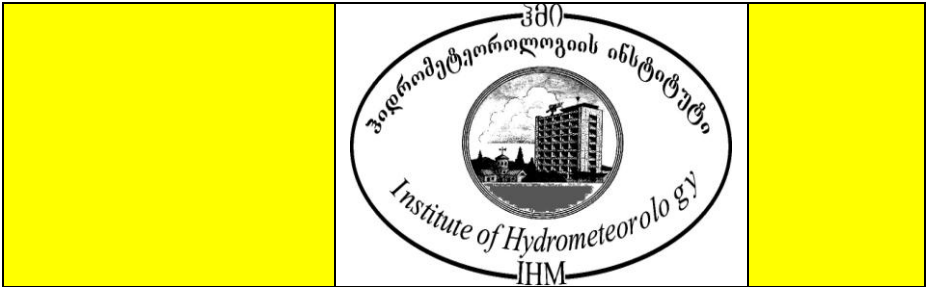


ჰიდროლოგია – HYDROLOGY - ГИДРОЛОГИЯ

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი შრომები
ტომი № 106

GEORGIAN ACADEMY OF SCIENCES
TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF
HYDROMETEOROLOGY
VOL. №106

АКАДЕМИЯ НАУК ГРУЗИИ
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
ТОМ № 106



ჰიდროლოგიის პრობლემები

PROBLEMS OF HYDROLOGY

ПРОБЛЕМЫ ГИДРОЛОГИИ

თბილისი _ TBILISI – ТБИЛИСИ

2001

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები
ტომი № 106

ჰიდროლოგიის პრობლემები

GEORGIAN ACADEMY OF SCIENCES
TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF
HYDROMETEOROLOGY
VOL. №106

PROBLEMS OF HYDROLOGY

АКАДЕМИЯ НАУК ГРУЗИИ
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
ТОМ № 106

ПРОБЛЕМЫ ГИДРОЛОГИИ

თბილისი _ TBILISI _ ТБИЛИСИ

2001

მთავარი რედაქტორი Editor in Chief Главный редактор	ნოდარ ბეგალიშვილი N.Begalishvili Бегалишвили Н.А.
სარედაქციო კოლეგია	აღარველაძე, ბ. ბერიტაშვილი (რედაქტორის მოადგილე), გ. გაჩეჩილაძე, გ. გუნია, გ. გრიგოლია, ე. ელიზბარაშვილი, დ. კერესელიძე (რედაქტორის მოადგილე), გ. მელაძე, ბ. მიქაშავიძე, რ. სამუქაშვილი, ვ. ცომაია, თ. ცინცაძე (პასუხ. მდივანი)
სარედაქციო საბჭო	ნ. ბუაჩიძე ი. გელაძე დ. დემეტრაშვილი, ჯ. ვაჩნაძე, ლ. ინჭირველი, გ. კუჩავა, გ. რობიტაშვილი, გ. ჩიკვაიძე, ი. ჩოგოვაძე, ლ. ალღანი, გ. ხერხეულიძე.
Editorial Board	G.Arveladze, B.Beritashvili (Deputy Ed.inChief), G.Gachechiladze, G.Gunia, G.Grigolia, E.Elizbarashvili, D.Kereselidze (Deputy Ed.inChief), G.Meladze, B.Mikashavidze, R. Samukashvili, V.Tsomaia, T.Tsintsadze (Executive secretary)
Editorial Council	N.Buachidze, J.Vachnadze, I.Geladze, D.Demetrashvili, L.Inckirveli, G.Kuchava, G.Chikvaidze, I.Chogovadze, G.Robitashvili, L.Kaldani, G.Kherkheulidze
Редакционная коллегия	Арвеладзе Г.А, Бериташвили Б.Ш. (зам.гл. редактора), Гачечиладзе Г.А., Григолия Г.Л., Гунია Г.С., Кереселидзе (зам.гл. редактора), Д.Н., Меладзе Г.Г., Микашавидзе Б.А. Самукашвили Р.А., Цомаია В.Ш., Цинцадзе Т.Н. (отв. секретарь), Элизбарашвили Э.Ш.
Редакционный совет	Буачидзе Н.С., Вачнадзе Д.И., Геладзе И.М., Деметрашвили Д.Л., Инцкирвели Л.И., Калдани Л.А., Кучава Г.Л., Робиташвили Г.А., Чикваიძე Г.Д., Чогоვაძე И.В., Херхеულიძე Г.И.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. 0112 თბილისი12, დავით აღმაშენებლის გამზირი 150^ა,
Email: nb@gw.acnet.ge

Georgian Academy of Sciences. Institute of Hydrometeorology.
150^a David Agmashenebeli ave., Tbilisi, 0112, Georgia,
Академия наук Грузии. Институт гидрометеорологии
0112, Тбилиси12, пр.Д. Агмашенебели 150^а.

SSN 1512-0902

© ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
Institute of Hydrometeorology

Институт гидрометеорологии 2001

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა წინამდებარე კრებული ეძღვნება აკადემიკოს გივი სვანიძის ხსოვნას. კრებულში მოთავსებულია ჰიდროლოგიის დარგში მისი ხელმძღვანელობით ბოლო წლებში ჩატარებულ გამოკვლევათა შედეგები.

კერძოდ, დახასიათებულია საქართველოს წყლის რესურსების ძირითადი წყაროების რაოდენობრივი მახასიათებლები, მათი განაწილების თავისებურებანი, გამოვლენილია წყლის რესურსების მგრძობიარობა კლიმატის ცვლილების მიმართ. განხილულია არსებული და პერსპექტიული ირიგაციული წყალსაცავებით მდინარეთა ჩამონადენის რეგულირების შესაძლებლობები მელიორაციული სამუშაოებისათვის. დამუშავებულია მდინარეთა ჩამონადენის გაუმჯობესებული საპროგნოზო მეთოდის სტატისტიკური მონაცემების რიგის გაზრდით. საქართველოს პირობებში განსაზღვრულია თოვლისა და ფირნის ხაზების მდებარეობა და დინამიკა აეროლოგიური მონაცემებისა და დაკვირვებათა მასალების სტატისტიკური ანალიზის საფუძველზე. გაანგარიშებულია ანთროპოგენური ფაქტორების გავლენა წყლის მაქსიმალური ხარჯის სიდიდეზე. საიმედოობის თეორიის მეთოდების გამოყენებით განსაზღვრულია წყალსაცავების წყლის ქიმიური შემადგენლობისა და თვისებების რაოდენობრივი მახასიათებლები. მეტეოროლოგიური ველების ობიექტური წარმოდგენის და განაწილებული პარამეტრების გამოყენების საფუძველზე დამუშავებულია ჩამონადენის ფორმირების რიცხვითი მოდელი. გამოთვლილია მყარი და თხევადი ჩამონადენი საქართველოს ძირითადი მდინარეებისათვის. სხვადასხვა ინფორმაციული მონაცემების გამოყენებით დადგენილია ზვავშემკრებების გავრცელების სიხშირე. გაანალიზებულია ადგილის სიმაღლის და ჰაერის ტემპერატურის მიმართ მდინარის აუზში შიდატენბრუნვის კოეფიციენტის ცვლილების კანონზომიერება. მოცემულია “მსოფლიოს თოვლ რესურსების ატლასში” შესული ქართველ მკვლევართა მიერ შედგენილი გლაციოლოგიური რუკების ანალიზი.

კრებული განკუთვნილი ხმელეთის ჰიდროლოგიის დარგის სპეციალისტებისათვის.

The presented volume of Transactions of the Institute of Hydrometeorology of the Georgian Academy of Sciences is dedicated to the memory of late Academician Givi Svanidze. The volume contains the results of investigations in the field of Hydrology, carried out in recent years under his leadership.

In particular, the quantitative features of basic sources of water resources in Georgia are described along with peculiarities of their distribution. The sensitivity of water resources to climate change is assessed. The possibilities of river runoff regulation using present and prospective water reservoirs to carry out irrigation

works are discussed. The improved methodology for river runoff forecast is elaborated using prolonged observation series. The disposition of snow and firn lines for the conditions of Georgia and their dynamics are determined on the basis of statistical analysis of air sounding and field observation results. The impact of anthropogenic factors on the value of maximum water discharge is calculated. Applying the theory of reliability the quantitative features of chemical composition and properties of water in reservoirs are defined. On the basis of objective representation of meteorological fields and distribution of parameters, the numerical model of runoff formation is worked out. The solid and liquid discharge is calculated for the main rivers of Georgia. Using different information sources the frequency of snow avalanche catchments spreading is determined. The regularity of the variation of internal moisture circulation factor in the river basin is analyzed in relation to the height of locality and air temperature. The analysis is given of glaciological maps, drawn by Georgian scientists and placed in the “World Atlas of Snow and Ice Resources”.

The volume is intended for experts and specialists working in the field of Land Hydrology.

Настоящий Сборник трудов Института гидрометеорологии Академии наук Грузии посвящен памяти академика Гиви Геденовича Сванидзе. В сборнике помещены результаты исследований в области гидрологии, проведенные в последние годы под его руководством.

В частности, охарактеризованы количественные показатели основных источников водных ресурсов Грузии, особенности их распределения, проведена оценка чувствительность водных ресурсов по отношению к изменению климата. Рассмотрены возможности регулирования стока рек существующими и перспективными ирригационными водохранилищами для проведения мелиоративных работ. Разработана улучшенная методика прогноза стока рек с увеличением ряда статистических данных. В условиях Грузии определены расположения снеговой и фирновой линий и их динамика на основе статистического анализа аэрологических данных и материалов полевых наблюдений. Рассчитано влияние антропогенного фактора на величину максимального расхода воды. С применением теории надежности определены количественные характеристики химического состава и свойств воды в водохранилищах. На основе применения объективного представления метеорологических полей и распределенных параметров разработана численная модель формирования стока. Рассчитан твердый и жидкий сток для основных рек Грузии. С использованием различных информационных источников установлена частота распространения лавиносборов. Выполнен анализ закономерности изменения коэффициента внутреннего влагооборота в бассейне реки по отношению к высоте местности и температуре воздуха. Дан анализ гляциологических карт, составленных грузинскими исследователями, которые вошли в «Мировой атлас снежноледовых ресурсов».

Сборник предназначен для специалистов, работающих в области гидрологии суши.

კრებული ეძღვნება აკადემიკოს
გივი სვანიძის ხსოვნას

**The volume is dedicated to the memory of
Academician Givi Svanidze**

Сборник посвящен памяти академика
Гиви Геденовича Сванидзе



აკადემიკოსი გივი სვანიძე

შრომათა კრებული ეძღვნება გამოჩენილი მეცნიერის, სტოქასტური ჰიდროლოგიის ერთერთი ფუძემდებლისა და საქართველოში მისი დამაარსებლის, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის, რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის წევრკორესპოდენტის, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორის, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის დირექტორის, მეცნიერების დამსახურებულ მოღვაწის, ხალხთა მეგობრობის და ღირსების ორდენების კავალერის გივი სვანიძის ხსოვნას.

ბატონმა გივიმ დაძაბული შრომითა და ბრწყინვალე გამარჯვებებით აღსავსე ცხოვრების გზა განვლო. თავისი დიდი ნიჭის, სამაგალითო შრომისმოყვარეობისა და საოცარი ჰუმანურობის წყალობით ყველგან, სადაც კი უხდებოდა მოღვაწეობა, მან დატოვა დაუვიწყარი და ნათელი სახელი.

გივი სვანიძის სამეცნიერო მოღვაწეობა ძირითადად განისაზღვრებოდა ჰიდროლოგიის, ჰიდროენერგეტიკისა და ჰიდროტექნიკის პრობლემებით. გ.სვანიძე ავტორია 270 დაბეჭდილი სამეცნიერო შრომისა, მათ შორის 15 მონოგრაფიისა, რომლებიც ეხება მდინარეული ჩამონადენის რეგულირების ამოცანებს. წინამდებარე კრებულში შესულია გ.სვანიძის ბოლო სტატიები.

გ.სვანიძე 1971–1998 წლებში ხელმძღვანელობდა ივანე ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ჰიდროლოგიის კათედრას, ხოლო 1976 წლიდან სიცოცხლის ბოლომდე – მეცნიერებათა აკადემიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტს. მან დიდი როლი შეასრულა საქართველოში ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა განვითარებაში. ბოლო წლებში გ.სვანიძე აქტიურად მონაწილეობდა კლიმატის ცვლილების პრობლემასთან დაკავშირებულ სამუშაოებში. მისი თაოსნობით შესრულდა საქართველოს ეროვნული მოხსენების ნაწილი, მიძღვნილი წყლის რესურსების სამომავლო მდგომარეობის შესწავლისადმი. ამ წლებში ის იყო აგრეთვე იუნესკოსთან არსებული საქართველოს ჰიდროლოგიური ასოციაციის პრეზიდენტი და მსოფლიო მეტეოროლოგიურ ორგანიზაციაში საქართველოს მუდმივი წარმომადგენლის მრჩეველი ჰიდროლოგიაში.

გ.სვანიძის ხელმძღვანელობითა და კონსულტანტობით დაცულია 40-ზე მეტი საკანდიდატო და სადოქტორო დისერტაცია. იგი იყო საქართველოს გეოგრაფიული საზოგადოების პირველი ვიცეპრეზიდენტი, აშშ-ს და პოლონეთის გეოფიზიკურ საზოგადოებათა წევრი. დიდი მეცნიერის, სამაგალითო კოლეგისა და ბრწყინვალე ადამიანის – აკადემიკოს გივი სვანიძის სახელი სამუდამოდ დარჩება ქართული მეცნიერების ისტორიაში.

Academician Givi Svanidze

The offered volume of Transactions is dedicated to the memory of outstanding scientist, one of the pioneers of stochastic Hydrology and its founder in Georgia, Academician of the Georgian Academy of Sciences and Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor at the Tbilisi State University, Director of the Institute of Hydrometeorology of the Georgian Academy of Sciences, the Honored Scientist, holder of the orders of Peoples Friendship and Honor, the late Givi Svanidze.

Academician Givi Svanidze has passed the life full of hard work and magnificent victories. Due to his great talent, exemplary diligence and astonishing humanism he left unforgettable and bright memory everywhere, where he performed his activities.

The scientific activity of Givi Svanidze mainly was concentrated on the problems of Hydrology, Hydroenergetics and Hydraulic engineering. He is the author of 270 published scientific works, among them of 15 monographs, which deal with the problems of river runoff regulation. The offered volume contains latest papers by G.Svanidze.

In the 1971-1998 G.Svanidze chaired the Hydrology Department at the Ivane Javakhishvili Tbilisi State University and since 1976 up to end of his life he was the Director of the Institute of Hydrometeorology. He made a great contribution to the development of precipitation enhancement activities in Georgia. In the last year G.Svanidze actively participated in the works, carried out on the Climate Change problem. Under his guidance the part of Georgia's Initial National Communication under the UN Framework Convention on Climate Change has been prepared, devoted to the assessment of vulnerability and adaptation of water resources. At this period he also performed the duties of the President of Georgian Hydrological Association and of the Advisor on Hydrology to the Permanent Representative of Georgia to the World Meteorological Organization.

Under the guidance and consultations of G.Svanidze more than 40 theses of Masters and Doctors of Science have been defended. He was the First Vice-President of the Georgian Geographic Society and the Member of Geophysical Societies of the USA and Poland.

The memory of Givi Svanidze – great scientist, exemplary colleague and eminent person will remain forever in the history of Georgian science.

Академик Гиви Геденович Сванидзе

Предлагаемый сборник Трудов посвящен памяти выдающегося ученого, одного из основоположников стохастической гидрологии и ее основателя в Грузии, академика АН Грузии и членакорреспондента Российской Академии наук, профессора Тбилисского государственного университета, директора Института гидрометеорологии АН Грузии, Заслуженного деятеля науки, кавалера орденов «Дружбы народов» и «Чести» Гиви Геденовича Сванидзе.

Г.Г.Сванидзе прошел жизненный путь полный напряженного труда и блестящих побед. Благодаря своему огромному таланту, примерному трудолюбию и удивительному гуманизму везде где только ему приходилось работать он оставил незабываемые и светлые воспоминания.

Научная деятельность Г.Г.Сванидзе в основном определялась проблемами гидрологии, гидроэнергетики и гидротехники. Он является автором 270 опубликованных научных работ, в том числе 15 монографий, касающихся задач регулирования речного стока. В настоящий сборник включены последние статьи Г.Г.Сванидзе.

В 1971-1998 годах Г.Г.Сванидзе руководил кафедрой гидрологии Тбилисского государственного университета им. Ив.Джавахишвили, а с 1976 года до конца своей жизни – Институтом гидрометеорологии АН Грузии. Он сыграл большую роль в развитии работ по искусственному увеличению осадков в Грузии. В последние годы Г.Г.Сванидзе активно участвовал в работах, связанных с проблемой изменения климата. Под его руководством была выполнена часть Первого Национального Сообщения Грузии по Рамочной конвенции ООН по изменению климата, посвященная оценке уязвимости и адаптации водных ресурсов относительно ожидаемого изменения климата. В эти годы Г.Г.Сванидзе выполнял также обязанности Президента Гидрологической ассоциации Грузии и советника по гидрологии постоянного представителя Грузии при Всемирной Метеорологической Организации.

Под руководством и консультатством Г.Г.Сванидзе защищено более 40 кандидатских и докторских диссертаций. Он был первым вице-президентом Географического Общества Грузии, членом Геофизического общества США и Польши.

Имя академика Гиви Сванидзе – крупного ученого, примерного коллеги и блестящего человека навеки останется в истории грузинской науки.

უკ 626.812

გ.სვანიძე, ვ.ცომაია, რ.მესხია

**საქართველოს წყლის რესურსების მოწყობლა და
ადაპტაციის ღონისძიებები**

საქართველოს ტერიტორიაზე წყლის რესურსების ძირითად წყაროებს წარმოადგენენ მდინარეები, გრუნტის წყლები, მყინვარები, ჭაობები, ტბები და წყალსაცავები. მათ შორის მნიშვნელოვანია პირველი სამი სახის წყლის ობიექტი, რომლებიც განსაზღვრავენ წყლის რესურსებთან დაკავშირებულ ყველა მოვლენას, პროცესს, მათ მსვლელობასა და გავლენას გარემოზე.

წყლის ობიექტებს შორის წამყვანი ადგილი უკავია მდინარეებს, რომლითაც მდინარია საქართველო, აქ აღრიცხულია 26 ათასი მდინარე, რომელთა საერთო სიგრძე შეადგენს 60 ათას კმს, ხოლო მდინარეთა ქსელის საშუალო სიმჭიდროვე 0,85 კმ/კმ². ამით იგი თითქმის 3ჯერ უსწრებს მეზობელ აზერბაიჯანს, და საერთოდ, ყოფილ საბჭოთა კავშირს. მდინარეთა ჰიდროგრაფიული ქსელი არათანაბრადაა განაწილებული საქართველოს ტერიტორიაზე. დასავლეთ საქართველოში ირიცხება 18100 მდინარე, საერთო სიგრძით 35 ათასი კმ, რაც შეადგენს საერთო რაოდენობისა და სიგრძის 69 და 58%ს შესაბამისად. იგი ასევე გამოირჩევა მდინარეთა ქსელის დიდი სიმჭიდროვით 1.07 კმ/კმ². აღმოსავლეთ საქართველოში მდინარეთა ქსელი შედგება თითქმის 8 ათასი (31%) მდინარისაგან, რომელთა საერთო სიგრძე 25 ათას კმს (41%) შეადგენს, ქსელის სიმჭიდროვე 0.68 კმ/კმ².

მდინარეთა ქსელის ძირითად ნაწილს წარმოადგენენ სრულიად პატარა და ძალიან პატარა კლასის მდინარეები, რომელთა სიგრძე <10 კმზე. მათ წილზე მოდის 25 ათასი (97%) მდინარე, საერთო სიგრძით 43 ათასი კმ (72%). ასევე ბევრია პატარა კლასის მდინარე, რომელთა სიგრძე 10100 კმს შეადგენს. მათ წილზე მოდის 690 (2.6%) მდინარე, საერთო სიგრძით 13 ათასი კმ (22%). ძალიან უმნიშვნელოა საშუალო კლასის მდინარეთა რაოდენობა, რომელთა სიგრძე შეადგენს 101500 კმს. ასეთი მდინარე სულ 14ია (0.027%). ისინი გამოირჩევიან შენაკადების დიდი რაოდენობით. პირველ ადგილზეა მდ. მტკვარი, რომლის აუზში ირიცხება 6434 (24.7%) მდინარე, საერთო სიგრძით 13656 კმ (22.9%). მდინარეები, რომელთა ქსელი შედგება 10003000 შენაკადისაგან, ნია: ყვირილა (3320 მდინარე, 6112 კმ საერთო სიგრძით), ქციახრამი (2260 მდინარე და 6717 კმ), ალაზანი (1796 მდინარე და

6845 კმ), აჭარისწყალი (1511 მდინარე და 2115 კმ), ხობისწყალი (1038 მდინარე და 1635 კმ), კოდორი (1307 მდინარე და 2121 კმ).

მდინარეთა ქსელის სიმჭიდროვეს ახასიათებს ვერტიკალური განაწილება იგი ზღვის დონიდან სიმაღლის ზრდასთან ერთად იზრდება, აღწევს მაქსიმუმს მთების საშუალო სიმაღლეზე, შემდეგ კი სათავეებისაკენ მცირდება. ასეთივე ხასიათს ატარებს მდინარეების განაწილება კატეგორიების მიხედვით, რომელთა რაოდენობა იზრდება მდინარეების სიგრძისა და წყალშემკრები აუზის ფართობის ზრდასთან ერთად. მათი განაწილებისათვის დამახასიათებელია მდინარეების რაოდენობისა და სიგრძეების ზრდა დაბალი კატეგორიიდან მაღალი კატეგორიისაკენ.

მდინარეები განირჩევიან წყალშემკრები აუზის ფართობებით; იგი დიდ გავლენას ახდენს მდინარის წყლიანობაზე და ფართო გამოყენება აქვს ჰიდროლოგიურ და ჰიდროგრაფიულ გაანგარიშებებში. მდ. მტკვრის აუზი 188000 კმ² (საქართველოს ფარგლებში 19050 კმ²), ჭოროხი 22100 კმ² (საქართველოს ფარგლებში 1600 კმ²), რიონი 13400 კმ², ალაზანი 10800 კმ² (საქართველოს ფარგლებში 5943 კმ²), ქციახრამი 8340 კმ² (საქართველოს ფარგლებში 4600 კმ²), იორი 4650 კმ² (საქართველოს ფარგლებში 4190 კმ²), ენგური 4060 კმ² და სხვ. საერთოდ ჭარბობენ მდინარეები, რომელთა წყალშემკრები აუზის ფართობი <500 კმ², მათ წილზე მოდის მდინარეების საერთო რაოდენობის 99.8%.

