

ც. ბასილაშვილი, ყ. მამასახლისი
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

უაკ 556.16.06

საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობის პროგნოზირება არსებული ინფორმაციული უზრუნველყოფის პირობებში.

წყალდიდობა არის მთავარი ფაზა საქართველოს მთის მდინარეთა წყლის რეჟიმისა, რომლის დროს გაედინება 60-80% წლიური ჩამონადენისა. წყალდიდობის სიდიდეზეა გათვლილი წყალსაცავების შევსება და ექსპლუატაცია, რომელთა საშუალებით ხდება მდინარეთა ჩამონადენის ფართო რეგულირება ჰიდროელექტროსადგურების, წყალმომარაგებისა და სარწყავი სისტემების წყლით უზრუნველსაყოფად მთელი წლის განმავლობაში. ე.ი. წყალდიდობა არის წყალსამეურნეო ობიექტების მთავარი მკვებავი წყარო.

მთის მდინარეთა აუზებში თოვლის ერთდროული დნობის ფართობი არასდროს არ არის ერთნაირი და იცვლება თოვლის დნობის გავრცობის მიხედვით ზედა სიმაღლეებზე. ამიტომ წყალდიდობა მაღალმთიან აუზებში 5 - 6 თვემდე გრძელდება. მაგ. მდ. ენგურზე (ს.ხაიშთან) ის აპრილიდან სექტემბრამდე, შუამთიანეთში კი მარტიდან ივნისამდეა. ასეთ ხანგრძლივ პერიოდში წყალდიდობა ხშირად საშიშ ჰიდროლოგიურ მოვლენად იქცევა ხოლმე, როცა მდინარეები ტბორავენ ქალაქებს, სოფლებს, ანგრევენ საკომუნიკაციო საშუალებებს, გზებს, ხიდებს, ანადგურებენ მოსავალს და პირუტყვს. ამრიგად, წყალდიდობას, სარგებლობის გარდა, დიდი მატერიალური ზარალი და ზოგჯერ მსხვერპლიც მოაქვს. ამიტომ აუცილებელია მისი ჩამონადენის გრძელვადიანი პროგნოზირება.

კვლევის ობიექტებად შერჩეულ იქნა მთავარ მდინარეთა ის ჰიდროკვებები, რომელთა მონაცემები პრაქტიკულად გამოიყენება სამეურნეო საქმიანობისათვის და სადაც არის საკმაო რიგი დაკვირვებებისა მდინარეთა ბუნებრივ ჩამონადენზე. კერძოდ, განხილულ იქნა ჰიდროკვებები: მდ. ენგური - ს.ხაიშთან, მდ. რიონი - ს.ალპანასთან, მდ. ყვირილა - ქ.ხესტაფონთან, მდ. ხანისწყალი - ს.ბაღდადთან, მდ. აჭარისწყალი - ს.ქედასთან, მდ. თეთრი არაგვი - ს.ფასანაურთან, მდ. შავი არაგვი - შესართავთან, მდ. ფშავის არაგვი - ს.მალაროსკართან და მდ. ალაზანი - ს.ბირკიანთან და ს.შაქრიანთან.

ჰიდროლოგიური პროგნოზი ემყარება მდინარის ჩამონადენის ფორმირების კანონზომიერებებს. წყალდიდობა ყალიბდება ერთდროულად სეზონური თოვლის, წვიმის, მყინვარებისა და მუდმივი თოვლის საფარის ნადნობი წყლების სხვადასხვა შეფარდებით. შესწავლილ იქნა რა მათი განაწილება, გამოირკვა, რომ ცალკეული მდინარის აუზში ისინი სხვადასხვა ხასიათს ატარებენ როგორც დროში, ისე სივრცეში და ამის გამო მდინარეთა წყლიანობა და რეჟიმები არ არის იდენტური და გამოირჩევიან გარკვეული თავისებურებებით. ამიტომ ცალკეული მდინარის აუზისათვის საჭიროა შემუშავდეს სხვადასხვა საპროგნოზო მეთოდიკა, რომელიც მორგებული იქნება ფაქტორების განაწილების ინდივიდუალურ ხასიათზე.

