდებარე მდ. არაგვის აუზში 1070 მ. სიმაღლეზე მომქმედი მეტეოსადგურ ფასანაურის დაკვირვებათა მონაცემები ჰაერის ტემპერატურასა (θ °C) და ატმოსფერულ ნ

ალექებზე (R მმ), რომლებიც მიახლოებით ასახავენ ლიახვის აუზის ბუნებრივ პირობებს. პარალელური დაკვირვების რიგები მდინარეთა წყლის ხარჯებზე და მეტეოელემენტებზე არსებობს 1941 – 1942 წლიდან და ამიტომ დაკვირვებათა რიგების სიგრძე 49-50 წელია. თოვლის საფარის აღწერისათვის გამოვიყენეთ მდ. არაგვის ხეობაში არსებული თოვლ – აგეგმვის მარშრუტების მონაცემები, რომელთა დაკვირვების რიგები არსებობს 1955 წლიდან და ამიტომ პარალელურ დაკვირვებათა რიგების სიგრძე 36-37 წელია.

აღსანიშნავია, რომ განსახილველ ტერიტორიაზე მდინარეთა აუზები მოიცავენ უფრო მაღალი სიმაღლითი ზონების ვრცელ ტერიტორიებს, ამიტომ შეზღუდული ინფორმაციის პირობებში ვერ ხერხდება იმ კანონზომიერებათა დადგენა, რომლებიც აუცილებელია თანამედროვე საპროგნოზო მოდელების გამოყენებისათვის. ამის გამო საპროგნოზოდ გამოყენებულ იქნა ჩვენს მიერ შემუშავებული მრავალფაქტორიანი საპროგნოზო მოდელი [3], რომელიც შეიცავს რეალურად არსებული ოპერატიული მონაცემების სათანადო ანალიზით შერჩეული პრედიქტორების ერთობლიობას. მონაცემთა მრავალმხრივი კვლევის შედეგად მიღებული საპროგნოზო დამოკიდებულებები მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯებისათვის მოცემული 3 ცხრილში.

ცხრილი 3. მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების (მ³/წმ) საპროგნოზო განტოლებები

საპროგნოზო განტოლებები	შეფასება		
	S/σ	P%	r
მდ. დიდი ლიახვი – ს. კეხვი, დასაშვები ცდომილება 37,8 მ ³ /წმ			
$Q_{max} = 0,244 W_{1600-1700} + 92,5$	0,76	64	0,68
$Q_{max} = 0,342 W_{1200-1300} + 101$	0,74	67	0,69
$Q_{max} = 0,127 W_{II} + 0,232 W_{1200-1300} + 53,5$	0,65	71	0,77
მდ. პატარა ლიახვი – ს. ვანათი, დასაშვები ცდომილება 10,2 მ ³ /წმ			
$Q_{max} = 0,12 R_{XII-II} + 1,20 \theta_{XII-II} + 0,07 R_{III} + 29,7$	0,90	59	0,51
$Q_{max} = 0,14 R_{XII-II} + 1,37 \theta_{XII-II} + 0,04 R_{III} + 0,08 W_{1750} + 30,4$	0,89	59	0,56
მდ. ქსანი – ს. კორინთა, დასაშვები ცდომილება 30,7 მ ³ /წმ			
$Q_{max} = 5,78 Q_{XI-I} + 7,19 \theta_{XII-II} + 12,2 \theta_{III} + 71,1$	0,76	68	0,65
$Q_{max} = 7,65 \theta_{XII-II} + 0,07 W_{II} + 11,6 \theta_{III} + 57,5$	0,74	69	0,68
$Q_{max} = 4,07 Q_{XI-I} + 7,54 \theta_{XII-II} + 0,06 W_{II} + 11,6 \theta_{III} + 48,2$	0,69	73	0,70

მიღებული საპროგნოზო განტოლებებით ოპერატიული პროგნოზების გაცემა შესაძლებელია ყოველი წლის მარტში, როცა ცნობილი ხდება ზამთრის პერიოდის ჰაერის ტემპერატურისა და ნალექების ოდენობის და მარტის თვეში თოვლის წყალშემცველობის (W მმ) მონაცემები. აღსანიშნავია, რომ განხილული სამი ჰიდროკვეთიდან მდ. დიდ ლიახვზე და ქსანზე მიღებულია დადებითი შეფასების პროგნოზები, რომელთა მთავარი კრიტერიუმი $S/\sigma < 0,80$ (S = პროგნოზების საშუალო კვადრატული გადახრა, σ მაქსიმალური ხარჯების საშუალო კვადრატული

გადახრა) კორელაციის კოეფიციენტი ფაქტიურსა და პროგნოზულ მნიშვნელობებს შორის $r > 0,60$ -ზე და პროგნოზების გამართლება $P > 60\%$. მხოლოდ მდ. პატარა ლიახვზე მიღებულ განტოლებათა შეფასება არ აკმაყოფილებს ამ კრიტერიუმებს, ამიტომ მათი საშუალებით შეიძლება გაიცეს პროგნოზები კონსულტაციის სახით.