მდინარეების ჰიდროგრაფიული ქსელის პარამეტრები იცვლება არა მარტო ტერიტორიის მიხედვით, არამედ დროის მიხედვითაც, როგორც ანთროპოგენური, ასევე ბუნებრივი ფაქტორების გავლენით. მნიშვნელოვნად გაფართოვდა სარწყავი არხების რაოდენობა და მშენებლობა. დღეისათვის გვაქვს თანამედროვე ჰიდროტექნიკური ნაგებობებით აღჭურვილი სარწყავი სისტემები: ტაშისკარის, ტირიფონის, სკრაგრაკალის, ტეხიოკამის, მუხრანის, მისაქციელის, სამგორის, ალაზნისა და სხვა. მათი სარწყავი არხების საერთო სიგრძემ 18 ათას კმმდე მიაღწია, რის შედეგად სარწყავ ფართობზე ქსელის სიმჭიდროვე გაიზარდა 3.5 კმ/კმ²მდე, რაც 610ჯერ მეტია ვიდრე ბუნებრივი ქსელის სიმჭიდროვე. მაგრამ, არის რაიონები, სადაც ადგილი აქვს მდინარეთა ქსელის პარამეტრების ზრდას ან შემცირებას, რომელიც პერიოდულ ხასიათს ატარებს. ამით გამოირჩევა მაღალმთიანი რაიონი, სადაც ადგილი აქვს გამყინვარებას. ვიურმის გამყინვარების დროს მდინარეთა ქსელის სიმჭიდროვე 3ჯერ ნაკლები იყო თანამედროვე მდინარეთა ქსელის სიმჭიდროვეზე. ამრიგად, გამყინვარების გავრცელების ზონაში მდინარეთა ქსელის სიმჭიდროვე მცირდება გამყინვარების გაძლიერებასთან ერთად და პირიქით.

საქართველოს წყლის რესურსებს შორის მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია თანამედროვე გამყინვარებას, რომელიც წარმოადგენს პლეისტოცენის რიგით მესამე ვიურმის გამყინვარების ნაშთს. იგი დაიწყო 24000 წლის წინათ და თავისი განვითარების მაქსიმალურ სტადიაში, რასაც 2000 წელი დასჭირდა, ეკავა 1617 ათასი კმ² ფართობი, რაც შეადგენდა კავკასიონის მთლიანი გამყინვარების 35%-ს. მაშინ მყინვარები ეშვებოდნენ ძალიან დაბლა 8001000 მეტრამდე ზღვის დონიდან, ზოგიერთი მყინვარის სიგრძე 6070 კმს აღწევდა. მდ. ენგურის აუზი სოფ. ხაიშამდე თითქმის დაკავებული იყო მყინვარებით, რომელთაც ეკავათ დაახლოებით 2700 კმ² ფართობი. 1213 ათასი წლის წინ დაიწყო მყინვარების დეგრადაცია და ჩვენი წელთაღრიცხვის XIII საუკუნისათვის მათი ფართობი ძლიერ შემცირდა. XIVXVII საუკუნეების ძლიერ ნალექიანობასა და ჰაერის დაბალ ტემპერატურას მოჰყვა მყინვარების გაძლიერება (მცირე გამყინვარება), რომელმაც მაქსიმალურ განვითარებას მიაღწია გასული საუკუნის 50იან წლებში (ფერნაუს სტადია). მაშინ მყინვარების საერთო ფართობი გაიზარდა 40%-ით XIII საუკუნის ფართობთან შედარებით. მომდევნო წლებში ისევ დაიწყო მყინვარების დეგრადაცია. მათი ფართობი შემცირდა 511 კმ²მდე, რაც შეადგენს კავკასიონის გამყინვარების 36%-ს და 17%-ით ნაკლებია 1891 წლის გამყინვარების ფართობზე. მაგრამ მყინვარების დეგრადაცია ბოლო 150 წლის განმავლობაში არ იყო უწყვეტი: ცალკეულ წლებში (სულ 67ჯერ) ადგილი ჰქონდა მყინვარების გააქტიურებას. შედარებით ძლიერი იყო ჩვენი საუკუნის 6070 წლების მცირე აცივების პერიოდი, რომელიც გამოწვეული იყო 19551965 წლების (5 წელი) ძლიერი ნალექიანობით, რასაც მოჰყვა მყინვარების გააქტიურება, წინსვლა 30120 მმდე. მას შემდეგ, ისევე, როგორც გლობალური მასშტაბით, აქაც დაიწყო მყინვარების დეგრადაცია, რომელიც დღემდე გრძელდება.

თანამედროვე გამყინვარებით მდიდარია კავკასიონის ქედი; აქ გამოირჩევა მდ. ენგურის აუზი, სადაც მყინვარებს უკავიათ 288 კმ² ფართობი, რომელშიც დაგროვილია 22.5 კმ³ წყალი, რაც შეადგენს საქართველოს მთელი გამყინვარების ფართობისა და მოცულობის 56 და 75%-ს შესაბამისად. შემდეგ მოდის მდ. თერგი (ყაზბეგის რაიონში) 68 კმ² (13%) და 3.34 კმ³ (11%), მდ. რიონი 63 კმ² (12%) და 2.2 კმ³ (7%), მდ. კოდორი 60 კმ² (11%) და 1.6 კმ³ (5%); მყინვარები აგრეთვე გავრცელებულია მდინარეების ბზიფის (7.8 კმ² და 0.19 კმ³), კელასურის (1.5 კმ² და 0.03 კმ³), ხობის (1.6 კმ² და 0.04 კმ³), დიდი ლიახვის (6.6 კმ² და 0.13 კმ³), არაგვის (1.6 კმ² და 0.03 კმ³) აუზებში.

მყინვარების რეჟიმი აშკარად უკავშირდება ნალექებს და ჰაერის ტემპერატურას. ფირნის ხაზის საშუალო სიმაღლის 3400 მის შემთხვევაში, ჰაერის ტემპერატურის 1⁰ჩით მატებისას ფირნის ხაზი აი-

წევს 160 მეტრით, ჩამონადენის ფენის სიმაღლე გაიზრდება 500550 მმით; ჰაერის ტემპერატურის 2⁰ჩით აწვევის შემთხვევაში, რაც სავარაუდოა მყინვარების სუსტი გავრცელების რაიონებში, ფირნის ხაზი აიწვევს 320 მეტრით და ბევრი მყინვარი აღმოჩნდება საზრდოობის (ფირნის) ველის გარეშე, რაც მყინვარების სრულ გაქრობას გამოიწვევს, როგორც ამას ადგილი აქვს დღეს გამყინვარების აღმოსავლეთ და დაბლამდებარე რაიონებში. მყინვარების დნობის შედეგად მდინარეები იღებენ დამატებით 1.5 კმ³ ნაღნობ წყალს, ზოგიერთი მდინარე კი 0.86 კმ³ს (მდ. ენგური), ე.ი. თითქმის იმდენს, რამდენიც ჯვრის წყალსაცავში. გარდა ამისა, მყინვარები წარმოადგენენ სხვადასხვა სახის რეკრეციული მეურნეობის, ეროვნული მყინვარული პარკების შექმნის საფუძველს, ადგილობრივი მოსახლეობის შემოსავლის წყაროს. ამიტომ, მყინვარები უნდა შენარჩუნებულ იქნეს ადაპტაციის საჭირო ღონისძიებათა განხორციელების საფუძველზე.

ჭაობები, დაჭაობებული ადგილები, დაჭაობებული წყალსატევები წარმოადგენენ ჭარბი ტენის დაგროვების ადგილებს. საქართველოს ტერიტორიაზე აღრიცხულია 87 ჭაობი და დაჭაობებული ადგილი, რომელთა საერთო ფართობი 1081 კმ²ს შეადგენს. 10 კმ²მდე ფართობის მქონე ჭაობი და დაჭაობებული ადგილები 39ია 232 კმ² საერთო ფართობით. გაცილებით ნაკლებია რაოდენობის მხრივ დიდი ჭაობები და დაჭაობებული ადგილები, რომელთა ფართობები 10 კმ²ზე მეტია ასეთი სულ 11ია (12%), მაგრამ ძლიერ განვითარებულ ერთეულებს წარმოადგენენ, მათ უკავიათ თითქმის 600 კმ² ფართობი, რაც მთელი ფართობის 55%ს შეადგენს. 100 მეტრ სიმაღლემდე გავრცელებული ჭაობები დამახასიათებელია დასავლეთ საქართველოსათვის. ეს არის კარგად ცნობილი კოლხეთის დაბლობის ჭაობები და დაჭაობებული ადგილები, სადაც აღრიცხულია 17 (20%) ჭაობი 634 კმ² (59%) საერთო ფართობით.

ჭაობებისა და დაჭაობებული ადგილების გამოყენებას ყურადღება ექცევა ბოლო ათწლეულებში. გატარებულ იქნა დაშრობის მთელი რიგი ღონისძიება. ამ ზონაში მოექცა კოლხეთის დაბლობის აღმოსავლეთ ნაწილისა და სხვა 1000 მეტრ სიმაღლემდე მდებარე ჭაობებისა და დაჭაობებული ადგილების დაშრობა; მიმდინარეობს მათი მიწების საცხოვრებელ მასივებად და სავარგულებად გამოყენება. საჭიროა დადგინდეს ჭაობების წყლის ბალანსი, წყლისა და სითბოს ურთიერთკავშირის რეჟიმის რაოდენობრივი დახასიათება და სხვ. ამისათვის საჭიროა ზოგიერთი საინტერესო ჭაობის ეროვნულ ნაკრძალად გამოცხადება და სათანადო ადაპტაციის ღონისძიებათა განხორციელება.

ტბებსა და წყალსაცავებს უკავიათ შესაბამისად 170 და 163 კმ² ფართობი, რომლებიც წარმოდგენილია ასევე შესაბამისად 856 და 44

ერთეულისაგან. მათში დაგროვილია შესაბამისად 0.72 და 3.32 კმ³ წყალი.

საქართველოს წყლის ჯამური რესურსები 100 კმ³ს აღწევს. აქედან, მდინარეების წილად მოდის 65 კმ³, მყინვარების 30 კმ³, ტბების 0.72 კმ³, წყალსაცავების 3.32 კმ³, ჭაობების 1.9 კმ³ მოცულობის წყალი. მათ შორის დაახლოებით 35 კმ³ მოცულობის წყალი, რომელიც თავმოყრილია მყინვარებში, ტბებში, წყალსაცავებსა და ჭაობებში, წყლის საუკუნოვან მარაგს წარმოადგენს და წყლის წრებრუნვაში ნაკლებ მონაწილეობას იღებს (ნახ. 1). 65კმ³ მოცულობის მდინარის ჩამონადენიდან 56.5 კმ³ ფორმირდება საქართველოს ტერიტორიაზე, რაც მთელი ჩამონადენის 86%ს შეადგენს. დანარჩენი 8.74 კმ³ (14%) შემოდის მის გარეთ მდებარე ტერიტორიებიდან (სომხეთიდან და თურქეთიდან). საქართველოს ტერიტორიაზე წყლის ეს რესურსები არათანაბრადაა განაწილებული, რაც კარგად ჩანს ცხრ. 1დან.

რეგიონებში ჩამონადენი კიდევ უფრო არათანაბრადაა განაწილებული. მის ნათელ სურათს იძლევა ჩამონადენის განაწილება ადმინისტრაციული რაიონების მიხედვით. დიდი ჩამონადენით (3.0კმ³ და მეტი) გამოირჩევიან გუდაუთის, სოხუმის, გულრიფშის და ოჩამჩირის რაიონები. ასევე შედარებით დიდი (1.52.0კმ³) ჩამონადენით გამოირჩევიან ისევ დასავლეთ საქართველოს სხვა ადმინისტრაციული რაიონები. ჩამონადენი 1.01.5 კმ³ გრადაციის ფარგლებში მოიცავს დასავლეთ და ასევე, აღმოსავლეთ საქართველოს. აღმოსავლეთ საქართველოში ამით გამოირჩევა ყაზბეგის, ჯავისა და დუშეთის რაიონები. განსაკუთრებით დაბალი ჩამონადენი (0.10.2კმ³ზე ნაკლები) გვაქვს აღმოსავლეთ საქართველოს აღმოსავლეთ და სამხრეთ რაიონებში. დანარჩენ რაიონებში ეს ჩამონადენი მერყეობს 0.21.0კმ³ ფარგლებში.

ცხრილი 1 წყლის რესურსების განაწილება რეგიონების მიხედვით 1980 წლის დონეზე (ჩამონადენი კმ³ში)

რეგიონი	ადგილობრივი	მეზობელი ქვეყნიდან შემოსული	ჯამი
დასავლეთ საქართველო	43.8	6.62	50.4
აღმოსავლეთ საქართველო	12.7	2.12	14.8
საქართველო	56.5	8.74	65.2

განახლებადი წყლის რესურსები დიდ როლს თამაშობს ქვეყნის ეკონომიკაში ენერგეტიკაში, მრეწველობაში, კომუნალურ მეურნეობაში, მედიორაციაში. ამის შედეგად 1980-1990 წლების დონისათვის განახლებადი წყლის რესურსების კომპლექსურმა გამოყენებამ სახალხო მეურნეობაში 5.2 კმ³ს მიაღწია, რაც მთელი წყლის რესურსების 8%-ს შეადგენს. აქედან დაახლოებით 70% (3.5 კმ³) გამოყენებულია სოფლის მეურნეობაში (ნათესების მორწყვისათვის, ზამთრის საძოვრების გაწყლოვანებისათვის, სოფლის მოსახლეობის საყოფაცხოვრებო და კომუნალური საჭიროებისათვის და სხვა). დანარჩენი 1.7 კმ³ წყალი გამოყენებულია მრეწველობაში, ქალაქების კომუნალურ მეურნეობაში. აღმოსავლეთ საქართველოში ადგილი აქვს თითქმის 5ჯერ მეტ წყალგამოყენებას, ვიდრე დასავლეთ საქართველოში. პერსპექტივაში გათვალისწინებული წყლის კომპლექსური გამოყენება გაიზარდოს 67 კმ³მდე.

გამოყენებული წყლის რესურსებიდან მდინარეებს უბრუნდება მხოლოდ 2025% წყალი, დანარჩენი იხარჯება მცენარეების ვეგეტაციაზე, აორთქლებაზე, ნიადაგში ჩაუნვაზე და სხვა. ამასთან, საყურადღებოა, რომ განახლებადი წყლის რესურსების წყლების სარწყავ ტერიტორიაზე მისაყვანად გაყვანილია 10 ათასი კმ სიგრძის არხები (დასაშრობი არხების ჩათვლით), რაც მდინარეების საერთო სიგრძის 40%-ს შეადგენს. ეს ცხადია, ზრდის წყლის დანაკარგებს.

წყალაღება იწვევს მდინარეების წყლის ჩამონადენის შემცირებას და იგი ხასიათდება წყლის ხარჯის შემცირების კოეფიციენტით, რომლებიც საქართველოს მთელი ტერიტორიისათვის უმნიშვნელოა და შეადგენს 0.93ს. ახლო მომავალში გათვალისწინებულია წყლის კომპლექსური გამოყენების ზრდა, რის შედეგად წყლის ხარჯის დამახინჯების კოეფიციენტი 0.91ს მიაღწევს. ყველა ჰიდროლოგიური საგუშაგოსათვის გამოთვლილ იქნა წლიური წყლის ხარჯის დამახინჯების კოეფიციენტი. ამ კოეფიციენტის გეოგრაფიული განაწილების რუკა წარმოდგენილია ნახ. 2ზე.

რუკიდან ჩანს, რომ საქართველოს დიდ ტერიტორიაზე (80%-ზე), წყლის ხარჯის შემცირებას ადგილი არა აქვს, მისი კოეფიციენტი $k=1.0$. ტერიტორიის დანარჩენ ფართობზე ადგილი აქვს წყლის მარაგის შემცირებას წყალაღების გამო. ყველაზე პატარა ფართობებით იგი წარმოდგენილია დასავლეთ საქართველოში მდ. რიონისა და მისი შენაკადების შესართავების რაიონში კოლხეთის დაბლობის ფარგლებში და მდ. აჭარისწყალის აუზში. ეს კოეფიციენტი 0.95ზე დაბლა არ ჩამოდის. წყლის ხარჯების ყველაზე დიდ შემცირებას ადგილი აქვს აღმოსავლეთ საქართველოში, სადაც ეს კოეფიციენტი ეცემა 0.65მდე და მოიცავს მდ. იორის ქვემო დინებას, მდ. მტკვრის მარცხენა და მარჯვენა შენაკადებს ქვემო ქართლის ვაკის ფარგლებში. მისი

ზედა საზღვარი, სადაც $k=1.0$, გადის 700800 მეტრის სიმაღლეზე. მის ზემოთ წყლის ხარჯის შემცირებას არა აქვს ადგილი, მაგრამ, მაინც გამოიყოფა მდინარეების ფარანისა და ფოცხოვის აუზები, სადაც შემცირების კოეფიციენტი, ისე როგორც დასავლეთ საქართველოში, 0.95-ზე მეტია.

წყლის ხარჯების შემცირების დაბალ კოეფიციენტებს ადგილი აქვთ ცალკეული თვეებისათვის; ეს ჩანს მდ. ქციახრამის (ს. იმირი) მაგალითზე, მისი წყლის მაქსიმალურად გამოყენების თვეებში. წყალმცირების 1958, 1960, 1961 წლებში, ჩამონადენის შემცირების კოეფიციენტი უფრო მეტად ეცემა (0.360.51) და იზრდება მდინარის წყლიანობის ზრდასთან ერთად. შედარებით უხეწყლიან 1951, 1955 და 1959 წლებში, დამახინჯების კოეფიციენტი 0.580.62მდე აღწევს. იგივე ხასიათის დამოკიდებულებას აქვს ადგილი სხვა მდინარეებზეც.

განახლებადი წყლის რესურსების და მასთან დაკავშირებული სხვა მოვლენების მდგომარეობა 1980 წლის დონისათვის საფუძვლად დაედო 2010, 2030 და 2075 წლების დონეებზე საპროგნოზო მრავალწლიური წყლის საშუალო ხარჯების სავარაუდო პროგნოზს.

გამოყენებულ იქნა დეტერმინისტული, კონცეპტუალური (SRM) და გეოგრაფიულჰიდროლოგიური მოდელები. დეტერმინისტული მოდელის რიცხვითი რეალიზაციისათვის საჭირო ინფორმაცია თოვლის ნაღობი წყლის, წვიმის წყლის, მიწისქვეშა ჩამონადენის ინტენსივობის, თოვლის მოსვლის, თოვლში სიცივის მარაგის ზრდის, თოვლიდან აორთქლების, თოვლის საფარში წყლის გაყინვის, თოვლის დნობის, თოვლის ზედაპირზე წვიმის მოსვლის, თოვლის საფარში წყლით გაჯერების და წყალგაცემის, ინფილტრაციისა და სხვათა შესახებ. იგი ხორციელდება მდინარის აუზში გამოყოფილი ერთგვარი ლანდშაფტური ტიპების მიხედვით. კონცეპტუალური (SRM) მოდელის საფუძველზე კლიმატის ცვალებადობის გავლენის შეფასების დღევანდელი მიდგომა მოიცავს სხვადასხვა წყალბალანსურსა და ნალექჩამონადენის მოდელებს. მათი საშუალებით წარმოებს წყლის მოძრაობის მოდელირება იმ დროიდან, როდესაც იგი ხვდება აუზში ნალექის სახით და იმ დრომდე, როდესაც იგი ტოვებს წყალშემკრებს ჩამონადენის სახით. მოდელის სტრუქტურა ითვალისწინებ C ჩამონადენის კოეფიციენტს, C_m თოვლის დნობის დანაკარგებს, h_f წვიმის დანაკარგს, P_s – თოვლის სიმკვრივეს, T დღელამის ტემპერატურულ ფაქტორს, Δt – ტემპერატურის შემცირებას და მის გრადიენტს, h_{st} მეტეოსადგურის სიმაღლეს ზღვის დონიდან, h აუზის ან ზონის საშუალო სიმაღლეს, S თოვლის საფარის ფართობს, P ნალექების წველილს ჩამონადენში, A აუზის ან ზონის ფართობს, k_1 გადაწყვან

და k_2 გამომდევის კოეფიციენტებს და სხვა. კერძოდ, ჩამონადენი გამომდევებს ფორმულით:

$$Q = [C_m Q_n (T_n + \Delta T) S_n + C_m P_n] A 1000 / 86400 (1 + K_{n+1}) + Q_n K_{n+1} \quad (1)$$



ნახ.1.საშუალო წლიური ჩამონადენი (მმ)

მოდელი გამოიყენება აუზებისათვის, რომლებს სიმაღლეთა სხვაობა არ აღემატება 500 მს. თუ ეს სიდიდე მეტია, რეკომენდებულია აუზის

დაყოფა სიმაღლებრივ ზონებად 500 მეტრიან შუალედებით. 1500 მიანი სიმაღლეთა დიაპაზონის აუზისათვის გვექნება სამი ზონა და განტოლება (1) წარმოგვიდგება 3 განტოლების სახით, თითოეული დიაპაზონის თავისებურებათა გათვალისწინებით.

გეოგრაფიულჰიდროლოგიური მოდელი ითვალისწინებს წლიური ჩამონადენისა და მისი პარამეტრების (წყალიდიდობის დაწყების, თოვლის დნობის ჩამონადენის, მყარი ნალექების და მასთან დაკავშირებული თოვლის საფარის სისქისა და მასში წყლის მარაგის და სხვათა) გამოთვლას.