მდინარეთა ჩამონადენის პროგნოზების ზოგად ფიზიკურ საფუძველს წარმოადგენს წყლის ბალანსის განტოლება, რომელშიც მრავალი სხვადასხვა ელემენტი შედის: ჩამონადენი, ნალექები, აორთქლება, კონდენსაცია, ინფილტრაცია და სხვ. ამ ელემენტების გამოთვლის გზით, სათანადო ინფორმაციის საფუძველზე შედგენილია თანამედროვე რთული მათემატიკური საპროგნოზო მოდელები, რომელთა გამოყენება შეიძლება იქ, სადაც კარგადაა განვითარებული ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელი და რეგულარულად მიიღება მათი ინფორმაცია.

საქართველოში, სადღეისოდ, ინფორმაციის დიდი შეზღუდვის გამო, შეუძლებელია ასეთი საპროგნოზო მოდელების გამოყენება. აქ მდინარეთა ჩამონადენის ფაქტორების სიმრავლე, მათი ურთიერთ-ქმედების სირთულე და რაც მთავარია, რიცხვითი აღრიცხვის შეუძლებლობა გვაიძულებს, რომ ჩამონადენის პროგნოზირება მოვახდინოთ ისეთი სტატისტიკური მოდელით, რომლისთვისაც საჭირო რიცხვითი მონაცემები არსებობს სტანდარტული დაკვირვების ოპერატიული ინფორმაციის სახით.

ბოლო წლებში, საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელის, განსაკუთრებით კი, ჰიდროლოგიური საგუშაგოების მნიშვნელოვანი ნაწილის ფუნქციონირების შეწყვეტის გამო, აღარ არსებობს ის ინფორმაციული ბაზა, რომლის საფუძველზე დგებოდა მდინარეთა წყალდიდობის ჩამონადენის ოპერატიული პროგნოზები. ამჟამად საპროგნოზო მეთოდიკების საყრდენი ბაზა არის მარშრუტული თოვლ-აგეგმვისა და ინფორმაციული მეტეოსადგურების მწირი ინფორმაცია. ამიტომ ადრე შემუშავებულ საპროგნოზო მოდელში (Ts. Basilashvili, 2000) წინა პერიოდის მდინარის წყლის ხარჯი (Q_t მ³/წმ) შევცვალეთ თოვლის წყალშემცველობით (W მმ):

$$Q_{t+T} = f(P_{t_0}, W_{t_0}, \theta_{t_0}, P_{t_0+1}, W_{t_0+1}, \theta_{t_0+1}, \dots, P_{t-1}, W_{t-1}, \theta_{t-1}, P_t, W_t, \theta_t, P_T, \theta_T). \quad (1)$$

აქ Q_{t+T} - მდინარის წყლის ხარჯის (მ³/წმ) პროგნოზია, რომელიც უნდა გაიცეს დროის t მომენტში, T - საპროგნოზო პერიოდის ხანგრძლივობაა (დროულობა), t_0 - მეტეოროლოგიური ელემენტების ინფორმაციის ათვლის საწყისი დროა, P - ატმოსფერული ნალექებია (მმ), θ - ჰაერის ტემპერატურა (°C) და W - თოვლის წყალშემცველობაა (მმ) გარკვეული დროის მომენტში.

ფაქტორების დანაწევრებით ცალკეული პერიოდის მაჩვენებლებად, საპროგნოზო (1) მოდელში გათვალისწინებულია მეტეოროლოგიური ელემენტების დინამიკის მოქმედება წყალდიდობის ჩამონადენზე, რადგან მასზე სხვადასხვანაირად მოქმედებენ, მაგალითად, ნალექები მოსული შემოდგომაზე, ზამთარში და გაზაფხულზე. ამიტომ მათი ერთ ჯამად წარმოდგენა, როგორც ეს ადრეულ საპროგნოზო მეთოდებში იყო მიღებული, არ არის მართებული.