მდ. ქსანზე საპროგნოზო განტოლებაში გამოყენებულია ზამთრის (მეჭენის პერიოდის) წყლის ხარჯები, რომლის ცვალებადობა წლიდან წლამდე ძალიან მცირეა, ამიტომ მონაცემთა უქონლობის შემთხვევაში შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს მისი მრავალწლიური ნორმა $Q_{XI-I} = 4,19$.

ვინაიდან მაქსიმალური ხარჯები განხილულ მდინარეებზე აღირიცხება ძირითადად მაის – ივნისში, ამიტომ მიღებული პროგნოზების წინსწრება შეადგენს 2-3 თვეს, რაც საშუალებას იძლევა მოსალოდნელი საშიშროების თავიდან აცილებისათვის დროულად ჩატარდეს ყველა მოსამზადებელი სამუშაოები. კერძოდ, თუ მარტში შედგენილი პროგნოზებით მდინარეზე მოსალოდნელი მაქსიმალური ხარჯები აჭარბებს მათ საშუალო მრავალწლიურ სიდიდეს (ნორმას) და უახლოვდება მათ უდიდეს მნიშვნელობას, ეს ინფორმაცია უნდა გადაეცეს შესაბამის ორგანიზაციებს, რათა მოხდეს მოსახლეობის გაფრთხილება და საჭიროების შემთხვევაში ოპერატიულად ჩატარდეს მათი და მატერიალური ფასეულობების ევაკუაცია და აგრეთვე გარემოს ეკოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველყოფა. ამ მიზნით მეტად მნიშვნელოვანია ის, რომ უნდა მოხდეს წყალსატევების დროული დაცლა შემდგომში წყლის დიდი ნაკადის მისაღებად.

მდ. დიდი ლიახვის მაქსიმალური ხარჯების პროგნოზები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ქ. გორისათვის, სადაც მოსალოდნელი მაღალი პიკის შემთხვევაში დროულად უნდა მოხდეს მდ. მტკვრის შესართავთან კალაპოტის გაწმენდა – გაღრმავება და ჯებირების გამაგრება, რათა დაზღვეული იყოს მოსახლეობა და თვით ქალაქი დატბორვისაგან.

ლიტერატურა- REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Г.Л. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей. Гидрометеоиздат, Л., 1971, 363 с.
2. Водные ресурсы Закавказья. Гидрометеоиздат, Л., 1988, 263 с.
3. Basilashvili Ts. The Method of Working out Hydrological Prognosis in Conditions of Limited Information. Bulletin of the Georgian Academy of Science. Vol. 162, № 1, 2000, ppp.110-112.

შპკ 556.16.06

წყალდიდობების პროგნოზირება შიდა ქართლის არაკონტროლირებად ტერიტორიაზე გარემოს ეკოლოგიური უსაფრთხოებისათვის. \ზასილაშვილი ც., ტაბატაძე ჯ., ჯანელიძე მ.\საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2011, ტ.117,გვ.16-19 ქართ. რეზ. ქართ. რუს. ინგ.

მოცემულია მდ. დიდი ლიახვის, პატარა ლიახვისა და ქსნის მაქსიმალური ხარჯების დაზუსტებული მახასიათებლები და ალბათური მნიშვნელობები. მიღებულია მათი მრავალწლიური დინამიკის ამსახველი ტრენდები. შედგენილია მათი გრძელვადიანი საპროგნოზო მეთოდოლოგია. მოსალოდნელი საშიშროების შემთხვევაში, წყლის სტიქიის შერბილების მიზნით, დასახულია გარკვეულ ღონისძიებათა რეკომენდაციები.

UDC: 556.16.06

High Flood forecasting of the uncontrolled territory of Shida Kartli for the environment ecological safety \Basilashvili Ts., Tabatadze J., Janelidze M.\. Transactions of the Institute of Hydrometeorology, 2011, Vol.117, pp.16-19.-Georg. Summ. Georg. Russ, Eng.

There have been determined maximum water expenditures and their probable values for the rivers: the Big Liakhvi, the Small Liakhvi and the Ksani. There have also been identified certain trends describing their dynamics over the years. A method for making long-term forecasts has been worked out. Certain recommendations have been put forward for carrying out emergency measures with the view of mitigating consequences of calamities.

УДК: 556.16.06

Прогнозирование половодья на неконтролируемой территории Внутренней Картли в целях экологической безопасности среды.\Басилашвили Ц.З., Табатадзе Д.Г., Джanelidze M.Г.\ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии. 2011, Т.117, с.16-19 Груз. Рез. Груз. Рус. Англ.

Для рек Большой Лиахви, Малой Лиахви и Ксани уточнены характеристики максимальных расходов и их вероятностные величины. Получены тренды, описывающие их многолетнюю динамику. Составлена методика их долгосрочного прогнозирования. В случае опасностей, в целях смягчения водной стихии, даны рекомендации определённых мероприятий.