ჩამონადენის გამოსათვლელ ძირითად ფორმულას წარმოადგენს:

$$Q_i = \frac{Q_0 - Q_M}{x_0(t_0 + 8)} x_i(t_i + 8) + Q_M \quad (2)$$

თუ $x_i = x_0$, მაშინ

$$Q_i = \frac{Q_0 - Q_M}{x_0(t_0 + 8)} (t_i + 8) + Q_M \quad (3)$$

თუ $t_i = t_0$, მაშინ

$$Q_i = \frac{Q_0 - Q_M}{x_0} x_i + Q_M \quad (4)$$

სადაც (Q_0), (Q_M) და (x_0) არის შესაბამისად წლიური წყლის ხარჯის ნორმა, წყლის მინიმალური ხარჯი და წლიური ნალექების ნორმა. (t_0+8) და (t_i+8) წარმოადგენენ ტემპერატურულ ფაქტორებს. გამოთვლა ტარდება მეტეოროლოგიური სადგურების მიხედვით ცალცალკე, ხოლო მათი გასაშუალებით გამოითვლება მთლიანი ჩამონადენი.

საქართველოს სხვადასხვა მდინარეებისათვის დამოუკიდებელ და დაკვირვებულ წლიურ ჩამონადენს შორის კარგი შესაბამისობა აღმოჩნდა; საშუალო ცდომილება შეადგენს 1520%ს პირველი და მეორე მოდელების გამოყენების შემთხვევაში და 57%ს გეოგრაფიულჰიდროლოგიური მოდელის გამოყენების შემთხვევაში.

თვით ეს მეთოდი იძლევა ყველა შემთხვევაში კარგ შედეგს. მაგალითად, დეტერმინისტული მოდელის გამოყენებისას ყველაზე უარესი შედეგი მივიღეთ მდ. მტკვარი ს. შინაძესთან. ცდომილება შეადგენს საშუალოდ 59%ს. ფორმულების (2), (3) და (4) გამოყენების

დროს საშუალო ცდომილება შეადგენს 11%-ს. გარდა ამისა ეს ფორმულები, განსაკუთრებით ფორმულა (3), გამოირჩევა კიდევ იმ უპირატესობით, რომ იგი საპროგნოზო პერიოდისათვის იძლევა საიმედო შედეგს, რადგან იგი ემყარება უფრო მეტად ჰაერის ტემპერატურას. მაგალითად, გლობალური დათბობის შემთხვევაში იღებენ ჰაერის ტემპერატურის შესაძლო ცვლილებებს 1 ან 2⁰ სიდიდით. გამოთვლებმა გვიჩვენა, რომ ჰაერის ტემპერატურის 1 ან 2⁰ით მატებისას, დასაფლეთ საქართველოს მდინარეებზე (ბზიფი, ენგური, რიონი) ჩამონადენი გაიზრდება საშუალოდ შესაბამისად 79 და 814%-ით. მდ. აჭარისწყალზე კი შემცირდება ასევე შესაბამისად 2 და 4%-ით. მაგრამ, მიღებული შედეგები სავარაუდოა, რადგან ფაქტიური დაკვირვებების მასალებში შერჩეულ 23 წლის შემთხვევაში, სადაც მართლაც ჰქონდა ადგილი ჰაერის ტემპერატურის გადიდებას 1 ან 2⁰ით, სხვა შედეგები იქნა მიღებული.

ამიტომ გამოყენებულ იქნა მეთოდი, რომელიც ითვალისწინებს თვით ჩამონადენის ცვლილების დინამიკას, რადგან ჩამონადენის ეს ცვლილება არის ძირითადად ნალექებისა და ჰაერის ტემპერატურის ცვლილების ერთობლივი მოქმედების შედეგი. ამ მეთოდს ჩამონადენის ცვლილების ინერციის მეთოდი ეწოდა. ამისათვის გამოყენებულ იქნა დაკვირვების ხანგრძლივი პერიოდის საშუალო სიდიდეები, ამოკრეფილი 1962, 1970, 1975, 1980 და 1990 წლების წყლის კადასტრებიდან, სადაც მათი მნიშვნელობები გამოთვლილია დაკვირვების დაწყებიდან 1962, 1970, 1975, 1980 და 1990 წლებამდე; მათი დინამიკის საფუძველზე, საპროგნოზო 2010, 2030, 2075 წლებისათვის გამოთვლებმა გვიჩვენა, რომ 1980 წლის დონეზე ნაკლები ხარჯები მოსალოდნელია 28 (21%) ჰიდროლოგიურ კვეთში, კოდორისა და ენგურის სათავეების შენაკადებისათვის, დასავლეთ საქართველოს სამხრეთ მთიანეთის მდინარეებისათვის ხანისწყალიჩაქვისწყლის უბანზე, მდ. ყვირილას აუზის ზოგიერთ მდინარეზე. აღმოსავლეთ საქართველოში მას ადგილი ექნება მდ. მტკვარზე (ზაჰესი და ქ. თბილისი) და მის პატარა შენაკადებზე ბორჯომის ქვემოთ, ასევე მდ. დურუჯზე. საერთოდ, აღმოსავლეთ საქართველოს მაგალითზე, წყლის ხარჯების გადახრა 2010 და 2030 წლებისათვის 1980 წლის დონესთან შედარებით იცვლება შესაბამისად -14 +39 მ³/წმ და -24 +52 მ³/წმ ფარგლებში, საშუალო გადახრა კი შეადგენს შესაბამისად +5 და +10%-ს. ხარჯების შემცირების ტენდენცია კოდორისა და ენგურის სათავეებში გამოწვეულია თოვლიანობის ზრდის ტენდენციით ალბედოს ზრდის გამო, რის შედეგად მცირდება მყინვარების დნობა და მათი ჰიდროლოგიური ეფექტიანობა, ხოლო მდ. მტკვარზე ძველითილისის უბანზე ხარჯების შემცირების ტენდენცია გამოწვეულია მდ. არაგვიდან 25 მ³/წმ

წყალაღებით ქ. თბილისის წყალმომარაგებისათვის და თბილისის წყალსაცავის საზრდოობისათვის.

აღნიშნული მეთოდებით გამოთვლილია ყველა მდინარის ჩამკეტი ჰიდროლოგიური კვეთისათვის ჯამური ჩამონადენი. ასეთი კატეგორიის მდინარე 13 აღმოჩნდა დასავლეთ საქართველოში, 7 აღმოსავლეთ საქართველოში. მათი საშუალო მრავალწლიური ჯამური ჩამონადენი 1960, 1970, 1975, 1980 და 1990 წლებისა და საპროგნოზო 2010, 2030 და 2075 წლებისათვის გამოთვლილ იქნა ჩამონადენის ციკლური ცვალებადობის გაუთვალისწინებლად (I ვარიანტი) და გათვალისწინებით (II ვარიანტი). აღმოჩნდა, რომ მრავალწლიური საშუალო ხარჯი გაიზრდება 4, 7 და 13%-ით 2010, 2030 და 2075 წლების დონისათვის 1980 წლის დონესთან შედარებით, ამასთან ეს მატება დასავლეთ საქართველოში 24%-ით მეტი იქნება ვიდრე აღმოსავლეთ საქართველოში (ცხრ.2). შეიძლება ველოდოთ წლიური ხარჯების მწკრივების ვარიაციას ჩამონადენის ციკლური ცვალებადობის გამო, კერძოდ, მატების ფაზაში (19752015 და 20552075 წლებში) ადგილი ექნება ზრდას, ხოლო დაცემის ფაზაში (20152055 წლებში) კლებას, მაშინ მრავალწლიური საშუალო ხარჯი გაიზრდება 3.844%-ით მთლიანად საქართველოში, 1.932%-ით აღმოსავლეთ საქართველოში და 4.550%-ით დასავლეთ საქართველოში 1980 წლის დონესთან შედარებით.

წინასწარი მოსაზრებებით საქართველოში მდინარეული ჩამონადენი 20102030 წლების განმავლობაში განიცდის მატებას 47%მდე. შესაბამისად, გაიზრდება ჰიდროენერგოსადგურებზე გამომუშავებული ენერჯია.

საქართველო მდიდარია ჰიდროენერგეტიკული რესურსებით. იგი შეადგენს 229 მლრდ კვტსთ, რომლის დიდი ნაწილი 219 მლრდ კვტსთ (96%) ადგილობრივი რესურსებია; მხოლოდ 10 მლრდ კვტსთ (4%) მოდის ტრანზიტული ჰიდროენერგეტიკული რესურსების ხარჯზე. ეს რესურსები საქართველოს ტერიტორიაზე არათანაბრადაა განაწილებული. მისი უდიდესი ნაწილი 165 მლრდ კვტსთ (72%) მოდის დასავლეთ საქართველოზე (განსაკუთრებით მის ჩრდილო ნახევარზე). 64 მლრდ კვტსთ (28%) მოდის აღმოსავლეთ საქართველოზე. აქაც შედარებით დიდი ჰიდროენერგეტიკური რესურსებით გამოირჩევა ჩრდილოეთი ნაწილი. საერთოდ საქართველოს ჩრდილოეთ ნაწილში 5ჯერ მეტი ჰიდროენერგორესურსებია სამხრეთ საქართველოსთან შედარებით. აღრიცხული 208 დიდი, საშუალო და პატარა მდინარიდან 19 დიდი მდინარე იძლევა 72 მლრდ კვტსთ ენერჯიას, მათ შორის 5 მლრდ კვტსთზე მეტი ენერჯიით გამოირჩევიან მდინარეები ენგური (12.4 მლრდ კვტსთ), რიონი (10 მლრდ კვტსთ), მტკვარი (9.4 მლრდ

ჰიდროლოგია – HYDROLOGY - ГИДРОЛОГИЯ

კვტს), ცხენისწყალი (5.65 მლრდ კვტს) და კოდორი (5.4 მლრდ კვტს).

ცხრილი 2 საქართველოს მდინარეების ჩამონადენის სავარაუდო ცვლილება საპროგნოზო 2010, 2030 და 2075 წლებში 1980 წლის დონესთან შედარებით

რეგიონი	წლები					საპროგნოზო წლები		
	1960	1970	1975	1980	1990	2010	2030	2075
I ვარიანტი ძირითად მდინარეთა ჩამონადენი								
აღმ. საქ. მპ/წმ %	351	364	362	365	367	375 2.74	382 4.66	399 9.32
დას. საქ. მპ/წმ %	897	900	898	907	930	952 4.96	979 7.94	1044 15.1
საქართველო მპ/წმ %	1248	1264	1260	1272	1297	1327 4.32	1361 7.00	1443 13.4
II ვარიანტი ჩამონადენის ციკლური ცვალებადობის გათვალისწინებით								
აღმ. საქ. მპ/წმ %						375 2.74	372 1.91	377 2.74
დას. საქ. მპ/წმ %						952 4.96	948 4.52	951 4.85
საქართველო მპ/წმ %						1327 4.32	1320 3.77	1328 4.40
I ვარიანტი საქართველოს ტერიტორიის მთლიანი ჩამონადენი								
აღმ. საქ. მპ/წმ %				470		483 2.74	492 4.66	514 9.32
დას. საქ. მპ/წმ %				1600		1679 4.96	1727 7.94	1842 15.1
საქართველო მპ/წმ %				2070		2162 4.32	2219 7.00	2356 13.4
II ვარიანტი ჩამონადენის ციკლური ცვალებადობის გათვალისწინებით								
აღმ. საქ. მპ/წმ %				470		483 2.74	479 1.91	485 3.19
დას. საქ. მპ/წმ %				1600		1679 4.94	1672 4.52	1678 4.85
საქართველო მპ/წმ %				2070		2162 4.32	2158 3.77	2163 4.40

ასეთი ჰიდროენერგეტიკული რესურსების მახასიათებლით საქართველო მეოთხე ადგილზე იყო ყოფილ საბჭოთა რესპუბლიკებს შორის, ხოლო 1 კმ²-ზე ხვედრითი მახასიათებლით ერთერთი პირველი ადგილი უჭირავს მსოფლიოში.

ამჟამად ენერგოსისტემაში მუშაობს 60მდე მძლავრი, საშუალო და მცირე ჰესი. მათი საერთო დადგმული (საპროექტო) სიმძლავრე 2.7 მლნ კვტია, ხოლო გამოიმუშაება 10 მლრდ კვტსაათი. არსებული მდგომარეობით, რეალურად ამ ჰესების გამოიმუშაება 40%ით არის შემცირებული და 6 მლრდ კვტსაათს არ აღემატება, მაშინ, როდესაც 1988 წელს 8.7 მლრდ კვტსაათს შეადგენდა ეს იმის შედეგია, რომ უკანასკნელი 67 წლის მანძილზე არ ჩატარებულა არც კაპიტალური და არც მიმდინარე რემონტი. უნდა ვიფიქროთ, რომ უახლოესი 23 წლის განმავლობაში ჩატარდება არსებული ჰესების აღდგენარეაბილიტაცია, რაც გაზრდის ენერჯის გამოიმუშაებას 22.5 მლრდ კვტსაათით და მიადწევს 1988 წლის დონეს.

პარალელურად უნდა განახლდეს 700 მეგავატი სიმძლავრის ხუდონჰესის მშენებლობა, რიონის კასკადს შეემატოს ნამოხვანის, ტვიშისა და ჟონეთის ჰიდროელექტროსადგურები. ამ 4 ჰესის საერთო სიმძლავრე 1.14 მლნ კვტს შეადგენს, ხოლო ენერჯის გამოიმუშაება 3.3 მლრდ კვტსაათს. საერთოდ კი, უახლესი 2030 წლის განმავლობაში საქართველოში შეიძლება აშენდეს 300მდე საშუალო და მცირე ჰესი 40 მლრდ კვტსაათის საერთო გამოიმუშაევით. ამით პრაქტიკულად 80%ით იქნება ათვისებული ჩვენი ეკონომიკური ჰიდროენერჯეტიკული პოტენციალი (ტექნიკურად შესაძლებელია ორჯერ უფრო მეტი ენერჯის მიღება).

აღნიშნული მონაცემების საფუძველზე შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ჩამონადენის ამჟამად არსებული ნორმის ფარგლებში დარჩენის შემთხვევაში ენერჯის გამოიმუშაება დღევანდელ დონეზე იქნება; თუ ჩამონადენის მატებამ 2010-2030 წლებისათვის 47% შეადგინა, მაშინ იმავე ჰესებზე ყოველგვარი დამატებითი ხარჯების გარეშე მიღებულ იქნება 2010 წლისათვის 340 მლნ კვტსაათი, ხოლო 2030 წლისათვის 600 მლნ კვტსაათი.

გარდა ამისა, ახალი წყალსაცავების მშენებლობა მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს ჩამონადენის რეგულირების პირობებს, ამცირებს კატასტროფული წყალმოვარდნების საშიშროებას. ამას დაემატება კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილებით გამოწვეული ჩამონადენის შიგაწლიური განაწილების დადებითად შეცვლა, რაც გამოწვეულია ზამთრის ხარჯების ზრდასა და გაზაფხულზაფხულის ხარჯების შემცირებაში. ჩამონადენის ასეთი შესაძლო ტრანსფორმაცია აღნიშნულია მრავალი ავტორის მიერ და ჩვენი საკუთარი გამოკვლევებით დასტურდება.

ამრიგად, 21ე საუკუნის შუა ხანებამდე კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილება არა თუ არ გააუარესებს ენერჯეტიკის საჭიროებისათვის წყლის რესურსების გამოყენების პირობებს, არამედ, შესაძლოა, კიდევაც გააუმჯობესოს იგი.

წყლის რესურსებზე კლიმატის შესაძლო ცვლილების ზემოქმედების შერბილებებისათვის საჭირო ადაპტაციის ღონისძიებანი

საქართველოს მდიდარი წყლის რესურსები (65 მლრდ მ³) როგორც ამჟამად, ისე მომავალ საუკუნეში რაოდენობრივად სავსებით უზრუნველყოფს მისი მოსახლეობისა და სახალხო მეურნეობის მოთხოვნილებებს. ერთ სულ მოსახლეზე მოსული წყლის რაოდენობა საშუალოდ წელიწადში 12 ათას მ³-ია, რაც ერთერთი საუკეთესო მაჩვენებელია საერთაშორისო მასშტაბით. მიუხედავად ამისა, ეს რესურსები მეტად უთანაბროდ არის განაწილებული რესპუბლიკის ტერიტორიაზე. წყლის რესურსების თითქმის სამი მეოთხედი დასავლეთ საქართველოზე მოდის, ხოლო ერთი მეოთხედი აღმოსავლეთ საქართველოზე. გარდა ამისა, რიგ რაიონებში უკვე არსებობს წყლის მწვავე დეფიციტი, რაც დროზე უნდა იქნეს ლიკვიდირებული. მასთან ერთად მძიმე მდგომარეობაა მდინარეთა ცალკეულ უბნებზე (ყვირილა და სხვ.) წყლის დაბინძურების მხრივ, რაც ამძიმებს არსებულ მდგომარეობას.

კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილება, უნდა ვივარაუდოთ, გამოიწვევს საშიში ჰიდრომეტეოროლოგიური და გლაციოლოგიური მოვლენების გამძაფრებას. იზრდება გვაღვების, წყალმოვარდნების სიხშირე, რის გამოც ადგილი ექნება წყლის დეფიციტს გახშირებული გვაღვების დროს, ერთის მხრივ და წყალმოვარდნების შედეგად მიყენებული ზარალის ზრდას მეორეს მხრივ. ასეთი სიტუაციის პირობებში მოსალოდნელია მთელი რიგი შეფერხებები სამეურნეო საქმიანობის სხვადასხვა დარგში და ამის გამო, იზრდება წყლიანობის ადაპტაციის მასშტაბები საპროგნოზო წლებისათვის. იგი ჩატარდება ძირითადად სამი მიმართულებით: წყლის დარეგულირების, დაზოგვისა და რესურსების შევსების გზით.

1. წყლის რესურსების რაციონალური გამოყენების გზები. წყლის რესურსების შენარჩუნება მოითხოვს არსებული წყალგამოყენების სისტემების რეაბილიტაციას და გაფართოებას, ახალი ნაგებობების (კაშხლების, არხების, ჯებირების, აკვედუკების და სხვათა) მშენებლობას, წყალგამოყენებისა და წყალმომარაგების არსებულ სისტემების სრულყოფას:

1.1. საჭიროა ამ სისტემების წესრიგში მოყვანა, მათი ტექნიკური მდგომარეობის გაუმჯობესება, ქსელის მიმდინარე და კაპიტალური რემონტის დროული განხორციელება, ახალი, თანამედროვე წყალდამზოვი სისტემებით აღჭურვა. ამ კატეგორიას ეკუთვნის, ძირითადად, წვეთოვანი მორწყვის სისტემები, რაც უზრუნველყოფს სარწყავი წყლის უაღრესად ეფექტიან და რაციონალურ გამოყენებას,

წყლის დანაკარგების მინიმუმამდე დაყვანას, რადგან სისტემები დახურულია და წყლის მიყვანამიწოდება ხდება ლითონის ან პოლიეთილენის მილებით;

1.2. კოლხეთის დაბლობის შავი ზღვისპირა ზონის რამდენიმე ჭაობი საჭიროა გამოცხადდეს ნაკრძალ ზონად, რაც ხელს შეუწყობს არსებული წყლის რესურსების, რეკრეაციული მეურნეობის შენარჩუნებას, მთლიანი ტერიტორიის ეკოლოგიური პირობების დაცვას;

1.3. უნდა შემცირდეს მეორადი დაჭაობების პროცესები სარწყავ ტერიტორიებზე და კოლხეთის დაბლობის შემადღებულ 530 მეტრის სიმაღლის ზონაში წყლის რესურსების რაციონალური გამოყენების ბაზაზე სარწყავ რაიონებში და წყლის დრენაჟის გაძლიერების ბაზაზე კოლხეთის დაბლობზე წყალსაწრეტი თხრილებისა და კვალების წყალგამტარობის გაძლიერების გზით.

2. მდინარული წყალდიდობების შემცირების გზები. წყალდიდობები გამოწვეული სხვადასხვა კატეგორიის წყალმოვარდნებით იწვევს საშიშ და კატასტროფულ მოვლენებს. დაცვის მიზნით უნდა განხორციელდეს ღონისძიებების შემდეგი სისტემა:

2.1. მდინარეთა ხეობებში (ბზიფი, კოდორი, ენგური, რიონი, ცხენისწყალი, მტკვარი და მისი შენაკადები) განხორციელდეს უახლოეს 1530 წლებში გათვალისწინებული წყალსაცავების მშენებლობა, როგორც წყალმოვარდნებისაგან დაცვის ყველაზე უფრო საიმედო და ეფექტიანი საშუალება;

2.2. დადგინდეს მდინარის პირას დასახლებულ ადგილებზე და სამეურნეო საქმიანობის უბნებზე დატბორვის საზღვარი ყველა კატეგორიის წყალმოვარდნების გათვალისწინებით;

2.3. გამოვლინდეს მდ. რიონის პირას არსებული დამბების საშიში უბნები, რომლებიც გამოწვეულია ხანგრძლივი პერიოდის მდინარის მუანდრიერებისა და წყლის გვერდითი ეროზიის პროცესების მოქმედებით და რომლებიც შეიძლება გაირღვეს ახალი წყალმოვარდნის დროს. საჭიროა განხორციელდეს მათი შეკეთება;

2.4. მდინარისპირა დასახლებულ ადგილებზე სისტემატურად, ყოველი წყალმოვარდნის გავლის შემდეგ, კალაპოტის წყალგამტარობის გაზრდის მიზნით, საჭიროა გაიწმინდოს მდინარის კალაპოტი გავლილი წყალმოვარდნის მიერ დატოვებული ქვადორღისაგან;

2.5. შედგეს წყალმოვარდნის ნაკადის გარბენის დროს ზოგიერთი წყალსაცავის ავარიული დაცლის სადისპეტჩერო გრაფიკები ისე, რომ წყალსაცავის დაცვამ არ გამოიწვიოს მდინარეზე გამავალი წყალმოვარდნის გაძლიერება და დაცლის შედეგად უფრო ეფექტიანი გახდეს მოდინებული წყლის აკუმულირების პირობები;

2.6. მიწისძვრის ეპიცენტრის ახლოს მდებარე წყალსაცავები საჭიროების შემთხვევაში დროულად იქნეს დაცლილი, რადგან შესაძლოა გაავლილ მიწისძვრას მოჰყვეს ახალი ძლიერი ბიძგები;

2.7. შეიქმნას პერიოდული და სტაციონარული დაკვირვებების ქსელი იმ მდინარეთა აუზებში, სადაც სეისმური მოვლენებით გამოწვეულმა კლდეზვავებმა და მეწყერებმა ჩახერგეს ხეობები და წარმოქმნეს ხელოვნური ტბები, რომლებიც წარმოადგენენ პოტენციურად საშიშობიერებს;

2.8. შედგეს კატასტროფული წყალმოვარდნების კატალოგი და კატასტროფული წყალმოვარდნის საშიშროების რუკა.