(1) მოდელში ჩამონადენზე მოქმედი ძირითადი ფაქტორები განიხილება კომპლექსურად, მაგრამ, ვინაიდან არგუმენტების გაზრდით მცირდება განტოლების მდგრადობა, ამიტომ საპროგნოზო დამოკიდებულების შესადგენად გადამწყვეტია პრედიქტორების ოდენობისა და ხარისხის შერჩევა. სადღეისოდ არ არსებობს ერთიანი მეთოდი მათი ოპტიმალური სისტემის შერჩევისა და შეფასებისა.

ამ მიზნით გამოყენებულ იქნა ჩვენს მიერ სპეციალურად შედგენილი კომპიუტერული პროგრამები (Басилашвили Ц.З., Плоткина И. Г., 1985), რომელთა საშუალებით გაფართოებული საპროგნოზო მოდელიდან გამოირიცხება ნაკლებად ეფექტური და დუბლირებული ფაქტორები. დარჩენილებიდან კი მრავალბიჯიანი გამოირიცხვის მეთოდის გამოყენებით დგება ოპტიმალური საპროგნოზო მოდელი. მის საფუძველზე განისაზღვრება საპროგნოზო დამოკიდებულებათა ყველა შესაძლებელი ვარიანტი და ხდება ერთდროული კვლევა პრედიქტორების შემცირებისა, პროგნოზების სიზუსტისა და დროულობის გაზრდისა და აგრეთვე საპროგნოზო პერიოდში მოქმედი ფაქტორების (P_T და M_T) უგულებელყოფისა, რომელთა ინფორმაცია პროგნოზის გაცემის დროს პრობლემატურია.

შედეგად, მიიღება სხვადასხვა ფაქტორების შემცველი საპროგნოზო განტოლებები სხვადასხვა ინფორმაციით, სიზუსტითა და დროულობით. მათგან შესაბამის შეფასებათა კრიტერიუმების (ГУГМС СССР, 1962) მიხედვით შერჩევა პრაქტიკულად მისაღები საუკეთესო საპროგნოზო ვარიანტები.

ადრე არსებული საპროგნოზო მეთოდებისაგან განსხვავებით, ამჯერად შემუშავებულია წყალდიდობის საშუალო ჩამონადენის პროგნოზები, როგორც მთლიანი წყალდიდობის პერიოდისათვის (აპრილიდან აგვისტომდე ან მარტიდან ივნისამდე), ასევე მისი აწევისა და დაწევის ფაზებისათვის, აგრეთვე ცალკეული კვარტალისა და თვეებისათვის. ჩამონადენის ასეთი დანაწევრება ნაკარნახევია სამეურნეო ობიექტების უკეთესი მომსახურების საჭიროებით.

ცხრილში მოცემულია მაგალითები მიღებული საპროგნოზო განტოლებებისა. თითოეული ჰიდროკვეთისათვის საპროგნოზო განტოლებათა მრავალფეროვნება საშუალებას იძლევა ოპერატიული პროგნოზების შედგენის დროს საანგარიშოდ შერჩეს განტოლება არსებული ინფორმაციის, საჭირო დროულობის ან სიზუსტის მიხედვით. გარდა ამისა, სხვადასხვა ინფორმაციის მიხედვით პროგნოზების შედგენით, შეიძლება განისაზღვროს ჩამონადენის მომავალი რყევის ინტერვალი და მოხდეს მიღებული შედეგების ურთიერთკონტროლი.