3. წყლის რესურსების შევსების გზები. მშრალ და გვაღვიან თვეებში წყლის რესურსების მოსალოდნელი დეფიციტის თავიდან აცილების მიზნით, გაფართოვდეს წყლის რესურსების მატების შესაძლებლობა ღრუბლებზე ხელოვნური ზემოქმედების მეთოდების გამოყენების გზით. ამ სამუშაოთა ეფექტიანობის ამაღლების მიზნით მაქსიმალურად იქნეს გათვალისწინებული რეგიონის ბუნებრივი პირობების თავისებურებანი. ამისათვის საჭიროა:

3.1. განახლდეს აღმოსავლეთ საქართველოში კვლევითი და საწარმოო სამუშაოები ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების დარგში დამატებითი ნაღვეების გამოწვევის მიზნით, რომელთა შედეგად, როგორც პრაქტიკამ გვიჩვენა "იორის" და "ფარავნის" პოლიგონებზე, ნაღვეები 1015%-ით გაიზრდება, რაც თავის მხრივ, გამოიწვევს ჩამონადენის ზრდას 58%-ით;

3.2. ღრუბლებზე ზემოქმედება შეიძლება ჩატარდეს წლის ცივ პერიოდშიც საქართველოს სამხრეთაღმოსავლეთ უტყეო მაღალ პლატოშიან, ზღვისპირა მთიან, უხვთოვლიან და ძლიერ თოვლის ზვაგსაშიშ რეგიონებში, რაც ხელს შეუწყობს თოვლის საფარის სისქის მატებას. ეს კი გამოიწვევს თოვლის საფარის გადანაწილებას დიდი მოცულობის ნამქერებისა და თოვლის ზვაგების სახით. ამის შედეგად, მნიშვნელოვნად შემცირდება თოვლის დანაკარგი აორთქლებაზე, გახანგრძლივდება თოვლის საფარის დნობა კიდევ 24 თვით, გაძლიერდება ჰაერის ტენის კონდენსაციის პირობები. ყოველივე ეს გამოიწვევს ჩამონადენის გაზრდას ზაფხულის ცხელ დღეებში 1015%-ით.

3.4. წყალდიდობისა და ხელოვნური ზემოქმედების გზით მიღებული წყლის ბაზაზე დროულად განხორციელდეს წყალდაგროვება წყალსაცავებში, ასევე გაფართოვდეს წყალსაცავების ქსელი ახალი ობიექტების მშენებლობის ხარჯზე. მდინარული ჩამონადენის ხელოვნურად გადიდების, დაზოგვის, დაცვის აღნიშნულ ღონისძიებათა ნაწილი დანერგილია პრაქტიკაში, ნაწილი კვლევის სტადიაშია, მაგრამ მათი გამოყენებისა და კვლევის დღევანდელი დონე სრულიად არადა-

მაკმაყოფილებელია, შეიძლება ითქვას მთლიანად შეწყვეტილია არსებული ეკონომიკური სიძნელების გამო.

ქვეყნის ეკონომიკური განვითარება მოითხოვს წყლის რესურსების როგორც წყალმომარაგებისა და ჰიდროენერგეტიკული რესურსების სასიცოცხლო წყაროს, გაზრდის, დაზოგვისა და დაცვის ღონისძიებათა სრულყოფისა და ეფექტიანობის ამაღლების მიზნით კვლევითისაძიებო სამუშაოების განახლებასა და გაძლიერებას. ამისათვის, უპირველეს ყოვლისა, საჭიროა სპეციალური საცდელი პოლიგონის შექმნა, სადაც ჩატარდება ექსპერიმენტული, ექსპედიციური კვლევითი სამუშაოები, რომელთა შედეგად მიღებული მასალების ღრმა ანალიზისა და განზოგადების საფუძველზე შეიქმნება სრულყოფილი მეცნიერული ბაზა. იგი საფუძვლად დაედება წყლის რესურსების დაზოგვის, დაცვისა და ხელშეწყობად გაზრდის ღონისძიებათა ტექნიკურეკონომიკურ დასაბუთებას.

აღნიშნული სამუშაოების ჩასატარებლად საჭიროა ხელმძღვანელი სამართველოების, უწყებებისა, სამთავრობო აპარატის სისტემის შექმნა, რომელიც განახორციელებს წყლის რესურსების დაზოგვის, დაცვისა და გადიდების მეცნიერულ, პრაქტიკულ და ოპერატიულ საქმიანობას.

ლიტერატურა REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. სვანიძე გ., ცომაია ვ., მესხია რ., ხმაღაძე გ. წყლისა და ჰიდროენერგეტიკული რესურსების მოწყვლადობის შეფასება საქართველოს ტერიტორიაზე. 19961998 წლების სამეცნიერო ანგარიშები, კლიმატის ეროვნული ცენტრის სამეცნიერო ფონდი.

უაკ 626.812

საქართველოს წყლის რესურსების მოწყვლადობა და ადაპტაციის ღონისძიებები. /გ.სვანიძე, ვ.ცომაია, რ.მესხია/ჰმის შრომათა კრებული. – 2001. – ტ. 106. –გვ. 11-29. –ქართ.,რეზ.ქართ.,ინგლ.,რუს.

დახასიათებულია საქართველოს წყლის რესურსების ძირითადი წყაროები – მდინარეები, ტბები, წყალსაცავები, მყინვარები და ჭაობები. მოცემულია მათი რაოდენობრივი მახასიათებლები და წყლის რესურსების განაწილების თავისებურებანი.

გამოვლენილია წყლის რესურსების ცვალებადობის ძირითადი თავისებურებანი, მათი მოწყვლადობა კლიმატის ცვლილების მიმართ და დეტერმინისტული, კონცეფტუალური და გეოგრაფიულჰიდროლოგიური მოდელების გამოყენების საფუძველზე მოცემულია მდინარეების წყლიანობის პროგნოზი 2010, 2030 და 2075 წლებისთვის.

დადგენილია, რომ 2010 2030 წლებისთვის მოსალოდნელია ჩამონადენის ზრდა 4 7%ით 1980 წელთან შედარებით. ასევე აღნიშნულია, რომ კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებით ადგილი

ექნება საშიში ჰიდროლოგიური მოვლენების გახშირებას. მათი შედეგების შერბილებისათვის რეკომენდებულია რიგი ღონისძიებებისა წყლის რესურსების რაციონალური გამოყენებისთვის.

UDC 626.812

Vulnerability and adaptation measures for water resources in Georgia. / G.Svanidze, V.Tsomaia, R.Meskhia/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2001.V.106.p.11-29.Georg.;Summ.Georg., Eng., Russ.

Main sources of water resources of Georgia rivers, lakes, reservoirs, glaciers and swamps are being considered, quantitative characteristics and peculiarities of their distribution are presented.

Main characteristics of the change of water resources, their vulnerability to climate change have been demonstrated and on the basis of the application of hydrological models, the forecast of river water content for the years 2010, 2030 and 2075 has been presented. It has been determined that the increase of runoff by 47% is expected for the years 2010-2030 with regard to 1980. It has been also pointed out that in connection with the climate change, dangerous hydrological phenomena will occur more frequently and to mitigate their consequences a number of water resources rational utilization measures are recommended.

УДК 626.812

Уязвимость и мероприятия по адаптации водных ресурсов Грузии. / Сванидзе Г.Г., Цомаია В.Ш., Месхия Р.Д./ Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2001. – т.106. – с. 11-29. – Груз.; рез. Груз., Англ., Русск.

Характеризуются основные источники водных ресурсов Грузии реки, озера, водохранилища, ледники и болота, даются количественные характеристики и особенности их распределения.

Выявлены основные особенности изменения водных ресурсов, их уязвимость по отношению к изменению климата и на основании использования детерминистических, концептуальных и географогидрологических моделей дается прогноз водности рек на прогнозируемые 2010, 2030 и 2075 годы.

Установлено, что в 2010-2030 годах ожидается увеличение стока на 47% по отношению к 1980 г. Отмечается также, что в связи с изменением климата будет иметь место увеличение частоты опасных гидрологических явлений. Для смягчения последствий этих явлений рекомендован ряд мероприятий по рациональному использованию водных ресурсов. Рис.2, таб.2, лит.1.

უკ 631 587

გ.სვანიძე, გ.ჩიკვაიძე

**აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა აუზებში სარწყავი
წყლის დეფიციტის საკითხისათვის**

სარწყავი წყლის წყაროდ დასახულ მდინარეთა ირიგაციული შესაძლებლობების შეფასების მთელი რიგი მეთოდებია შემუშავებული. ჯერ კიდევ XX საუკუნის 40იანი წლების ბოლოსათვის წყალსამეურნეო და საექსპლუატაციო დაწესებულებებისათვის რეკომენდირებული იყო სპეციალური "მითითებები" [8]. ამ "მითითებების" თანახმად მდინარეთა ირიგაციული შესაძლებლობების შეფასება უნდა ჩატარებულიყო მათი საშუალო მრავალწლიური წყლიანობის მიხედვით, რომელიც 50%იანი უზრუნველყოფის ხარჯის ტოლია. მას მოჰყვა რიგი შრომებისა, რომლებიც აღნიშნულ "მითითებათა" კრიტიკულ ანალიზს შეიცავდა და დაფუძნებული იყო მდინარეთა მორწყვის უნარიანობის სარწყავი ფართის სიდიდით (ჰექტრებში) შეფასების მეთოდების შემუშავებაზე. ასე მაგალითად, მ.ნ.ბოლშაკოვის [2] მიერ შემოთავაზებულ იქნა შეფასების მისეული სქემა, რომლის მიხედვითაც მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული სარწყავი სისტემის წყალმოთხოვნილების ორი დამახასიათებელი ნორმა: ოპტიმალური და კრიტიკული წყალმოთხოვნილება. აღნიშნულ საკითხს ეძღვნება აგრეთვე ვ.ვ.ტროფიმოვის [7] ნაშრომი, რომელშიც მითითებულია, რომ გარკვეული უზრუნველყოფის უწყვეტი რწყვის გაზომვა შეიძლება სარწყავი ფართობით და გარკვეული უზრუნველყოფის საანგარიშო ხარჯით (9597%-ანით). მდინარეთა მორწყვის უნარიანობის შეფასება ჰექტრებში მოცემულია აგრეთვე "სსრკ ირიგაციული კადასტრის შესადგენად შემუშავებულ ინსტრუქცია"ში [1]. მოგვიანებით მდინარეთა მორწყვის უნარიანობის ჰექტრებში შეფასების ანალოგიურ პრინციპზე დაფუძნებული გათვლის მოღველი და სქემა წარმოადგინა კ.ა.პაპელიშვილმა [6].

აღსანიშნავია, აგრეთვე მეორე ჯგუფი შრომებისა, რომლებიც ეძღვნება წყალსამეურნეო, მათ შორის მდინარეული წყლის ნაკადის ოპტიმალური მორწყვის უნარიანობის გაანგარიშების მეთოდებს, რომლებსაც მათემატიკური და ალბათობრივსტატისტიკური მეთოდები უდევს საფუძვლად ელექტროგამომთვლელი მანქანების (ეგმ) გამოყენებით. ამ მხრივ მათ შორის გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენს ბ.ა.გლეიხერის [3] ნაშრომი. სარწყავი სისტემების ძირითადი პარამეტრების შეფასების ავტორისეულ მეთოდოლოგიაში დაყენებული და გადაწყვეტილია ორი ამოცანა: როცა გამოყენებული წყლის წყარო

ხასიათდება არასაკმარისი წყლის რესურსებით (მცირე მდინარეები, ტბები) და როცა წყლის წყაროს რესურსები საკმარისია. ამასთან, მცენარეებისათვის მთლიანი წყალმოთხონილების განსაზღვრას აგრეთვე ა.მ. და ს.მ.ალპატიევიების მიერ დამუშავებული ბიოკლიმატური მეთოდების საშუალებით გვთავაზობს, ხოლო დასახული ამოცანების გადასაწყვეტად ქმნის მოდელირებადი პროცესების კანონზომიერებათა შესაბამის ხელოვნურ რიგებს მონტეკარლოს მეთოდით.

როგორც სარწყავი ფართობების სიდიდებით (ჰექტრებში), ისე ტექნიკურეკონომიკური მაჩვენებლებით გამოხატული მდინარეთა ირიგაციული შესაძლებლობების გაანგარიშების შემუშავებული მეთოდების ანალიზი შესაძლებლობას იძლევა დავასკვნათ, რომ ყველა შემთხვევაში რწყავი ან მომავალში მოსარწყავად დასახული ფართობების მდინარეული წყლებით შესაძლებელი წყალუზრუნველყოფის შეფასება წარმოებს ჯერ წყლის ჩამონადენისა და წყალმოსმარების საანგარიშო რეჟიმების ურთიერთშედარების გზით, ხოლო შემდეგ უკვე ხდება მდინარეთა ირიგაციული შესაძლებლობების საანგარიშო მნიშვნელობების განსაზღვრის ამა თუ იმ მეთოდის შერჩევა.

სარწყავი წყლის წყაროს ირიგაციული შესაძლებლობის შესაფასებლად მისი ჩამონადენისა და წყალმოსმარების რეჟიმების ურთიერთშედარება ჩვენ გვესახება ყველაზე უფრო დამაჯერებლად და მისაღებად [4]. ამასთან, განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა იმ გარემოებას, ემთხვევა თუ არა ვეგეტაციის პერიოდში მდინარის ჩამონადენის რეჟიმი იმავე პერიოდის წყალმოთხონილების რეჟიმს. სასოფლოსამეურნეო კულტურების წყალუზრუნველყოფის ყველაზე უფრო დაძაბული პერიოდი, ცხადია, იქნება მაშინ, როცა ირიგაციული წყალმოსმარების მაქსიმუმი დაემთხვევა სარწყავი წყლის წყაროში წყალმცირობის პერიოდს.

აღმოსავლეთ საქართველოში სარწყავი წყლის წყაროდ მიღებულია 17 ძირითადი მდინარე მათზე მიმაგრებული არსებული და პერსპექტიული სარწყავი ფართობებით. ეს მდინარეები საანგარიშო კვეთით და მათზე მიმაგრებული სარწყავი ფართობებით შემდეგია: ფოცხოვი შესართავი, 7.1 ათასი ჰა; ფარავანი შესართავი, 12.8 ათასი ჰა; ბუგდაშენი შესართავი, 18.2 ათასი ჰა; ყარაბულახი შესართავი, 10.2 ათასი ჰა; მაშავერა შესართავი, 8.9 ათასი ჰა; ასლანკა შესართავი, 4.3 ათასი ჰა; ალგეთი შესართავი, 14.5 ათასი ჰა; ქციახრამი ს. დაგეთხაჩინი, 67.1 ათასი ჰა; დებედა ს. სადახლო, 14.0 ათასი ჰა; თეძამი შესართავი, 6.2 ათასი ჰა; ქსანი ს. კორინთა, 4.5 ათასი ჰა; არაგვი ს. უინვალი, 21.5 ათასი ჰა; მტკვარი ქ. რუსთავი, 96.1 ათასი ჰა; იორი კახანიანის მთასთან, 136.3 ათასი ჰა; ალაზანი ქვემო ალაზნის არხის სათავესთან, 262.4 ათასი ჰა.

მოსული და მოსახმარებელი წყლის მოცულობების შედარება და სათანადო შეფასება შესრულებულია მოსარწყავად 2010 წლის დონეზე დასახული ფართობების მიმართ, ე.ი. შეძლებს თუ არა ესა თუ ის მდინარე მასზე მიმაგრებული სასოფლოსამეურნეო სავარგულების მთლიანი ფართობების სარწყავი წყლით უზრუნველყოფას. ამგვარად, სარწყავი წყლის წყაროდ მიღებული თითოეული მდინარისათვის შესრულებულია მის საანგარიშო კვეთში "მოსული" წყლის ყოველთვიური მოცულობის (მლნ.მ³ში) შედარება ყოველთვიური წყალმოთხოვნილების ე.წ. "დასახარჯ" მოცულობასთან (ასევე მლნ.მ³) იმავე მდინარის აუზის მიხედვით, მდინარეული ჩამონადენის და აუზის ტერიტორიაზე მოქცეული სავარგულების ნალექებით 50,75 და 95%ანი უზრუნველყოფის სამი გრადაციის შემთხვევაში. დადგენილია თვის ინტერვალში მთლიანად მოსული და მოხმარებისათვის განკუთვნილი წყლის მოცულობების "სხვაობა", რომლის მიხედვითაც შეიძლება შეფასდეს უკვე მდინარეული ნაკადის ირიგაციული შესაძლებლობა. კერძოდ, უზრუნველყოფს, ანუ დაფარავს მოსული წყალი შესაბამის მოთხოვნილებას, თუ სარწყავი წყლის ნაკლებობას ექნება ადგილი. დადგენილია აგრეთვე სარწყავად ფაქტიურად "დახარჯული" წყლისა და წლის განმავლობაში დარჩენილი ჩამონადენის შესაძლო მოცულობების სიდიდეები დანაბრუნე წყლის გარეშე.

წყალუზრუნველყოფისა და წყალმოთხოვნილების ურთიერთშედარების შედეგად დადგენილია, რომ აუცილებელია მთელი ვეგეტაციის პერიოდში (IVIX) ს.ს. სავარგულებისათვის არა მარტო სავეგეტაციო მორწყვების ჩატარება, არამედ უმეტეს შემთხვევაში საჭიროა აგრეთვე ნიადაგის გამატენიანებელი ინტენსიური საშემოდგომო (X) მორწყვები, ხოლო შედარებით იშვიათად ადრე გაზაფხულის (III) თესვისწინა გამატენიანებელი მორწყვების ჩატარება. ამგვარად, წლის განმავლობაში მორწყვების ინტენსივობის ხასიათის მიხედვით მაღლიმიტირებელ სეზონებს წარმოადგენენ გაზაფხული, ზაფხული და შემოდგომა, უპირატესად IV, VI, VII, VIIIს თვეები, შედარებით ნაკლებად X, ხოლო უფრო ნაკლებ IX. ამ თვეებში განსაკუთრებით ინტენსიურად იხარჯება წყალი მორწყვაზე. მაგრამ მდინარეთა წყლიანობისა და მოსული ნალექების გატენიანების 95%ანი უზრუნველყოფის წლებში ასეთივე ინტენსიური მორწყვების ჩატარებაა საჭირო V თვეში, ხოლო მდინარეების ივრისა და ალაზნის აუზებში, აგრეთვე უშუალოდ მდინარე მტკვრიდან მკვებავ სარწყავ სისტემებზე — III თვეშიც. 95%ანი უზრუნველყოფის წლებში ადრე გაზაფხულის (III) გამატენიანებელ მორწყვებს საჭიროებენ ს.ს. სავარგულები, აგრეთვე მდინარეების მაშავერასა და ასლანკას აუზებში.

მიღებული შედეგებიდან ჩანს, რომ მდინარეები ფოცხოვი, ფარავანი, დებედა, ქსანი, არაგვი და მტკვარი მთლიანად უზრუნველყოფენ

ახლო პერსპექტივაში მოსარწყავად დასახულ მათზე მიმაგრებულ ფართობებს სარწყავი წყლით. სარწყავი წყლის დეფიციტი მოსალოდნელი არ არის აგრეთვე მდ. მაშავერას აუზში 50 და 75%ანი უზრუნველყოფის წლებში, ხოლო მდინარეების ყარაბულახის, დ. ლიახვისა და პ.ლიახვის აუზებში მხოლოდ 50%ანი უზრუნველყოფის წლებში.

თავის აუზებში სარწყავი წყლით საერთოდ ვერ აკმაყოფილებენ ს.ს. სავარგულეებს მდინარეები ბუგდაშენი, ასლანკა, ალგეთი, ქციახრამი, იორი და ალაზანი, 75 და 95%ანი უზრუნველყოფის წლებში კი ვერც მდინარეები ყარაბულახი, დიდი ლიახვი და პატარა ლიახვი, ხოლო 95%ანი უზრუნველყოფისას მდ. მაშავერაც.

დეფიციტიანობის მხრივ მდ. ბუგდაშენის აუზი სარწყავი წყლის საკმარად მაღალი დეფიციტით ხასიათდება: 50, 75 და 95%ანი უზრუნველყოფის წლებში იგი შესაბამისად 25,5; 36,3 და 55,6 მლნ.მ³ შეადგენს. მდ. ყარაბულახის აუზში ვეგეტაციის პერიოდში სარწყავი წყლის დეფიციტი შედარებით ნაკლებია და მხოლოდ 75 და 95%ანი უზრუნველყოფის წლებზე მოდის და შესაბამისად 5.0 და 11.0 მლნ.მ³ აღწევს, ხოლო მდ. მაშავერას აუზში უფრო მცირეა 3.0 მლნ.მ³ შეადგენს და მხოლოდ 95%ანი უზრუნველყოფის წლებში მეორდება. სარწყავი წყლის მნიშვნელოვანი დეფიციტით გამოირჩევიან მდინარეების ასლანკას, ალგეთისა და ქციახრამის აუზები, რომლებშიც წყლის დეფიციტი 50,75 და 95%ანი უზრუნველყოფის წლებში შესაბამისად აღწევს 17,5, 32,3, 35,9 მლნ.მ³, 18,3, 36,2, 50,3 მლნ.მ³ და 47,9, 107,8, 187,3 მლნ.მ³. სარწყავი წყლის მნიშვნელოვანი დეფიციტი შეიმჩნევა მდ. დიდი ლიახვის აუზში: მდინარეული ჩამონადენითა და ნალექებით 95%ანი უზრუნველყოფის წლებში იგი 74,0 მლნ.მ³ შეადგენს, ხოლო 75%ანი უზრუნველყოფის წლებში უფრო მცირეა 27,6 მლნ.მ³ უდრის. წყლის შედარებით მცირე დეფიციტს ადგილი აქვს მდინარეების პატარა ლიახვისა და თეძამის აუზებში: პირველ შემთხვევაში დეფიციტიანია ძირითადად 95%ანი უზრუნველყოფის წლები 8,8 მლნ.მ³ მოცულობით, ხოლო მეორე შემთხვევაში 4,6, 2,9 და 14,2 მლნ.მ³ მოცულობით, შესაბამისად 50,75 და 95%ანი უზრუნველყოფის წლები.

სარწყავი წყლის უადრესად დიდი დეფიციტით გამოირჩევიან მდინარეების ივრისა და ალაზნის აუზები. მდ. ივრის აუზში მდინარეული ჩამონადენით და ნალექებით 50%ანი უზრუნველყოფის წლებში თუ წყლის დეფიციტი 111,4 მლნ.მ³ შეადგენს, ხოლო 75%ანი უზრუნველყოფისას 178,8 მლნ.მ³, 95%ანი უზრუნველყოფის დროს აღწევს 475,8 მლნ.მ³. მდ. ალაზნის აუზში სარწყავი წყლის დეფიციტი ვეგეტაციის პერიოდში უფრო მაღალია და შესაბამისად 50%ანი უზრუნველყოფის დროს 115,7, 75%ანი უზრუნველყოფის დროს 395,6, ხოლო 95%ანი უზრუნველყოფის დროს 729,4 მლნ.მ³ აღწევს.

როგორც აღნიშნულიდან ჩანს, სარწყავი წყლით უზრუნველყოფის ასეთ სურათს განხილულ მდინარეთა აუზებში ადგილი ექნება მდინარეული ჩამონადენის რეგულირების გარეშე. მაგრამ 1990 წლამდე წყალსამეურნეო ორგანიზაციებში არსებული მონაცემების მიხედვით აქ განხილულ მთელ რიგ მდინარეთა აუზებში მოქმედებდნენ სხვადასხვა მოცულობის უკვე აშენებული წყალსაცავები, ხოლო რიგი წყალსაცავებისა მშენებლობის პროცესში ან პროექტირების სტადიაში იყო. რასაკვირველია, საქართველოს წყალთა მეურნეობა, კერძოდ, ირიგაციული მიწათმოქმედება, თუ 2010 წლისათვის აღდგება 1990 წლის დონეზე, მცენარეთა ვეგეტაციის პერიოდში სარწყავი წყლის დეფიციტს შეიძლება სულაც არ ჰქონდეს ადგილი მხოლოდ თვითდინებით ზედაპირული მორწყვის წესების გამოყენებისა და პერსპექტივაში დასახული სარწყავი ფართობების მატების შემთხვევაშიც კი, ანდა წყლის დეფიციტი უმნიშვნელო იყოს.

აღმოსავლეთ საქართველოში არსებული და მშენებარე პერსპექტიული ირიგაციული წყალსაცავების შესახებ 1990 წლის დონეზე მოპოვებული მონაცემები, ადებული "საქ. წყალპროექტის" მასალებისა და ლიტერატურული წყაროების [5] მიხედვით, აჩვენებს, რომ წყალსაცავებში წყლის მარაგის დაგროვება ხდება მორწყვაზე ფაქტიურად ადებული წყლის შემდეგ დარჩენილი მდინარეული ჩამონადენის მოცულობების ხარჯზე. წყლის ეს მოცულობები საკმაოდ დიდია.

საერთოდ, უნდა აღინიშნოს, რომ წყალუზრუნველყოფისა და წყალმომსოვნილების ყოველთვიური სიდიდეების შედარებისას დადგენილ იქნა, რომ შესაფასებელ მდინარეთა აუზებში მკვეთრად გამოიყოფა ორი პერიოდი: ინტენსიური წყალმომარებისა და სარწყავი წყლის დეფიციტის პერიოდი, რომელიც ძირითადად ვეგეტაციურ სეზონს (IVIX) ემთხვევა, განსაკუთრებით IV, VI, VII, VIII თვეებში, მით უმეტეს, რომ VII და VIII თვეები მდინარეებში წყალმცირობის სეზონს ემთხვევა და, მეორე, დაგროვების XXII, III თვეების პერიოდი, როცა ჩამონადენის გარკვეული მატება და მინიმუმამდე დასული წყალმომარება საშუალებას იძლევა იქ, სადაც შესაძლებელია, გამოყენებულ იქნეს ეს რესურსები როგორც მარეგულირებელი ფაქტორი, როგორც წყალსაცავებში წყლის დაგროვების წყარო, ანდა როგორც წყლის რეზერვი ერთი აუზიდან მეორეში გადასაგდებად.

მოპოვებული მასალიდან გამომჩნდა, რომ რიგ მდინარეთა აუზებში, როგორც არის ფარავანი, ბუგდაშენი, ყარაბულახი, ასლანკა, დებუდა და ქსანი, წყალსაცავები არ არის და არც პერსპექტივაშია დასახული მათი აშენება. აღნიშნული გარემოება გარკვეულ სირთულეებს ქმნის მდინარეების ბუგდაშენის, ყარაბულახის და ასლანკას აუზებში, რომლებიც, როგორც ითქვა, სარწყავი წყლის მნიშვნელოვანი დე-

ფიციტით ხასიათდებიან, რაც ამ მდინარეების შეზღუდულ ირიგაციულ შესაძლებლობებზე მიუთითებს.

რაც შეეხება დანარჩენ დეფიციტურ მდინარეებს მაშავერას, ალგეთს, ქციახრამს, დ. და პ.ლიახვს, თეძამს, იორს და ალაზანს, მათი ირიგაციული შესაძლებლობების გაზრდა უნდა მოხდეს მათ აუზებში არსებული ირიგაციული წყალსაცავების ხარჯზე. კერძოდ, მდ. მაშავერას აუზში არსებულ სარწყავი წყლის დეფიციტს მთლიანად დაფარავს იქ არსებული პანტიანის წყალსაცავი, რომლის სასარგებლო ტევადობა 5.2 მლნ.მ³ შეადგენს. მდ. ალგეთის აუზში არსებულ წყლის დეფიციტს, რომლის მაქსიმუმმა 95%-ანი უზრუნველყოფის წლებში შეიძლება 50 მლნ.მ³მდე მიადწიოს, ასევე დაფარავს იქ არსებული ორი წყალსაცავი — ალგეთისა და მარაბდის, 61.2 მლნ.მ³ საერთო ტევადობით. რაც შეეხება მდ. ქციახრამის აუზს, იქ არსებულ წყლის დეფიციტს რეგულირებას გაუკეთებენ წალკის, დმანისის, მთისძირის, ზრესის და ასურეთის არსებული წყალსაცავები 308.9 მლნ.მ³ საერთო სასარგებლო ტევადობით.

მდ. დიდი ლიახვის აუზში სარწყავი წყლის დეფიციტი მაქსიმუმს აღწევს მდინარის წელიწადობის ნალექებით გატენიანების 95%-იანი უზრუნველყოფის წლებში და, როგორც ითქვა, 74.0 მილიონამდე მ³ აღწევს. რასაკვირველია, არსებული ნაღარბაზევის წყალსაცავი 6.2 მლნ.მ³ სასარგებლო ტევადობით წყლის აღნიშნულ დეფიციტს ვერ დაფარავს, მაგრამ ეს დეფიციტი შეუძლია დაფაროს მდ. პ.ლიახვის აუზში არსებულმა ზონკარის წყალსაცავმა 39.0 მლნ.მ³ სასარგებლო ტევადობით. ამავე წყალსაცავის საშუალებით მოხდება თვით მდ. პ.ლიახვის აუზში არსებული წყლის დეფიციტის დაფარვაც. მდ. თეძამის ირიგაციული შესაძლებლობები მისი ჩამონადენის რეგულირების გარეშე ვერ აკმაყოფილებს ვეგეტაციის პერიოდში ს.ს. კულტურების სარწყავ წყალზე მოთხოვნილებას. მაგრამ პერსპექტივაში დასახული თეძამის წყალსაცავის აგების შემთხვევაში 23.0 მლნ.მ³ სასარგებლო ტევადობით, დაფარული იქნება ამ აუზში არსებული სარწყავი წყლის დეფიციტი, რომლის მაქსიმუმი 14.2 მლნ.მ³ის მოცულობით მოდის 95%-იანი უზრუნველყოფის წლებზე.

მდ. იორის აუზში არსებული წყლის დეფიციტის დაფარვა, დღეისათვის მის აუზში მდებარე წყალსაცავების საშუალებით, რომელთა მთლიანი სასარგებლო ტევადობა 456.4 მლნ.მ³ შეადგენს, მთლიანად არა, მაგრამ თითქმის შესაძლებელია: წყლის დეფიციტი დაიფარება თითქმის 96%-ით 475.8 მლნ.მ³დან შემცირდება 19.4 მლნ.მ³მდე. ხოლო პერსპექტივაში დასახული დალისმთის, წითელგორის, არხაშენის ხევის და ფარეხის ხევის წყალსაცავების აგების შემთხვევაში 245.8 მლნ. მ³ მოცულობის სასარგებლო ტევადობით, ამ აუზში სარწყავი წყლის დეფიციტის პრობლემა მოხსნილი იქნება.

რაც შეეხება მდ. ალაზნის აუზს, აქ დღეისათვის არსებული წყალსაცავების საერთო სასარგებლო ტევადობა მხოლოდ 6.6 მლნ.მ³ შეადგენს, რაც ძალიან ცოტაა აქ არსებულ სარწყავი წყლის დეფიციტებთან შედარებით, რომელთა მაქსიმუმი 729.4 მლნ.მ³-ის ტოლია. პერსპექტივაში დასახული ლაქებს, ბირკიანის (ჭარტალას) და სტორის წყალსაცავების აგების შემთხვევაშიც კი, წყლის არსებული დეფიციტების რეგულირებისათვის, მდ. ალაზნის აუზში დაგროვდება სასარგებლოდ გამოსაყენებელი მხოლოდ 323.3 მლნ.მ³ მოცულობა წყალი, რაც მდინარეში წყლიანობისა და ნალექებით გატენიანების 75%-ანი უზრუნველყოფის წლებში სავეგეტაციო პერიოდის წყალმოთხოვნილებას მხოლოდ 94%-ით უზრუნველყოფს, ხოლო 95%-ანი უზრუნველყოფის წლებში მხოლოდ 72%-ით.

ლიტერატურა – REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. Близняк Е.В., Гришин И.С. "Водохозяйственный кадастр СССР", (методика составления), М., 1956, с.6580.
2. Большаков М.Н. "Гидротехника и мелиорация", №3, 1951, с.2029.
3. Глеизер Б.А. "Гидротехника и мелиорация", №9, 1974, с.4250.
4. Колесников В.И., Чикваидзе Г.Д. Труды ЗагНИГМИ, вып.52(58).Л., Гидрометеиздат, 1976, с.8493.
5. Метревели Г.С. Водохранилища Закавказья (Армянская и Грузинская ССР), под ред. Г.Г.Сванидзе и В.А.Знаменского. Л., Гидрометеиздат, 1985, 130 с.
6. Папелишвили К.А. Труды ГрузНИГМИ, вып.1819. Тбилиси, 1952, с.1833.
7. Трофимов В.В. "Гидротехника и мелиорация", №3, 1952, с.2329.
8. Указания по составлению и проведению планов водопользования на оросительных системах. Изд. Главводхоза Министерства сельского хозяйства СССР, М., 1949, 63 с.

უაკ 631.587

აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა აუზებში სარწყავი წყლის დეფიციტის საკითხისათვის. /გ.სვანიძე, გ.ჩიკვაიძე/. შპის შრომათა კრებული. – 2001. – ტ. 106. – გვ.; რეზ.ქართ., ინგლ., რუს.

მორწყვის განვითარების პერსპექტიულას დონის დასადგენად აღმოსავლეთ საქართველოს ძირითად 30-37. _qarT მდინარეთა აუზებში წყალუზრუნველყოფისა და წყალმომარების მოცულობების ურთიერთშედარების საფუძველზე გამოთვლილია სარწყავი წყლის დეფიციტის მოსალოდნელი მოცულობები. შეფასებულია ამ დეფიციტების შევსების შესაძლებლობები საკვლევ მდინარეთა აუზებში არსებული და საპერსპექტივოდ დასახული ირიგაციული

წყალსაცავებით მდინარეთა ჩამონადენის რეგულირების
გათვალისწინებით. ლიტ.დას.8

UDC 631.587

On the deficit of irrigation water in river basins of Eastern Georgia./G.Svanidze, G.Chikvaidze/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2001.V.106.p.30-37.Georg.:Summ.Georg., Eng., Russ.

Volumes of water supply and water consumption are compared for the projected level of irrigation development in the main river basins of Eastern Georgia. Possible volumes of irrigation water deficit are estimated along with feasible ways of covering this deficit by the regulation of river runoff in the basins of investigated rivers by existing irrigation reservoirs, and those to be constructed in future. Ref.8.

УДК 631.587

К вопросу дефицита оросительной воды в речных бассейнах Восточной Грузии. /Сванидзе Г.Г., Чикваидзе Г.Д/ Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2001. – т.106. – с.30-37. – Груз.; рез. Груз.,Анг.,Русск.

На основе сопоставления объемов водообеспечения и водопотребления для перспективного уровня развития орошения в основных речных бассейнах Восточной Грузии оценены возможные объемы дефицита оросительной воды и возможности покрытия этих дефицитов путем регулирования речного стока в бассейнах исследуемых рек существующими и намечаемыми на перспективу ирригационными водохранилищами. Лит.8.

უაკ 556.16

ც.ბასილაშვილი, გ.ცომაია

**მდინარეთა ჩამონადენის პროგნოზების განახლება
ინფორმაციული ძსელის შემცირების პირობებში**

დროთა განმავლობაში ჰიდროლოგიური პროგნოზი საჭიროებს განახლებას, დაკვირვებათა შემდგომი პერიოდის მასალების გათვალისწინებით. ასეთი მიზანი აქვს მდ.ყვირილასა და მდ.ხანისწყლის თვიური და კვარტალური ხარჯების პროგნოზების სრულყოფას, რომლებიც ადრე შემუშავებული იყო 1970 წლამდე არსებული დაკვირვების მასალებით.

მდინარეები ყვირილა და ხანისწყალი არიან შენაკადები ვარციხის წყალსაცავისა, რომლის ბაზაზე მუშაობს ჰიდროელექტროსადგური. გარდა ამისა, ამ აუზში არსებული არხებით, წყალი გამოიყენება აგრეთვე სასოფლოსამეურნეო კულტურების მოსარწყავად, დაახლოებით 7000 ჰექტარზე. ამრიგად, დასმულ საკითხს, გარდა მეცნიერულია, დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

70ან წლებში ამ მდინარეთა პროგნოზების შემუშავებისათვის გამოიყენებულ იქნა მაშინ მათ აუზებში მოქმედი 10 ინფორმაციული მეტეოპუნქტი, თოვლის 5 სვლაგეზის და 5 დეკადური აგეგმვის მონაცემები და მიღებულ იქნა დადებითი შეფასების პროგნოზები ყველა თვისა და კვარტლისათვის [2], რომლებიც გამოიყენებოდა ოპერატიული პროგნოზების შესადგენად.

სადღეისოდ, როცა აღარ არსებობს ის ინფორმაციული ქსელი, პროგნოზების განახლება სრულყოფისათვის გამოიყენეთ ამ აუზის სიახლოვეში მდებარე ორი მოქმედი მეტეოსადგურის: მთასაბუეთისა და ბახმაროს, აგრეთვე სამი თოვლის სვლაგეზის: სოფ.ირი მდ.ჯოჯორას სათავე, სოფ.ჭალა მდ.ყვირილას სათავე და კურ.ნაბეღლავის კურ. ბახმაროს 1990 წლამდე არსებული მონაცემები.

ჩამონადენის პროგნოზირებისათვის გამოიყენება იმ ცვლადი ფაქტორების დაკვირვების მასალები, რომლებიც მოქმედებენ მისი საზრდოობის წყაროებზე და განსაზღვრავენ მის ოდენობას. მაგრამ ბევრ მოქმედ ფაქტორზე (აორთქლება, ინფილტრაცია და სხვა) რეგულარული დაკვირვება არ წარმოებს. გარდა ამისა, მთიანი აუზის პირობებში მდინარეთა ჩამონადენი ძირითადად ფორმირდება მაღალმთიან ზონაში, სადაც რთული ბუნებრივი პირობების გამო ჰიდრომეტეოროლოგიურ ელემენტებზე დაკვირვება გაძნელებულია და ამიტომ არსებული დაკვირვების მასალები არ ახასიათებს მდინარის ჩამონადენის რეალურ სურათს.

ასეთ პირობებში გასაგებია ის სირთულეები, რის გამოც ვერ ხერხდება განხილულ მდინარეთა ჩამონადენის ფორმირების კანონზომიერებათა ობიექტურად დადგენა და მათ საფუძველზე საპროგნოზო მეთოდების შემუშავება თანამედროვე გენეტიკური მოდელების გამოყენებით. ამიტომ, იძულებულნი ვართ მდინარის ჩამონადენის პროგნოზირებისას დავეყრდნოთ არსებულ მცირე ინფორმაციას და მათი ანალიზის საფუძველზე გამოვიყენოთ სტატისტიკური მოდელების მეთოდი.

იმისათვის, რომ გამოვაკლინოთ ყველა არსებული საინფორმაციო მასალიდან რეპრეზენტატული ფაქტორები, ყველა საპროგნოზო თვისა და კვარტლისათვის გაკეთებული იქნა კორელაციური ანალიზი საპროგნოზო ხარჯებსა და წინა პერიოდის ხარჯებს (Q მ³/წმ), ატმოსფერულ ნალექებს (P მმ), თოვლში წყლის მარაგს (W მმ), ჰაერის ტემპერატურას ($0^{\circ}C$) შორის.

მდინარეთა წყლის ხარჯების კორელაციური მატრიცის (იხ. ცხრ.1) განხილვისას გაირკვა, რომ ამ მდინარეთა თვის ხარჯებს შედარებით სუსტი კავშირები ($r=0.25-0.50$) აქვთ წინა თვის ხარჯებთან, გარდა აგვისტო სექტემბრისა, როცა კორელაციის კოეფიციენტი $r=0.60-0.77$ აღწევს. განსაკუთრებით სუსტია კავშირები კვარტალურ ხარჯებსა და წინა პერიოდის ხარჯებს შორის ($r=0.60-0.77$).

რაც შეეხება საპროგნოზო ხარჯების კავშირებს ატმოსფერულ ნალექებთან, უნდა აღვნიშნოთ, რომ მდ.ყვირილაზე ზოგიერთი თვისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნას მ/ს მთასაბუეთის მონაცემები, ზოგიერთი თვის (იანვარი და თებერვალი) ხარჯისათვის კი უკეთეს შედეგს იძლევა მ/ს ბახმაროს მონაცემები. გაზაფხულისა და ნაწილობრივ ზაფხულის თვეების და კვარტლის ხარჯები ძირითადად ფორმირდება ზამთარში დაგროვილი თოვლის მარაგით. როგორც ნახაზი გვიჩვენებს, მდინარეთა ხარჯები უკეთ უკავშირდება თოვლის სვლაგეზის მონაცემებს, ვიდრე მეტეოსადგურ ბახმაროზე თოვლის დეკადურ მონაცემებს. ზოგიერთი თვისა და კვარტლისთვის კორელაციის კოეფიციენტი მდ. ხანისწყალზე 0,70 0,80ს, ხოლო მდ.ყვირილაზე 0,52 0,64ს აღწევს.

მდინარეთა ხარჯების კავშირი ჰაერის ტემპერატურასთან სუსტია და ხშირად კორელაციის კოეფიციენტი უარყოფითი ნიშნით ხასიათდება. რადგან ზოგ შემთხვევაში ის მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ჩამონადენის ფორმირებაში, მისი გათვალისწინება სხვა ფაქტორებთან ერთობლიობაში აუცილებელია.

ცალკეული მდინარის ჩამონადენის ფორმირების ფიზიკური არსის გათვალისწინებით, ყველა თვისა და კვარტლისათვის კორელაციური ანალიზის საფუძველზე დგება პირველდაწყებითი

შესადგენად საჭირო იქნება დიდი მოცულობის ინფორმაცია, რაც სადღეისოდ არარეალურია და ამიტომ, მათი შემდგომი გამოყენების მიზნით, ყველა სავარაუდო ფაქტორიდან უნდა შეირჩეს საპროგნოზო პრედიქტორებისა ყველაზე ოპტიმალური ნაერთი.

ამისათვის გარკვეული მათემატიკური კრიტერიუმების [1] გამოყენებით. მრავალფაქტორიანი საპროგნოზო მოდელიდან გამოვრიცხავთ არაეფექტურ და დუბლირებულ ფაქტორებს. შემდეგ, დარჩენილი ცვლადებიდან მრავალბიჯიანი გაცხრილვის მეთოდის [5] გამოყენებით ვადგენთ ოპტიმალურ საპროგნოზო მოდელს.

ოპტიმალური მოდელის ამოხსნის დროს კი ვახდენთ მრავალფაქტორიანი განტოლების პირდაპირ და შებრუნებულ გაშლას [3], რის შედეგადაც მიიღება სხვადასხვა სახის საპროგნოზო ვარიანტები, რომელთაგან, შესაბამის შეფასებათა კრიტერიუმების [6] მიხედვით, შეირჩევა საუკეთესო ვარიანტები ოპერატიული პროგნოზების გასაცემად.

საპროგნოზო განტოლებათა შესაფასებლად გამოიყენება შემდეგი კრიტერიუმები: S/σ პროგნოზების საშუალო კვადრატული ცდომილების შეფარდება საპროგნოზო ჩამონადენის საშუალო კვადრატულ გადახრასთან, $P\%$ დასაშვები ცდომილების (δ მ³/წმ) გამართლება, r კორელაციის კოეფიციენტი ფაქტიურსა და პროგნოზულ მნიშვნელობებს შორის, Θ პროგნოზების ეკონომიკური ეფექტურობა.

საპროგნოზო მოდელის კვლევის ყველა ეტაპის რეალიზაცია განხორციელდა ერთიან გაანგარიშებათა სისტემით, ავტორის მიერ შემუშავებულ სათანადო კომპიუტერული პროგრამების საშუალებით.