შესაბამისი “დარიგების” (ГУГМС СССР, 1962) მოთხოვნათა თანახმად, ჩვენს მიერ მიღებული საპროგნოზო განტოლებები “დამაკმაყოფილებელ” ან “კარგი” კატეგორიის პროგნოზებს მიეკუთვნება. კერძოდ, შემუშავებული პროგნოზების შეფასებათა მთავარი კრიტერიუმი - პროგნოზების საშუალო კვადრატული ცდომილების (S) შეფარდება წყალდიდობის ფაქტიური ჩამონადენის საშუალო კვადრატულ გადახრასთან (σ) - $S/\sigma = 0,9 - 0,4$. პროგნოზების გამართლების უზრუნველყოფა $P=60 - 80\%$, კორელაციის კოეფიციენტი წყალდიდობის ფაქტიურ და პროგნოზულ მნიშვნელობებს შორის $r = 0,60 - 0,85$.

ცხრილი 1. წყალდიდობის პერიოდის ჩამონადენის საპროგნოზო განტოლებები მდ. აჭარისწყალზე ს. ქედასთან

#	საპროგნოზო განტოლება	შეფასება(S/σ)
1	$Q_{III-VI} = 0,12 P_{XII-II} + 14,7$	0,61
2	$Q_{III-VI} = 0,05 W_{28/II} + 34,2$	0,59
3	$Q_{III-VI} = 0,08 W_{1600-1700} + 39,6$	0,57
4	$Q_{III-IV} = 0,15 P_{XII-II} + 5,6$	0,70
5	$Q_{III-IV} = 0,06 W_{28/II} + 31,1$	0,69
6	$Q_{III-IV} = 0,08 W_{1600-1700} + 41,2$	0,69
7	$Q_{III-V} = 0,16 P_{XII-II} + 8,3$	0,61
8	$Q_{III-V} = 0,07 W_{28/II} + 32,2$	0,57
9	$Q_{III-V} = 0,09 W_{1600-1700} + 41,3$	0,57
10	$Q_{V-VI} = 0,07 W_{1600-1700} + 38,2$	0,73
11	$Q_{IV-VI} = 0,24 h_{28/II} + 27,1$	0,64
12	$Q_{IV-VI} = 0,15 P_{XII-II} + 6,4$	0,57
13	$Q_{IV-VI} = 0,09 W_{1600-1700} + 39,3$	0,54

შემუშავებული საპროგნოზო მეთოდით შედგენილი პროგნოზების გამოყენებით მიღებული ეკონომიკური ეფექტი 10-30%-ით აჭარბებს ჩამონადენის ნორმის გამოყენებით მიღებულ ეფექტს.

ოპერატიული პროგნოზების შედგენის დროს გამოანგარიშებული წყალდიდობის საპროგნოზო მნიშვნელობები უნდა შეედაროს მათ ნორმებსა და ექსტრემალურ მნიშვნელობებს, რათა გამოირიცხულ იქნას გაანგარიშებით ან არასწორი ინფორმაციული მონაცემებით გამოწვეული შეცდომები.

პროგნოზით მიღებული წყალდიდობის ანომალური მნიშვნელობის დროს უნდა გაკეთდეს სათანადო ანალიზი და გაიცეს სათანადო რეკომენდაციები, რათა მიღებულ იქნეს ყველა საჭირო ღონისძიება ასეთ შემთხვევაში. ამას ხელს უწყობს ის ფაქტი, რომ შემუშავებული პროგნოზების დროულობა 5-6 თვეა, რომელიც საკმარისია იმისათვის, რომ ჩატარდეს ყველა საჭირო სამუშაო მოსალოდნელი საშიშროებისაგან თავდაცვისა და დიდი ზარალის თავიდან ასაცილებლად. კერძოდ ის, რომ მაღალი წყალდიდობის პროგნოზის დროს მოსახლეობამ უნდა დატოვოს დაბლობი ადგილები და უსაფრთხო ადგილას გადაიტანოს თავისი ქონება, გადაიყვანოს საქონელი და ა.შ. შესაბამისმა ორგანოებმა კი უნდა ააგონ წყალდიდობის საწინააღმდეგო ნაგებობები იმ უბანთა დასაცავად, რომელთაც პირველ რიგში ემუქრება საშიშროება. საჭიროა მდინარეთა კალაპოტების გაწმენდა და აგრეთვე წყალსაცავების თანდათანობითი დაცლა შესაბამისი გრაფიკით, რაც საშუალებას იძლევა შეკავებულ იქნეს მაღალი წყლის მოდინება და ასეთი დარეგულირებით თავიდან აცილებულ იქნას მოსალოდნელი ზარალი და მსხვერპლი.