სხვადასხვა სახის საპროგნოზო მოდელის გამოკვლევის შედეგად თითოეული თვისა და კვარტლისათვის მიღებულია რამდენიმე სახის საპროგნოზო განტოლება, რომელთა გაანგარიშებაში სხვადასხვა ფაქტორები მონაწილეობენ. მაგალითად მდ.ხანისწყალზე დაბა ბაღდადთან მეორე კვარტლის ჩამონადენის საპროგნოზოდ მიღებულია შემდეგი სახის ფორმულები:

N° განტოლება		S/σ	r
1	$Q_{IYYI} = 0.01 W_{20/II} + 16.9$	0.73	0.69
2	$Q_{IYYI} = 0.02 W_{12001300} + 16$	0.75	0.68
3	$Q_{IYYI} = 0.02 W_{12001300} 1.6 \theta_{III} + 17.7$	0.68	0.76 (1)
4	$Q_{IYYI} = 0.01 W_{12001300} 1.9 \theta_{III} + 0.4 Q_{2.III} + 13.7$	0.63	0.80
5	$Q_{IYYI} = 0.01 P_{XIII} 2.2 \theta_{III} + 0.5 Q_{2.III} + 11.9$	0.63	0.82
6	$Q_{IYYI} = 0.01 W_{30/II} 1.8 \theta_{III} + 0.3 Q_{2.III} + 12.0$	0.60	0.80

საპროგნოზო დამოკიდებულებათა ასეთი წარმოდგენა საშუალებას იძლევა ოპერატიული პროგნოზის შედგენის დროს საანგარიშოდ შეირჩეს ის განტოლება, რომლის მონაცემები არის სახეზე

პროგნოზის გაცემის დროს, ე.ი. საპროგნოზო განტოლება შეირჩეს არსებული ინფორმაციისა და საპროგნოზო პერიოდის ხანგრძლივობის მიხედვით.

თუ ოპერატიული პროგნოზის გაცემის დროს არსებობს ყველა საჭირო ინფორმაცია, მაშინ სხვადასხვა სახის საპროგნოზო განტოლებებიდან შეირჩევა ის ფორმულა, რომელსაც აქვს ყველაზე უკეთესი შეფასების კრიტერიუმები.

ცხრილ 2ში ყველა თვისა და კვარტლისათვის მოცემულია თითო საპროგნოზო განტოლება, რომლითაც მიიღება მდინარეთა ჩამონადენის ჩვეულებრივი სახის პროგნოზები. მაგრამ ჰიდროობიექტის საიმედო მომსახურებისათვის აუცილებელია აგრეთვე ალბათური პროგნოზებიც, რომლებიც [6] თანახმად გამოიანგარიშება მარტივი გამოსახულებით:

$$Q_{P\%} = Q + \delta_{P\%} \quad (2)$$

სადაც $Q_{P\%}$ გარკვეული ($P\%$) უზრუნველყოფის ხარჯია, Q – მდინარის ხარჯის პროგნოზია გამოთვლილი საპროგნოზო განტოლებით, $\delta_{P\%}$ პროგნოზის გარკვეული ($P\%$) უზრუნველყოფის ცდომილება, რომლის შესახებ მონაცემები მოცემულია ცხრ. 4სი, ე.ი. ჩვეულებრივი სახის პროგნოზის გარდა შეიძლება გაანგარიშებული იქნეს პროგნოზები 5%-დან 95%-მდე უზრუნველყოფით.

დღეისათვის ჰიდროპროგნოზების ეკონომიკური ეფექტურობის შეფასება ფულადი ერთეულებით შეუძლებელია სათანადო მასალების უქონლობის გამო. ამიტომ, შემუშავებული საპროგნოზო მეთოდები შეიძლება შეფასდეს შეფარდებითი ხერხით [4], რომლის მიხედვით ეკონომიკურად ეფექტურად ითვლება ის პროგნოზი, რომლის ცდომილება ნაკლებია, ვიდრე მისი გადახრა საპროგნოზო ხარჯის ნორმიდან.

საპროგნოზო დამოკიდებულების ეკონომიკური ეფექტურობა კი განისაზღვრება წარმატებული პროგნოზების შემთხვევათა რიცხვის (v_1) პროცენტული შეფარდებით, საპროგნოზო დამოკიდებულებაში განხილულ შემთხვევათა საერთო რაოდენობასთან (v)

$$\Theta = (v_1 / v) 100\% \quad (3)$$

ცხრილ 2-ში ყველა საპროგნოზო დამოკიდებულებისათვის მოცემულია (3) გამოსახულების მიხედვით გამოთვლილი ეკონომიკური ეფექტურობა, რომელთა მნიშვნელობა იცვლება 60 75%ის ფარგლებში.

თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ პროგნოზების უქონლობის შემთხვევაში ვეწინააღმდეგებით მდინარის ხარჯის ნორმას, რომლის გამოყენებით ეკონომიკური ეფექტურობა საშუალოდ 50%, მაშინ შეიძლება ითქვას, რომ მიღებული საპროგნოზო ფორმულებით

გამოთვლილი ხარჯების გამოყენების ეფექტურობა აჭარბებს მას.

10 25%ით

საპროგნოზო და კვანძოვანი ხარჯების (Q მ³/წმ) საპროგნოზო განტოლებები და მათი შეფასება ცხრილი 2

საპროგნოზო განტოლება	შეფასება						ცლობლება (მ ³ /წმ)					
	S/σ		P %		r		ფ	ლას.	5%	10%	25%	
	2	3	3	4	4	5						6
1	მდ. ყვირილა - ქ. მგებეფანი											
$Q_I = 0.6 Q_{X-II} - 1.39 Q_{X-III} + 0.01 P_{X-III} + 3.3 Q_I + 25.4$	0.75	70	0.70	58	14.1	25.3	20.0	10.4				
$Q_{II} = 0.1 Q_I + 0.5 P_I - 0.3 \theta_{II} + 0.05 P_{II} + 16.8$	0.80	68	0.63	68	21.4	39.5	30.8	16.2				
$Q_{III} = 0.18 P_I - 0.94 \theta_{II} + 0.06 W_{30/11} + 38.8$	0.78	67	0.66	61	29.0	58.7	45.8	24.1				
$Q_{IV} = 0.25 P_I + 0.03 W_{30/11} + 0.2 Q_{2.11} - 5.8 \theta_{III} + 51.1$	0.71	76	0.75	74	32.0	47.9	37.4	19.7				
$Q_V = 0.13 W_{1900-2000} + 42.4$	0.73	66	0.69	71	19.8	30.3	23.6	12.4				
$Q_{VI} = 0.24 P_V + 0.16 Q_V + 0.18 P_{VI} - 1.2$	0.78	65	0.66	67	12.0	23.1	18.0	9.49				
$Q_{VII} = 0.33 Q_{VI} + 0.19 P_{VII} + 5.7$	0.78	71	0.64	65	10.7	20.1	15.7	8.27				
$Q_{VIII} = 0.57 Q_{VII} + 6.4$	0.80	71	0.60	59	10.3	19.6	15.3	8.05				
$Q_{IX} = 0.66 Q_{VIII} + 7.25$	0.61	78	0.80	75	8.1	12.1	9.48	4.99				
$Q_{X} = 0.81 Q_{IX} - 5.1 \theta_X + 56.6$	0.69	70	0.73	72	14.4	22.2	18.3	9.11				
$Q_{XI} = 0.73 Q_X + 0.2 \theta_X + 0.3 P_{XI} + 14.2$	0.67	73	0.71	71	19.0	30.7	24.0	12.6				
$Q_{XII} = 0.29 Q_{I-XI} + 0.04 P_{XI} - 0.28 \theta_{XI} + 0.2$	0.76	75	0.69	73	19.5	36.2	28.2	14.6				
$Q_{I-III} = 0.28 Q_{2-XII} - 1.72 \theta_{XII} - 0.14 P_I + 1.1 \theta_I + 39.1$	0.77	62	0.70	74	15.7	29.8	23.3	12.3				
$Q_{IV-VI} = 0.11 P_I + 0.32 Q_{I-III} - 5.3 \theta_{III} + 50.6$	0.73	78	0.72	70	14.7	26.1	20.4	10.7				
$Q_{VII-XI} = -0.29 \theta_{IV} + 0.27 Q_{VI} + 0.12 P_{VII} + 10.4$	0.86	64	0.56	62	8.40	17.5	13.6	7.18				
$Q_{X-XII} = 0.96 Q_X + 0.14 P_X + 4.09$	0.74	64	0.69	62	13.7	23.5	18.3	9.65				

ცხრილი 2-ის გაგრძელება

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	მდ. ხანისწყალი- დ.ბაღდაძე							
	$Q_I = 0.22 Q_{IX} - 0.35 S_{VI} + 0.1 Q_{VII} + 0.54 S_I + 7.34$	66	0.70	64	2.34	4.31	3.36	1.77
	$Q_{II} = 0.27 Q_I + 0.01 P_{XI-I} + 0.63 S_{VI} + 8.12$	66	0.55	64	3.64	7.21	5.63	2.96
	$Q_{III} = 0.02 W_{2011} + 8.81$	72	0.66	63	6.06	11.6	9.05	4.74
	$Q_{IV} = 0.044 W_{1900-1900} + 17.7$	79	0.81	76	9.61	13.9	10.8	5.72
	$Q_V = 0.01 W_{1900-1900} + 0.32 Q_{IV} - 2.29 S_{VI} + 20.9$	74	0.80	74	5.20	8.03	6.27	3.30
	$Q_{VI} = 0.05 P_V + 0.40 Q_{V-} - 0.34 S_V + 4.18$	77	0.66	63	4.46	8.40	6.56	3.45
	$Q_{VII} = 0.003 W_{2000-2100} + 0.40 Q_{VI} + 1.88$	62	0.63	64	2.94	6.30	4.91	2.59
	$Q_{VIII} = 0.02 Q_{VI-} + 0.40 Q_{VII-} - 0.47 S_{VIII} + 9.11$	68	0.64	70	2.56	4.11	3.21	1.69
	$Q_{IX} = 0.48 Q_{VIII} - 0.31 S_{VIII} + 7.19$	77	0.65	61	2.11	3.98	3.10	1.63
	$Q_X = 1.43 Q_{IX} + 0.44 S_{IX} + 0.05 P_X - 13.5$	83	0.86	70	5.04	6.53	5.10	2.69
	$Q_{XI} = 0.34 Q_X - 0.02 P_X + 6.77$	70	0.65	60	3.84	3.46	2.70	1.42
	$Q_{XII} = 0.70 Q_{XI} + 0.03 P_X + 2.27$	70	0.65	61	3.80	7.16	5.59	2.94
	$Q_{I-III} = 0.01 P_{XI-I} + 7.93$	66	0.59	68	2.92	6.07	4.74	2.49
	$Q_{IV-VI} = 0.02 W_{1900-1900} + 19.9$	68	0.68	62	5.24	9.54	7.45	3.92
	$Q_V - Q_{VII-XI} = 0.01 W_{2000-2100} + 0.22 Q_{VI-} - 0.1 S_{VIII} + 0.03 P_{VII} + 2.85$	74	0.70	75	2.01	3.68	2.87	1.51
	$Q_{X-XII} = 0.83 Q_{VI} + 0.02 P_X + 0.77$	74	0.70	72	3.20	5.12	3.99	2.10

რაც შეეხება პროგნოზირების სრულყოფის შედეგებს, ძნელია შეადარო ადრე და ახლად მიღებული პროგნოზები იმის გამო, რომ წინად განხილულ ტერიტორიაზე მოქმედებდა 10 ინფორმაციული მეტეოსადგური, ახლა კი საპროგნოზოდ გამოყენებულია ტერიტორიის გარეთ მდებარე ორი მეტეოსადგურის მონაცემი.

მიუხედავად ამისა, ახლად მიღებული პროგნოზების უპირატესობა პრაქტიკული გამოყენების თვალსაზრისით ეჭვს გარეშეა, რადგან ისინი რეალურ ინფორმაციას ეყრდნობიან. გარდა ამისა, ახლად მიღებული საპროგნოზო გამოსახულებები შედგენილია 20 წლის

დაკვირვების მასალების დამატებით და ამიტომ ისინი გაცილებით საიმედოა არიან.

პროგნოზები შედგენილია ერთიან დაკვირვებათა რიგების გამოყენებით რომელიმე შემთხვევის იგნორირების გარეშე, რაც კიდევ უფრო ზრდის მიღებული განტოლებების საიმედოობას. მიღებული საპროგნოზო განტოლებებით შეიძლება გაიცეს პროგნოზები როგორც ჩვეულებრივი, ისე ალბათური ფორმით 5, 10, 25, 75, 90 და 95% უზრუნველყოფით, რაც მათი პრაქტიკაში უფრო ფართო მასშტაბის გამოყენების შესაძლებლობას იძლევა.

პროგნოზის დროულობა 1დან 34 თვეა, ამიტომ მათი საშუალებით წყლის რესურსების გამოყენების რაციონალური დაგეგმარებით რამდენადმე გაიზრდება ელექტროენერჯის გამომუშავება და სასოფლოსამეურნეო კულტურების მოსავლიანობა.

ამრიგად, ინფორმაციული ქსელის შემცირების პირობებში პროგნოზების სრულყოფამ უზრუნველყო მდინარეთა ჩამონადენის საიმედო შედეგების მიღება. მიტომ, დასკვნის სახით შეიძლება ითქვას, რომ მიუხედავად დღევანდელი მიმდინარეობისა, აუცილებელია ადრე შედგენილი პროგნოზების განახლება არსებულ პირობებთან შეთანხმებით მათი პრაქტიკული გამოყენების მიზნით. ამასვე მოითხოვს ის გარემოება, რომ 20 წლის მასალის დამატებით, მნიშვნელოვნად იცვლება დამოკიდებულება მდინარის ჩამონადენსა და მასზე მოქმედ ფაქტორებს შორის, რაც ზრდის პროგნოზების საიმედოობას.

ლიტერატურა – REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Г.А. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей. Л., Гидрометеоиздат, 1971, 362 с.
2. Басилашвили Ц.З. Труды ЗакНИГМИ, вып 62(68), М., Гидрометеоиздат, 1975, с. 3341
3. Басилашвили Ц.З. Труды ЗакНИГМИ, вып 68(74), М., Гидрометеоиздат, 1979, с. 7787.
4. Временные методические рекомендации по определению экономического эффекта научноприкладных работ по гидрологии. Л., ГГИ, 1974, 40 с.
5. Дрейпер Н., Смит Т. Прикладной регрессионный анализ. М., Статистика, 1973, 324 с.
6. Наставление по службе прогнозов. Раздел 3, ч.1, Л., Гидрометеоиздат, 1962, 193 с.

უაკ 556.16

მდინარეთა ჩამონადენის პროგნოზების განახლება ინფორმაციული ქსელის შემცირების პირობებში. /ც.ბასილაშვილი, გ.ცომიაი/. შპის

შრომათა კრებული. – 2001. – ტ. 106. – გვ.38-47–ქართ.,რეზ.ქართ., ინგლ., რუს.

სადღეისოდ მკვეთრად შემცირდა ინფორმაციული ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელი. ამასთან დაკავშირებით აუცილებელია ადრე შემუშავებული მდინარეთა ჩამონადენის პროგნოზის განახლება.

70იან წლებში მდ.ყვირილასა და მდ. ხანისწყლის ჩამონადენის პროგნოზები ეფუძნებოდა 10 მეტეოპუნქტის ინფორმაციას. სადღეისოდ პრიგნოზირების მიზნით გამოყენებულ იქნა მეზობელი აუზების 2 მეტეოსადგურის მონაცემი.

სტატისტიკური მონაცემების რიგის გაზრდამ 20 წლით და უფრო სრულყოფილი საპროგნოზო მეთოდის გამოყენებამ უზრუნველყო საიმედო პროგნოზების მიღება. ნახ.1, ცხრ.2,ლიტ.დას.6.

UDC 556.16

Renovation of forecasts for river runoff under conditions of reduced information./ **Ts.Basilashvili, G.Tsomaia /**. **Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2001.V.106.p.38-47.Georg.:Summ.Georg., Eng., Russ.**

At present the hydrological information network has been sharply reduced. That is the reason why it has the urgent importance to renew river flow forecast worked out earlier.

In the 70s the prognosis of the river flow of the rivers Kvirila and Khanistskali were based on the information, obtained from 10 meteorological stations. At present for the purpose of forecasting we have to use the data of only 2 stations located in neighbouring basins.

Increasing the statistical data by 20 years and the use of advanced methods for working out forecasts ensured their reliability.Fig.1,Tab.2,Ref.6.

УДК 556.16

Обновление прогнозов стока рек в условиях сокращенной информационной сети. /Басилашвили Ц.З.,Цомаია Г.В./ Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2001. – т.106. – с.38-47. – Груз.; рез. Груз.,Анг.,Русск.

На сегодня резко сократилась информационная гидрометеорологическая сеть. В связи с этим необходимо обновить ранее разработанные прогнозы стока рек.

В 70х годах прогнозы стока рек Квирила и Ханисцкали были основаны на информации 10 метеорологических пунктов. Сегодня для прогнозирования вынуждены использовать данные только 2х метеостанций соседних бассейнов.

Увеличение статистических данных на 20 лет и применение усовершенствованного метода прогноза обеспечило получение более надежных результатов. Рис.1,таб.2,лит.6.

УДК 551.482.215:551.500

Н.Н.Бегалишвили, К.А.Таварткиладзе, Н.А.Бегалишвили

ОЦЕНКА ВЕКОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ МИКРОКЛИМАТА И СТОКА ДЛЯ НЕКОТОРЫХ ВОДОСБОРОВ РЕК ГРУЗИИ

По современным представлениям происходящее в настоящее время изменение глобального климата связано с нарушением равновесного состояния энергетического баланса в системе «атмосфера – подстилающая поверхность – гидросфера». Причиной этого могут быть возрастание содержания в атмосфере «парниковых газов», увеличение концентрации аэрозолей, трансформация подстилающей поверхности, вызывающая изменение альбедо и др. На фоне отмеченного глобального потепления изменение регионального климата может иметь неоднородный характер. По видимому, местные физикогеографические условия, характер мезо и микроциркуляционных процессов, особенности радиационного баланса горной территории и другие факторы явились причиной умеренного похолодания на территории Западной Грузии и потепления в Восточной Грузии в течение последнего столетия [1]. При этом влагосодержание атмосферы на территории Грузии местами или увеличивается, или остается неизменным [2].

Цикл влагооборота в системе «атмосфера – подстилающая поверхность» включает превращение водяного пара по схеме: влагосодержание – облачность – осадки – испарение – сток. Так как облачность, осадки и испарение существенно зависят от режимов температуры и влажности в атмосфере, то их изменения могут оказать значительное влияние и на влагооборот. Поэтому представляет значительный интерес изучение влияния особенностей изменения регионального климата на водный баланс и формирование стока рек в Грузии.

В настоящей работе выполнены исследования влияния особенностей векового изменения полей температуры и влажности на процесс влагооборота в двух типичных водосборных бассейнах Грузии, расположенных, соответственно, в зонах похолодания (р.Супса, Западная Грузия) и потепления (р.Храми, Восточная Грузия).

Для оценки изменения составляющих влагооборота были использованы фактические ряды гидрометеорологических наблюдений на станциях и постах, расположенных на территориях указанных водосборов. Общее число пунктов наблюдений составило порядка 10 в каждом из бассейнов. Однако, оценка изменения микроклимата выполнена по данным наиболее длительных рядов наблюдений метеостанций Анасеули, Ацана, Бахмаро, ДаблаЦихе и Шрома – в бассейне р.Супса и пунктов Болниси, Дманиси, ТетриЦкаро,

Марнеული и Цалка – в бассейне р.Храми. Величины изменения метеозлементов установлены с помощью линейной аппроксимации их временных рядов. В частности, при расчете изменения температуры воздуха, упругости водяного пара и относительной влажности были использованы среднемесячные данные за 90 лет (19061995), а для температуры поверхности почвы – 56летние эмпирические ряды (19361991). Обнаружено, что среднее ежегодное уменьшение температуры воздуха в бассейне р.Супса составило – $0,0022^{\circ}\text{C}/\text{год}$, а уменьшение температуры почвы – $0,033^{\circ}\text{C}/\text{год}$. В бассейне р.Храми изменение температуры воздуха происходит с большей скоростью – среднегодовое увеличение здесь равно $0,0058^{\circ}\text{C}/\text{год}$, а средний прирост температуры поверхности почвы составил величину $0,0034^{\circ}\text{C}/\text{год}$. Изменение влагосодержания атмосферы в обоих бассейнах примерно одно и тоже – наблюдается незначительное увеличение упругости водяного пара в среднем на $0,00320,0034$ мб/год, относительной влажности – на $0,010,02\%/год$.

Как это было отмечено выше, при оценке изменений основных метеорологических элементов, характеризующих региональный климатический режим и его изменение, были использованы 90 и 56 летние периоды. Поэтому, необходимо было рассмотреть, как согласуются сравнительно короткие периоды изменения климата с долгопериодными изменениями. С этой целью были рассчитаны среднемесячные аномалии температуры воздуха для двух пунктов наблюдений – Анасеული и Дмანისი по трем периодам: 19061995, 19361991 и 19541991 гг. Оценка аномалий показала, что изменение температурного поля по всем периодам в обеих пунктах наблюдений происходит идентично. Однако, в последний период величина изменения увеличивается: в бассейне р.Супса – в сторону похолодания, в бассейне р.Храми – в сторону потепления.

Весьма своеобразно происходит изменение рассмотренных метеозлементов по отдельным месяцам. На рис.1 представлены гистограммы этих изменений. Согласно данным рис.1(а), процесс похолодания на территории бассейна р.Супса наиболее заметен в ноябре и он характеризуется величиной $-0,013^{\circ}\text{C}/\text{год}$. В бассейне р.Храми потепление отмечается во все месяцы, в особенности в январе, апреле и мае, когда среднегодовое увеличение температуры воздуха превышает величину $0,01^{\circ}\text{C}/\text{год}$. Особо следует отметить факт повсеместного потепления в апреле, характерного для всей территории республики. В этот месяц среднегодовое увеличение температуры и в Западной Грузии, и в Восточной Грузии достигает максимума.

Картина изменения температуры подстилающей поверхности кардинально отличается от распределения изменения температуры воздуха (см.рис 1(б)). В бассейне р.Супса в течение всего года и, в особенности в холодный период, наблюдается резкое понижение температуры поверхностного слоя почвы до $-0,06^{\circ}\text{C}/\text{год}$ (январь, май и декабрь). В бассейне р.Храми также отмечается похолодание почвы, кроме марта, апреля, июля и

сентября. Однако, в отмеченные месяцы большие положительные аномалии, в особенности в апреле ($0,063^{\circ}\text{C}/\text{год}$) и в сентябре ($0,071^{\circ}\text{C}/\text{год}$), определяют общую среднегодовую положительную тенденцию в температурном поле подстилающей поверхности.

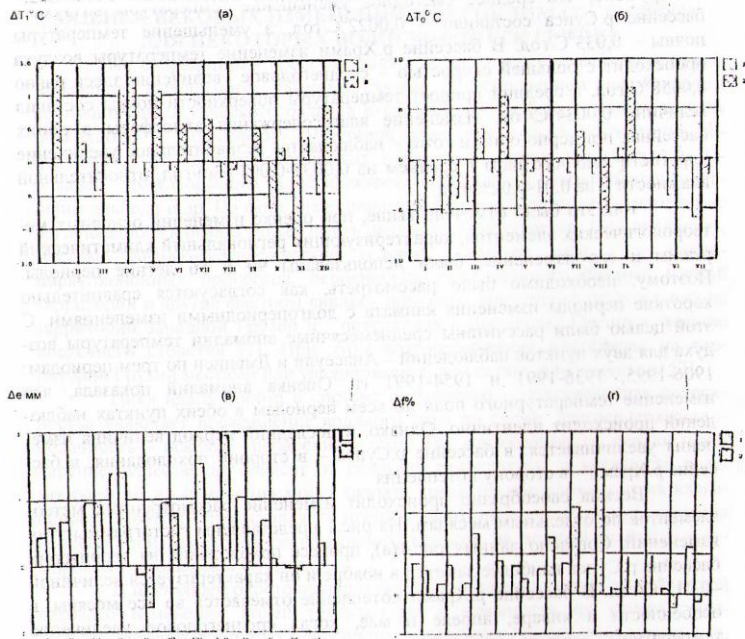


Рис. 1. Среднемесячные аномалии температуры воздуха (а), температуры поверхности почвы (б), упругости водяного пара (в) и относительной влажности (г) в бассейнах р. Супса (1) и р. Храми (2).

Согласно рис.1(в) и (г), на которых представлены изменения упругости водяного пара и относительной влажности, аномалии среднемесячных величин положительны в течение всего года, кроме мая. В этот месяц отмечено уменьшение упругости водяного пара в обоих бассейнах. Поло-

жительная тенденция поля влажности особо выражена в июлеавгусте и в бассейне р.Храми составляет величину до 0,01 мб/год и 0,06 %/год.

Изучение изменения измеряемых величин характеристик влагооборота – осадков и стока, было выполнено: а) в бассейне р.Супса по данным 4х метеопунктов Бахмаро, Чохатаури, Хидистави, Анасеули и 4х гидрометрических постов Бахмаро, Чохатаури, Хидистави, КведаБахви; б) в бассейне р.Храми – также по данным 4х метеопунктов Болниси, Дманиси, Цалка, Самцвериси по показаниям 4х гидрологических постов Самцвериси, Дагетсачин, Едикилиса и Бейукчай. Временные ряды осадков и стока соответствуют 46летнему периоду 19411987 гг. Отсутствующие элементы этих рядов были восстановлены по корреляционным полям осадков и стока с использованием метода разложения случайной функции в многомерном пространстве по естественным ортогональным векторам [1, 3, 4]. Коэффициент корреляции между годовыми нормами осадков для станций, расположенных в бассейне р.Супса, оказался в пределах 0,550,86, а для пунктов в бассейне р.Храми в интервале 0,610,85. Коэффициент корреляции между среднегодовыми величинами стока рек бассейна р.Супса колеблется в пределах 0,310,53, для рек бассейна р.Храми – 0,300,72. Точность восстановления отсутствующих значений в рядах осадков составила около 7080%, в рядах стока – 6070%.

Изменения осадков и стока в рассмотренный период 19411987 гг, также, как для величин температуры и влажности, были аппроксимированы линейным законом, эмпирические коэффициенты которого определялись методом наименьших квадратов. На рис.2 и 3 представлены, соответственно, многолетние колебания осадков и стока, линейные тренды их изменения. В бассейне р.Супса атмосферные осадки примерно одинаково уменьшаются по всей территории в пределах 410 мм/год, что составляет от годовой суммы 0,20,6% в год. За 47 лет максимальное уменьшение осадков в бассейне наблюдалось на станции Хидистави – 450 мм, а минимальное в Анасеули – 170 мм. Таким образом, похолодание в бассейне р.Супса сопровождается заметным уменьшением осадков на водосборе.

Изменение осадков в бассейне р.Храми носит неоднородный характер и происходит менее интенсивно, чем в бассейне р.Супса. В нижней и средней части бассейна отмечается уменьшение осадков в пределах 0,52,3 мм/год (порядка 0,10,4% от годовой суммы в год). В верховьях бассейна тенденция меняет знак и здесь увеличение осадков за 47 лет составляет более, чем 70 мм (0,2%/год). При территориальном усреднении изменение осадков на водосборе является незначительным (0,68мм/год или –0,1%/год).

В бассейне р.Супса неизменный сток в верхней (Бахмаро) и в средней (КведаБахви) ее части, также, незначительное уменьшение в нижней части (Чохатаури, –0,001 м³/с в год или –0,1% от нормы в год) абсолютно не согласуются с данными гидрометрического створа в Хидистави, где отмечено

довольно заметное увеличение стока до $0,2 \text{ м}^3/\text{с}$ в год или порядка 1% от нормы в год. Тем более этот факт является удивительным, так как пункты Чохатаური, Хидистავი и КвеდაБахვი, находящиеся на равнинной местности, сравнительно близко расположены друг от друга. Если даже исключить из анализа данные створа Хидистави, то неизменный сток в бассейне р.Супса, все равно находится в несоответствии со значительным уменьшением осадков на водосборе.

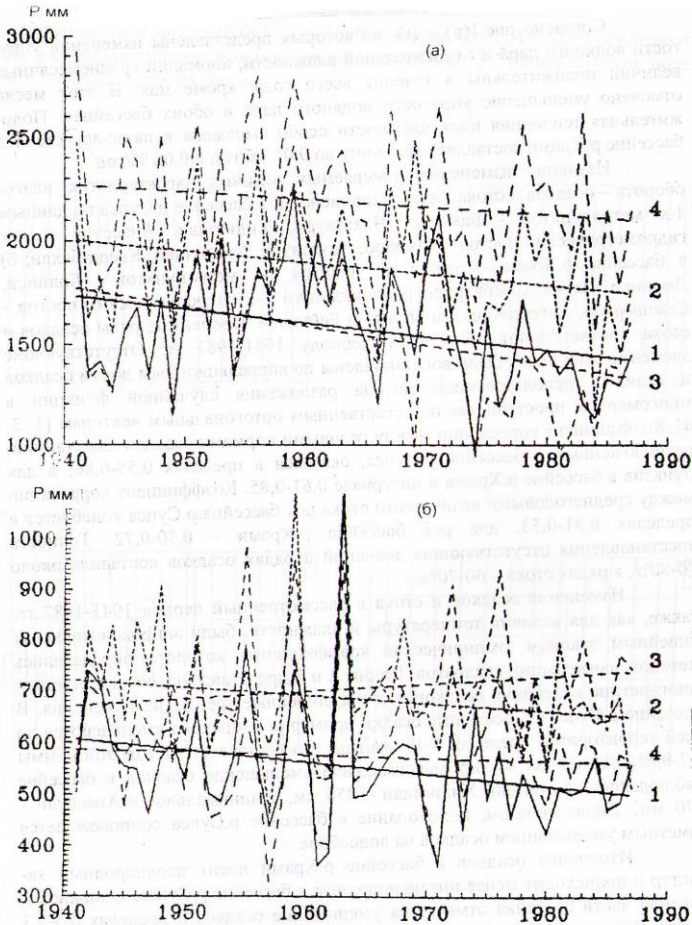


Рис.2. Многолетние колебания осадков и их линейные тренды в бассейнах р. Супса (а) – станции 1.Бахмаро, 2.Чохатаური, 3.Хидистავი, 4.Анасули, р. Храми (б) – станции 1.Болниси, 2.Дманиси, 3.Цалка, 4.Самцвериси.

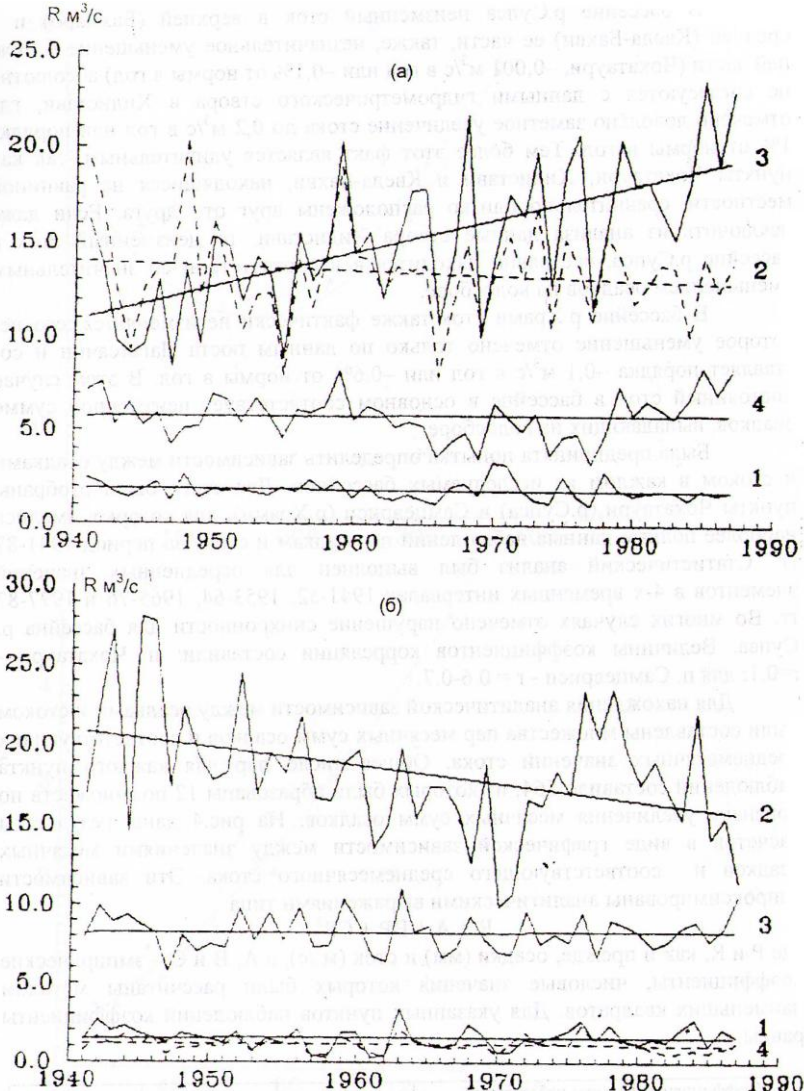


Рис. 3. Многолетние колебания стока и их линейные тренды в бассейнах р. Супса (а) – посты 1.Бахмаро, 2.Чохатаури, 3.Хидистави, 4.Кведа-Бахви, р. Храми (б) – посты 1.Самшвериси, 2.Дагетсачин, 3.Едикилиса, 4.Бейукчай.

В бассейне р.Храми сток также фактически не изменяется, его некоторое уменьшение отмечено только по данным поста Дагетсачин и составляет порядка $-0,1 \text{ м}^3/\text{с}$ в год или $-0,6\%$ от нормы в год. В этом случае постоянный сток в бассейне в основном соответствует неизменной сумме осадков, выпадающих на водосборе.

Была предпринята попытка определить зависимости между осадками и стоком в каждом из исследуемых бассейнов. Для этого были отобраны пункты Чохатаури (р.Супса) и Самцевриси (р.Храми), для которых имелись наиболее полные данные наблюдений по осадкам и стоку за период 194187 гг. Статистический анализ был выполнен для осредненных значений элементов в 4х временных интервалах 194152, 195364, 196576 и 197787 гг. Во многих случаях отмечено нарушение синхронности для бассейна р. Супса. Величины коэффициентов корреляции составили: п. Чохатаури $r=0.1$; для п. Самцевриси $r = 0.60.7$.

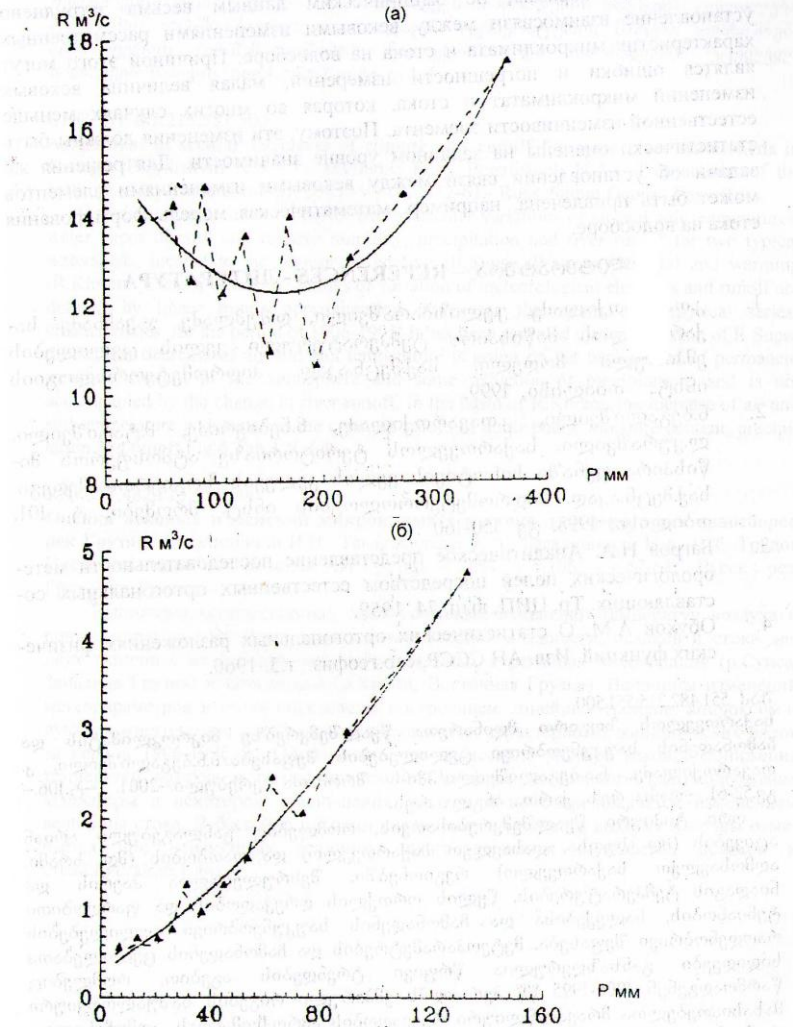
Для нахождения аналитической зависимости между осадками и стоком были составлены множества пар месячных сумм осадков и соответствующих среднемесячных значений стока. Общее число пар для каждого пункта наблюдений составило 564, из которых были образованы 12 подмножеств по признаку увеличения месячных сумм осадков. На рис.4 даны результаты расчетов в виде графической зависимости между значениями месячных осадков и соответствующего среднемесячного стока. Эти зависимости аппроксимированы аналитическими выражениями типа

$$R = A + BP + CP^2,$$

где P и R, как и прежде, осадки (мм) и сток ($\text{м}^3/\text{с}$), а A, B и C – эмпирические коэффициенты, числовые значения которых были рассчитаны методом наименьших квадратов. Для указанных пунктов наблюдений коэффициенты равны:

Коэффициенты Пункты наблюдений	A	B	C
п. Чохатаури	15.57	0.0406	0.00012
п. Самцевриси	0.30	0.0190	0.00011

Таким образом, по эмпирическим данным весьма затруднено установление взаимосвязи между вековыми изменениями рассмотренных характеристик микроклимата и стока на водосборе. Причиной этого могут являться ошибки и погрешности измерений, малая величина вековых изменений микроклиматат и стока, которая во многих случаях меньше естественной изменчивости элемента. Поэтому, эти изменения должны быть статистически оценены на заданном уровне значимости. Для решения же задачи об установлении связи между вековыми изменениями элементов может быть привлечена, например, математическая модель формирования стока на водосборе.



რის. 4. Зависимость среднемесячного стока от месячных сумм осадков в пунктах Чохатаური (ა) и Самсვერისი (ბ).

ლიტერატურა – REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. კთავართქილაძე, ეელიზბარაშვილი, დემუღაძე, ჯ.ვანხაძე. საქართველოს მიწისპირა ტემპერატურული ველის ცვლილების ემპირული მოდელი. საქ. მეცნ. აკად. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტ., თბილისი, 1999.

2. ნ.ბეგალიშვილი, კ.თავართქილაძე, ნ.ნებიერიძე, მ.ტატიშვილი, ღ.ყურაშვილი. საქართველოს ტერიტორიაზე ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში სინოტივის ველის კვლევის ზოგიერთი შედეგი. საქ.მეცნ.აკად. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტ. შრომები, ტ. 101, თბილისი, 1998, გვ. 150160 .
3. Багров Н.А. Аналитическое представление последовательности метеорологических полей посредством естественных ортогональных составляющих. Тр. ЦИП, вып. 74, 1959.
4. Обухов А.М. О статистических ортогональных разложениях физических функций. Изв. АН СССР, сер.геофиз., т.3, 1960.

შპა 551.482.215:551.500

საქართველოს ზოგირთ მდინარეთა წყალშემკრებზე მიკროკლიმატის და ჩამონადენის საუკუნეობრივი ცვლილებების შეფასება/ნ.ბეგალიშვილი, კ. თავართქილაძე, ნ.ბეგალიშვილი /ჰმის შრომათა კრებული.–2001. –ტ.106.– გვ.48-57. –რუს.; რუზ. ქართ., ინგლ., რუს.

ორი ტიპიური წყალშემკრებისათვის, რომლებიც განლაგებული არიან აცივების (მდ. სუფსა, დასავლეთ საქართველო) და დათბობის (მდ. ხრამი, აღმოსავლეთ საქართველო) რეგიონებში, შესრულებულია ჰაერის და ნიადაგის ტემპერატურების, წყლის ორთქლის დრეკადობის და ფარდობითი ტენიანობის, ნალექებისა და ჩამონადენის საუკუნეობრივი ცვლილებების რაოდენობრივი შეფასება. მეტეოპარამეტრების და ჩამონადენის ცვლილებათა სიდიდეები განსაზღვრულია წრფივი ტრენდების აგებით, რომლებიც წარმოადგენენ 19061995 წწ პერიოდის ემპირული რიგების საშუალოთიური მახასიათებელთა მრავალწლიური რეკვადობის აპროქსიმაციას. აღმოჩენილია, რომ მდ. სუფსას აუზში ჰაერის და ნიადაგის ტემპერატურების დაწვეა მიმდინარეობს მუდმივი ატმოსფეროს ტენშემცველობისა და ნალექთა შემცირების ფონზე და მას თან არ სდევს ჩამონადენის სიდიდის ცვლილება. მდ.ხრამის აუზში ჰაერის და ნიადაგის ტემპერატურის მატება აღინიშნება ატმოსფეროს ტენშემცველობის, ნალექებისა და ჩამონადენის უცვლელი სიდიდეებისათვის. ილ.4,ცხრ1.,ლიტ.დას.4.

UDC 551.482.215:551.500

Assessment of secular variation of climate and runoff for some river watersheds in Georgia./ **Begalishvili N.N., Tavartkiladze K.A., Begalishvili N.A./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2001.V.106.p.48-57. Russ.:Summ.Georg., Eng., Russ.**

Quantitative assessment is performed of secular variations of air and soil temperatures, water vapor density and relative humidity, precipitation and river runoff

for two typical watersheds, located in the regions of cooling (R.Supsa, Western Georgia) and warming (R.Khrami, Eastern Georgia). Values of variation of meteorological elements and runoff are defined by linear trends approximating multiyear fluctuation of empirical series' characteristics for the period of 1906-1995. It has been revealed that in the basin of R.Supsa the secular decrease of air and soil temperature is going on the background of permanent moisture content of the atmosphere and some reduction of precipitation, and is not accompanied by the change in river runoff. In the basin of R.Khrami the increase of air and soil temperature is detected at the constant values of atmospheric moisture content, precipitation and runoff. Fig.4, Tab.1, Ref.4.

УДК551.482.215:551.500

Оценка вековых изменений микроклимата и стока для некоторых водосборов рек Грузии./ Бегалишвили Н.Н., Таварткиладзе К.А., Бегалишвили Н.А. /Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2001. – т.106. – с.48-57. –Русск.; рез. Груз.,Анг.,Русск.

Выполнена количественная оценка вековых изменений температур воздуха и почвы, упругости водяного пара и относительной влажности, осадков и стока для двух типичных водосборов рек, расположенных в регионах похолодания (р.Супса, Западная Грузия) и потепления (р.Храми, Восточная Грузия). Величины изменений метеопараметров и стока определены построением линейных трендов, аппроксимирующих многолетние колебания среднемесячных характеристик эмпирических рядов за период 1906-1995 гг. Обнаружено, что в бассейне р.Супса вековое понижение температур воздуха и почвы происходит на фоне постоянного влагосодержания атмосферы и некоторого уменьшения осадков и не сопровождается изменением величины стока. В бассейне р.Храми увеличение температур воздуха и почвы отмечается при неизменных величинах влагосодержания атмосферы, осадков и стока. Рис.4, таб.1, лит.4.

უკ 551

რ.გობეჯიშვილი, ნ.ცერცვაძე

საქართველოში თოვლისა და ფირნის ხაზების მდებარეობა და დინამიკა

თოვლისა და ფირნის ხაზების შესწავლა გეოგრაფიული მცენიერების მრავალი დარგის ინტერესს წარმოადგენს. მათი მდებარეობით ნათელი წარმოდგენა გვეძლევა ნებისმიერი რეგიონის გამოყენების ხასიათზე. ამ ხაზების მდებარეობის ცვლილება გავლენას ახდენს მდინარეთა მყინვარულ ჩამონადენზე, ნივალურგლაციალური პროცესების ხასიათზე, ხოლო თავის მხრივ მისი მდებარეობა დამოკიდებულია კლიმატის ცვლილებებზე. თოვლის ხაზი წარმოადგენს დედამიწის ბუნებრივი ზონების საზღვარს ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ განფენილობაში. აქედან გამომდინარე, ამ საკითხის გამოკვლევას აქვს თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა.

საქართველოს თანამედროვე გამყინვარებისა და მყინვარების რეჟიმის ხასიათის განსაზღვრაში დიდი მნიშვნელობა აქვს თოვლისა და ფირნის ხაზების სიმაღლით მდებარეობას. ლიტერატურაში თოვლისა და ფირნის ხაზების განსაზღვრაში განსხვავებული შეხედულებები არსებობს (С.В.Калесник, 1963, М.В.Тронов, 1972, П.А.Шумский, 1963, Г.К.Тушинский, 1968 და სხვა). გაანალიზა რა ყველა მოსაზრება ვ.კოტლიაკოვმა (1968, 1984) მოგვცა თოვლისა და ფირნის ხაზების სრული განსაზღვრება, რომელიც ჩვენს შრომაშია გამოყენებული.