დაბალი წყალდიდობის პროგნოზის შემთხვევაში, პირიქით, წყალსაცავებში უნდა დაგროვდეს წყლის მარაგი მისი შემდგომი მომჭირნობითი ხარჯვის მიზნით. ამ დროს მეტად სასარგებლო იქნება წყალსაცავების მიდამოებში ამინდზე ზემოქმედების საშუალებით მოხდეს ნალექების გაზრდა, რისი ექსპერიმენტებიც თავის დროზე წარმატებით ჩატარდა ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის პოლიგონზე სიონის წყალსაცავთან.

ამით ვლინდება წყალსაცავების მეტად სასარგებლო დანიშნულება – (წყალდიდობებისა და წყალმცირობების დარეგულირება). ამიტომ წყალსაცავების ქსელი პერსპექტივაში აუცილებლად უნდა გაიზარდოს. მართალია, მათი აშენება დიდ ხარჯებთანაა დაკავშირებული, მაგრამ მთის მცირე მდინარეების ყოველწლიური ადიდება წყალდიდობის დროს ხშირად გაცილებით უფრო მეტ მატერიალურ დანაკარგს იწვევს, ვიდრე წყალსაცავის აშენებაზე ერთხელ გაწეული დანახარჯი.

ახალი წყალსაცავის მშენებლობასთან ერთად საჭიროა შემუშავდეს შესაბამისი ჰიდროლოგიური პროგნოზები, რადგან წყალსაცავების გამოყენება და ექსპლუატაცია ბევრად არის დამოკიდებული ჰიდროლოგიური პროგნოზებით ოპერატიული მომსახურების ხარისხზე, განსაკუთრებით კი წყალდიდობის პერიოდის პროგნოზებით.

საშიშროების დროული შეტყობინების გარდა, წყალდიდობის პერიოდის პროგნოზების საფუძველზე შესაძლებელია არსებული წყლის რესურსების რაციონალურად გამოყენების დაგეგმარება და სადისპეტჩერო გრაფიკების შედგენა, რომელთაც გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვთ კომპლექსური ჰიდროკვანძების ექსპლუატაციისათვის და მეტად მნიშვნელოვან სახელმძღვანელო დოკუმენტებს წარმოადგენენ.

ამრიგად, შემუშავებულია საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობის გრძელვადიანი პროგნოზები, არსებული ინფორმაციული უზრუნველყოფის პირობებში, რაც იძლევა მათი პრაქტიკული გამოყენების მყარ გარანტიას ოპერატიული პროგნოზების შესადგენად, ენერგეტიკის, სოფლის მეურნეობის, მრეწველობის, წყალმომარაგების, სარკინიგზო და საავტომობილო გზების მომსახურების მიზნით.

უსაფრთხოების გარდა, მიღებული პროგნოზების გამოყენებით საგრძნობლად გაიზარდება ელექტროენერჯის გამომუშავება, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავალი და წყალმომარაგება, რითაც მიღებული იქნება დიდი ეკონომიკური ეფექტი.

მომავალში, შემუშავებული პროგნოზების ანალოგიურად, აუცილებელია ადრე შედგენილი პროგნოზების სრულყოფა ახალ პირობებთან შეთანხმებით. პირველ რიგში აუცილებელია განახლდეს წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების პროგნოზები, საჭიროა აგრეთვე შეუსწავლელ მდინარეთა წყალდიდობის საერთო-ტერიტორიული პროგნოზების სრულყოფა, რომლებიც ადრეული მონაცემებით იყო შედგენილი. ამ პროგნოზების დაზუსტება აუცილებელია როგორც გარემოს ეკოლოგიური უსაფრთხოების, ასევე ჰიდროობიექტებისა და მოსახლეობის დაცვის მიზნით მოსალოდნელი კატასტროფებისაგან.

ლიტერატურა - REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. Ts., Basilashvili 2000: The method of working-out Hydrological prognosis in conditions of limited information. Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, Volume 162, № 1, pp. 110-112.
2. Ц.З. Басилашвили, И.Г.Плоткина, 1985: Определение многофакторных зависимостей с развёртыванием уравнения, оценка их качества и расчёт вероятностных прогнозов. Аннотированный перечень новых поступлений в ОФАП ГоскомГидромета. ВНИИГМИ - МЦД, вып. 4, Обнинск, с.21.
3. ГУГМС СССР, 1962: Наставление по службе прогнозов. Раздел 3, часть I, Л., Гидрометеиздат, 193 стр.

УДК 556.16.06

საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობის პროგნოზირება არსებული ინფორმაციული უზრუნველყოფის პირობებში. /ც.ბასილაშვილი, ჟ.მამასახლისი/. ჰმი-ს შრომათა კრებული. _2007._ ტ.111. გვ.30-36, ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

პროგნოზების შედგენა ხდება მარტში, როცა არსებობს მხოლოდ შემოდგომა-ზამთრის პერიოდის მონაცემები. მრავალბიჯიანი გაცხრილვის გზით შეირჩა ოპტიმალური საპროგნოზო მოდელები. მრავალფაქტორიან დამოკიდებულებათა ანალიზის საფუძველზე დადგენილია წყალდიდობის ჩამონადენის საუკეთესო საპროგნოზო ვარიანტები.

მიღებული საპროგნოზო განტოლებები სტატისტიკურად მდგრადია და აქვთ მაღალი სიზუსტე. 5-6 თვის დროულობის გრძელვადიანი პროგნოზების გამოყენებით მნიშვნელოვნად შემცირდება მეურნეობასა და მიმდებარე გარემოზე წყალდიდობით მიყენებული ზარალი. ცხრ. 1, ლიტ. დას. 3.

UDC 556.16.06

Prognosis of Highwater Flows in the Rivers of Georgia in the Conditions of Existing Information Base. /Ts.Basilashvili, G.Mamasakhlishi/. Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology. 2007. -V.111. - p. 30-36, - Georg.; Summ. Georg., Eng., Rus.

They are forecasted in March when data for only autumn and winter periods are available. By means of multistep selection optimal models of prediction are chosen. According to the multifactor equation solution there the best versions are established for the forecasting of the dependence of flood discharges.

The obtained prognostic equalizations are statistically steady and are positively estimated. Applying 5-6 months early prognosis cause far more less loss brought upon the surroundings and national economy. Tab. 1, Ref. 3.

УДК 556.16.06

Прогнозирование стока половодья рек Грузии в условиях существующей информационной обеспеченности. /Ц.З. Басилашвили, Ж.Г. Мамасახлиси/ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузии. – 2007. – т.111. – с. 30-36,– Груз.; рез. Груз., Англ., Русск.

Прогнозы составляются в марте, когда имеются данные только за осенний и зимний периоды. Путём многошагового просеивания выбраны оптимальные модели прогнозирования. На основе многофакторных зависимостей установлены наилучшие варианты прогностических уравнений расходов половодья.

Полученные прогнозы статистически устойчивы и имеют высокую точность. Использование долгосрочных прогнозов с 5-6 месячной заблаговременностью намного понижает ущерб хозяйству и окружающей местности. Таб. 1, Лит. 3.