მრავალი წლის განმავლობაში ჩვენს მიერ სხვადასხვა პირობებში ჩატარებულია დაკვირვებები თოვლისა და ფირნის ხაზების მდებარეობაზე, როგორც ცალკეული მყინვარებისათვის, ასევე მდინარეთა აუზებისათვის. სამწუხაროდ, მიღებული მონაცემები არ გვაძლევს საშუალებას მოვახდინოთ მათი განხილვა უფრო ვრცელ ტერიტორიაზე, ამიტომ კავკასიონის ქედისა და ცალკეულ მდინარეთა აუზებისათვის თანამედროვე ფირნის ხაზის მდებარეობა ჩვენს მიერ ძირითადად განსაზღვრულია ტოპოგრაფიული რუკების, ლიტერატურული წყაროების და აეროკოსმოსური სურათების მიხედვით. ფირნის ხაზის მდებარეობა განსაზღვრეთ გეფერის მეთოდით. ამ მეთოდის არჩევა განპირობებულია ორი მიზეზით: 1.ფირნის ხაზის მდებარეობაზე მიღებული მონაცემები თითქმის არ განსხვავდება სხვა მეთოდით მიღებული მონაცემებისაგან; 2.ფირნის ხაზის დეპრესიის გამოთვლისას ჩვენ ვეყრდნობოდით მყინვარის

მიერ წარმოქმნილ ფორმებს, სტადიალურ და მიკროსტადიალურ მორენებს, ამ შემთხვევაში აღნიშნული მეთოდი უფრო ხელსაყრელია.

საქართველოში მდინარეებისა და მათი შენაკადების აუზებისათვის ფირნის ხაზის მდებარეობა ადრე გამოთვლილი იყო ა.რეინჰარდის (1916,1917) მიერ ერთვერსიანი ტოპოგრაფიული რუკების მიხედვით. უკანასკნელ წლებში კი ჩვენს მიერ სხვადასხვა პერიოდის ტოპოგრაფიული რუკების გამოყენებით გამოთვლილია ფირნის ხაზის მდებარეობა 1946-1950 და 1960-1965 წლებისათვის, ხოლო ბოლო პერიოდისათვის განსაზღვრულია 1987-1989 წლების აეროკოსმოსური მასალების საფუძველზე (იხ.ცხრ.1).

ცხრილი 1 ფირნის ხაზის სიმაღლე საქართველოს მდინარეთა აუზებში

აუზის დასახელება	ფირნის ხაზის სიმაღლე (მ)
ზიფი	3070
ოდორი	3110
ნგური	3360
ლიონი	3410
იახვი	3510
რაგვი	3540
თერგი	3490
სა	3500
რღუნი	3500
პირიქითა ალაზანი	3520

ცხრილის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ ფირნის ხაზის სიმაღლე იზრდება. ფირნის ხაზი ყველაზე მაღლა (3500-3540 მ) აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა აუზებში მდებარეობს.

ფირნის ხაზის სიმაღლითი მდებარეობა ცალკეულ მდინარეთა აუზების შიგნით არაერთგვაროვანია. ცენტრალური კავკასიონის ზოგიერთ მდინარეთა აუზში (დოღრა, მუღხურა, ენგურის სათავეები) ფირნის ხაზი უფრო მაღლა მდებარეობს, ვიდრე მის აღმოსავლეთ განლაგებულ მდინარეთა აუზებში (მდ.რიონის აუზი). ჩვენი აზრით ამის მიზეზია ამ მონაკვეთში ცენტრალური კავკასიონის მაღალი ჰიფსომეტრული მდებარეობა და მისი სამხრეთ ფერდობის დიდი დახრილობა (ფიცრულას მონაკვეთის სამხრეთ ფერდი კი ციცაბოა).

ერთი მდინარის აუზის ფაგლებში ფირნის ხაზის სიმაღლე მყინვარზე და თვით აუზში სხვადასხვა სიმაღლეზეა. დიდი მყინვარების ზედაპირზე ფირნის ხაზის სიმაღლე ყოველთვის დაბალია, ვიდრე

მდინარის აუზში. მაგალითად, მდ.ჩვეშურას აუზში ფირნის ხაზი მდებარეობს 3390 მ. სიმაღლეზე, მაშინ როცა ამ აუზის უდიდეს მყინვარ კირტიშოზე მისი სიმაღლე 3150 მეტრია. მდ. მულხურას აუზში ფირნის ხაზი საშუალოდ 3440 მეტრის სიმაღლეზე მდებარეობს, ხოლო მყინვარ ლეხიორსა და ტვიბერზე კი შესაბამისად 3170 და 3250 მეტრის სიმაღლეზეა.

ფირნის ხაზის მდებარეობაზე ძალზე დიდი გავლენა აქვს მყინვარის აუზის რელიეფის მორფოლოგიურ და მორფომეტრიულ თავისებურებებსა და მყინვარის მორფოლოგიურ ტიპს. დიდი ზომის მყინვარზე ფირნის ხაზი უფრო დაბლა მდებარეობს, ვიდრე მცირე ზომის მყინვარზე. დაკიდული ტიპის მყინვარზე ფირნის ხაზს ყველაზე მაღალი მდებარეობა უკავია (ხორხისა და აცუნტას ქედები).

ცნობილია, რომ მყინვარის წარმოქმნაში სხვა ფაქტორებთან ერთად დიდი მნიშვნელობა აქვს ფერდობების ექსპოზიციას. საქართველოს ისეთ ქედებზე, სადაც მყინვარები წარმოდგენილია ჩრდილოეთ და სამხრეთ ფერდობებზე ფირნის ხაზი სამხრეთ ფერდობზე ყოველთვის მაღლა მდებარეობს, ვიდრე ჩრდილოეთ ფერდობზე. ასე მაგალითად, სვანეთის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობზე ფირნის ხაზი მდებარეობს 3260 მეტრ სიმაღლეზე, ხოლო სამხრეთზე 3380 მ სიმაღლეზე. ხორხის ქედის სამხრეთ ფერდობზე იგი 3650 მეტრ სიმაღლეზეა, ხოლო ჩრდილოეთზე კი 3580 მეტრზე.

კოდორისა და სამეგრელოს ქედებზე ფირნის ხაზი დაბლა მდებარეობს 3050-3100 მეტრის სიმაღლეზე, რაც განპირობებულია ზამთარში მყარი ატმოსფერული ნალექების სიუხვითა და რელიეფის ოროგრაფიული პირობებით.

უკანასკნელ 100 წელიწადში (1890-1990 წწ) ფირნის ხაზის მდებარეობამ საკმაოდ ცვლილებები განიცადა (იხ.ცხრ.2). ცხრილში განხილულია მხოლოდ კავკასიონის სამხრეთ ფერდობი დასავლეთ საქართველოს ფარგლებში. კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე 1890 წლიდან 1990 წლამდე ფირნის ხაზმა მაღლა აიწია საშუალოდ 200 მეტრით, ე.ი. 2 მეტრით/წელიწადში. ვინაიდან ფირნის ხაზის დეგრესია დიდ მდინარეთა აუზებში ერთნაირია, ამიტომ შეიძლება დავასკვნათ, რომ ამ პერიოდში საქართველოში ადგილი ჰქონდა ფიზიკურგეოგრაფიული პირობების თანაბარ ცვალებადობას.

კავკასიონის თოვლის ხაზის მდებარეობაზე უშუალოდ დაკვირვების მასალები, ჩვენი აზრით, გეოგრაფიულ ლიტერატურაში არ მოგვეპოვება, მაგრამ მისი განსაზღვრა შეიძლება არაპირდაპირი მეთოდების საშუალებით. ვკოტლიაკოვი (1968) თოვლის ხაზის განსაზღვრისას აღნიშნავს: "იგი წარმოადგენს ჰიონოსფეროს ქვედა დონის ანაბეჭდს დედამიწის რელიეფის ზედაპირის რეალურ პირობებში".

ცხრილი 2 ფირნის ხაზის ცვალებადობა კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე 1890-1990 წლებში

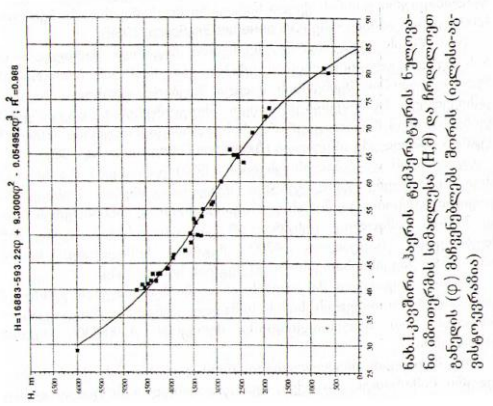
აუზის დასახელება	არეინჰარდი		რ.გობეჯიშილი		ფირნის ხაზის დეპრესია (მ)	
	1890 რუკებით	1946-1950 რუკებით	1960 რუკებით	1990 აეროფოტო	1890-1990	1960-1990
ჩხალთა	2890	2990	3030	3090	200	60
კლინი	2860	3040	3100	3100	240	30
გვანდრა	2770	2950	3090	3090	320	50
საკენი	3090	3090	3130	3180	90	30
საშ.კოდორის აუზი	2900	3030	3110	3110	210	40
ნენსკრა	3080	3120	3200	3200	120	30
ნაკრა	3190	3150	3280	3280	90	50
დოღრა	3210	3360	3400	3400	190	20
მულხურა	3200	3200	3440	3440	240	40
ენგურის სათავეები	3200	3410	3480	3480	270	30
საშ.ენგურის აუზი	3175	3285	3360	3360	185	35
ედენურა	3180	3350	3390	3390	210	20
ზოფხიტრა	313	326	338	338	20	50
ჩვეშურა	3140	3315	3390	3390	250	20
ჭანჭახი	3140	3305	3380	3380	240	30
ნოწარულა	3370	3460	3500	3500	130	10
საშ.რიონის აუზი	3200	3340	3410	3410	210	30
საშ.კავკასიონის სამხრეთი ფერდობი	3090	3220	3390	3290	200	30

ჩვენ მიგვაჩნია, რომ ჰიონოსფეროს ქვედა საზღვარს წარმოადგენს ივლისაგვისტოს თვეების ნულოვანი იზოთერმის საშუალო სიმაღლე. ნულოვანი იზოთერმის განსაზღვრა შეიძლება ორი ხერხით: 1) ჰაერის ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტის საშუალებით და 2) აეროლოგიური დაკვირვების მასალების მიხედვით

შრომაში " Климат и климатические ресурсы Грузии" (1971), მოცემულია ცენტრალურ კავკასიონზე ნულოვანი იზოთერმის სიმაღლე ჰაერის ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტის დახ-

მარებით. მ.გავაშელის (1971) მიხედვით ივლისაგვისტოში ნულოვანი იზოთერმის სიმაღლე შეადგენს 41004200 მეტრს. ანალოგიური მონაცემები აქვს მიღებული ე.კორძახიას (1961) და შინაშვილს (1975) მდ.ენგურის აუზისათვის.

აეროლოგიური დაკვირვების მასალებზე დაყრდნობით ჩვენს მიერ შესწავლილი იყო თავისუფალ ატმოსფეროში ჰაერის ტემპერატურის განაწილება ვერაზიის კონტინენტისათვის. ყოფილი საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზე აღებულია 35 აეროლოგიური სადგურის მონაცემები. მათმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ნულოვანი იზოთერმის მდებარეობა ივლისის და აგვისტოს თვეებში განსხვავებულია განედების მიხედვით. ჩრდილოეთ განედის 50⁰ ის სამხრეთით ნულოვანი იზოთერმა ყველაზე მაღლა აგვისტოს თვეში გვაქვს, ხოლო მის ჩრდილოეთით კი ივლისის თვეში. ამ მონაცემებით აგებული გრაფიკის გამოყენება ერთგვარ უხერხულობას იწვევს, ამიტომ ყველა სადგურისათვის ავიღეთ ივლისაგვისტოს თვეებში საშუალო ნულოვანი იზოთერმის სიმაღლითი მდებარეობა (იხ.ნახ.1). აქვე ავღნიშნავთ, რომ ამ გრაფიკზე ნულოვანი იზოთერმის სიმაღლე ოდნავ დაბალია კავკასიონის განედისათვის. კავკასიაში ივლისაგვისტოს თვეებში ჰაერის ნულოვანი იზოთერმის საშუალო სიმაღლე ტოლია: მინერალურ წყლების თავზე 4120 მ, სოხუმის თავზე 4465 მ, ხოლო თბილისის თავზე 4500 მ. (И.Ф.Кварацхелия, 1964). ცენტრალური კავკასიონისათვის ნულოვანი იზოთერმის სიმაღლე განესაზღვრეთ ამ მონაცემების მიხედვით, რაც 4360 მეტრს უტოლდება.



ზემოთ მოტანილი მონაცემები გვიჩვენებს, რომ ცენტრალურ კავკასიონზე (მდ.ენგურის აუზში) ნულოვანი იზოთერმის სიმაღლე მერყეობს 42004400 მეტრის ფარგლებში. როგორც ვხედავთ, ჰაერის

ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტის მიხედვით მიღებული მონაცემები უფრო დაბალია, ვიდრე თავისუფალ ატმოსფეროში ნულოვანი იზოთერმის სიმაღლე, რაც გამოწვეულია კავკასიონის რელიეფის გავლენით.

კ.შუმსკი (1963) აღნიშნავს, რომ "თოვლის საზღვარი ესაა თოვლით კეების ოლქის ან ზონის ქვედა საზღვარი (სახელდობრ, "მუდმივი თოვლის" ზონა, რეკრისტალიზაციური)".

კავკასიონის მყინვარებისათვის ყინულწარმოქმნის ზონების საკითხი ლიტერატურაში სუსტად არის განხილული. მეორე საერთაშორისო გეოფიზიკური პერიოდის დროს მწვერვალ იალბუსზე ჩატარდა კომპლექსური გამოკვლევები, რომლის შედეგად განსაზღვრული იყო ყინულწარმოქმნის ზონები. რეჟელაციურრეკრისტალიზაციური ფირნის ქვედა საზღვარი მდებარეობდა საშუალოდ 4200 მეტრის სიმაღლეზე (Оледенение Эльбруса, 1968).

1987 წლის სექტემბერში, სვანეთში ჩატარდა ქართველი და მოსკოველი გლაციოლოგების ექსპედიცია, რომლის პროგრამაში შედიოდა ადიშის მყინვარის მალა მდებარე ფირნული პლატოს გამოკვლევა (გამოყენებული იყო შვეულმფრენი). დაკვირვებმა გვიჩვენა, რომ რეჟელაციურრეკრისტალიზაციური ფირნი 4200-4300 მეტრის სიმაღლეზე იწყებოდა (Дюргеров, Гобеджишвили, 1989).

გ.ტუმინსკიმ და ნ.მალინოვსკაიამ (1972) გამოიყენა რა სხვადასხვა სიმაღლეზე განლაგებული მეტეოსადგურების მონაცემები, ყოფილი საბჭოთა კავშირის ტერიტორიისათვის განსაზღვრეს "დონე 365"-ის სიმაღლე. ცენტრალურ კავკასიონისათვის "დონე 365" მდებარეობს საშუალოდ 4200 მეტრის სიმაღლეზე, ხოლო მთლიანად კავკასიისათვის 4300 მეტრის სიმაღლეზე.

ზემოთ მოტანილი მასალების ანალიზი საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ თოვლის ხაზის სიმაღლე ცენტრალური კავკასიონისათვის: იგი ივლისაგვისტოში მერყეობს 4200-4300 მეტრის ფარგლებში.

თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ კავკასიონის ქედს სუბანედური მიმართულება აქვს, იგი გადაჭიმულია ჩრდილო დასავლეთიდან სამხრეთ აღმოსავლეთისაკენ და საქართველოს ფარგლებში მდებარეობს ჩრდილო განედის 4144⁰ შორის, მაშინ თოვლის ხაზის სიმაღლე დასავლეთ, ცენტრალურ და აღმოსავლეთ კავკასიონზე სხვადასხვა სიმაღლეზე გვექნება. ცენტრალურ კავკასიონზე (მდ.ენგურის აუზში) ჩრდილო განედის 43⁰ზე მდებარეობს და თოვლის ხაზის სიმაღლე 4200-4400 მეტრის სიმაღლეზეა.

დასავლეთ კავკასიონი უფრო ჩრდილოეთით მდებარეობს ცენტრალურიდან, ხოლო აღმოსავლეთ კავკასიონი უფრო სამხრეთით, ამიტომ თოვლის ხაზის სიმაღლე ცენტრალურთან შედარებით დასავლეთში უფრო დაბლა იქნება, აღმოსავლეთში კი უფრო მაღლა. ცნობილია, რომ ჰაერის ტემპერატურა ეკვატორიდან ჩრდილოეთისაკენ ყოველ ერთ გრადუსზე 0.5^0 ით იცვლება, ხოლო ვერტიკალურად ყოველ 100 მეტრზე ტემპერატურა $0.50.7^0$ ით ეცემა. გამომდინარე აქედან და აეროლოგიურ მონაცემებზე დაყრდნობით (თბილისი, მინ.წყლები), შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა, რომ დასავლეთ კავკასიონზე თოვლის ხაზი მდებარეობს 41004200 მეტრ სიმაღლეზე, ხოლო აღმოსავლეთ კავკასიონზე კი 44004500 მეტრ სიმაღლეზე.

თავისუფალ ატმოსფეროში ნულოვანი იზოთერმის საშუალო მრავალწლიური სიმაღლითი მდებარეობა ჩრდილოეთ ნახევარსფეროსათვის ქთბილისის განედზე მოცემული აქვს თ.დავითაიას და კ.თავართქილაძეს (1981). მათი მონაცემებით ივლისაგვისტოში ნულოვანი იზოთერმის სიმაღლე იცვლება ქვეყნილი ზედაპირის გეოგრაფიული პირობებით და მერყეობს 41504300 მეტრის ფარგლებში.

ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე მოვახდინეთ თოვლისა და ფირნის ხაზების ანალიზი, საიდანაც კარგად ჩანს, რომ სხვაობა თოვლისა და ფირნის ხაზებს შორის კავკასიონზე არაერთგვაროვანია. დასავლეთ საქართველოს ფარგლებში ეს სხვაობა 10001200 მეტრს შეადგენს, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში 8001000 მეტრს უდრის.

ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ: დასავლეთ კავკასიონზე ფირნის ხაზის საშუალო სიმაღლე 3090 მეტრია, ცენტრალურზე (დასავლეთ საქართველოს ფარგლებში) 3385 მეტრი, აღმოსავლეთზე 3500 მ. კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე ფირნის ხაზმა 18901960 წლებში მაღლა აიწია 170 მეტრით, ხოლო 19601990 წლების პერიოდში 30 მეტრით. თოვლის ხაზის სიმაღლე განსაზღვრულია სხვადასხვა მეთოდით. იგი დასავლეთ კავკასიონზე მდებარეობს 41004200 მეტრ სიმაღლეზე, ცენტრალურზე 42004400 მეტრზე, აღმოსავლეთ კავკასიონზე კი 44004500 მეტრზე. თოვლისა და ფირნის ხაზების მდებარეობა დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ მაღლა იწევს, რაც სხვა ფაქტორებთან ერთად კავკასიონის სუბგანედური მიმართულებით არის გამოწვეული.

ლიტერატურა REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. მკორძახია. საქართველოს ჰავა. თბილისი, 1961.

2. რ.გობეჯიშვილი. ვახუშტის სახ.გეოგრაფიის ინსტიტუტის სამეცნიერო სესია. მოხსენებათა თეზისები. თბილისი, "მეცნიერება", 1985.
3. Гобеджишвили Р.Г. Ледники Грузии.Тб., "Мецниереба",1989.
4. Гляциологический словарь.Л.,Гидрометеоиздат,1984.
5. Давитая Ф.Ф.,Таварткиладзе К.А. Проблемы борьбы с градобитием. Тбилиси, "Мецниереба",1982.
6. Дюргеров М.Б.,Михаленко В.И.,Гобеджишвили Р.Г. Результаты обследования фирнового плато Алиши.М.,МГИ,вып.64,1989.
7. Инашвили Ш.В. Ледники южного склона Центрального Кавказа. Автореферат канд.диссерт.,Тбилиси, 1975.
8. Калесник С.В. Очерки по гляциологии.М.,Географиздат,1963.
9. Климат и климатические ресурсы Грузии. Л., Гидрометеоиздат,1971.
10. Кварацхелия И.Ф. Аэрологические исследования в Закавказье. Л.,Гидрометеоиздат,1964.
11. Котляков В.М. Снежный покров земли и ледники.Л.,Гидрометеоиздат,1968.
12. Тронов М.В. Факторы оледенения и развития ледников. Томск,1972.
13. Тушинский Г.К. К вопросу целесообразности применения понятия "Хионосфера".М.,МГИ,№7,1963.
14. Шумский П.А. К терминологии в теории гляциологических зональности.МГИ,№7,1963.

უაკ 551

საქართველოში თოვლისა და ფირნის ხაზების მდებარეობა და დინამიკა. /რ.გობეჯიშვილი, ნ.ცერცვაძე/ჰმის შრომათა კრებული. – 2001. – ტ. 106. –გვ.58-66. –ქართ.; რეზ. ქართ.,ინგლ.,რუს.

საქართველოში ფირნისა და თოვლის ხაზის დინამიკის თანამედროვე მდგომარეობა დადგენილია სხვადასხვა პერიოდის ტოპოგრაფიული რუკების, აეროკოსმოსური გადაღებების და ევროპური კონტინენტის აეროლოგიური მონაცემების საშუალებით და ლიტერატურული წყაროების, აგრეთვე 1969 წელს ჩატარებული დაკვირვებების მასალების გამოყენებით. დასავლეთ კავკასიონზე ფირნის ხაზი მდებარეობს 3090 მზე, ხოლო აღმოსავლეთ კავკასიონზე კი 3500 მზე. უკანასკნელ 100 წელიწადში ფირნის ხაზის სიმაღლემ აიწია საშუალოდ 200 მით (2 მ/წელიწადში).

თოვლის ხაზი (0°C იზოთერმით, ივლისიაგვისტო) დასავლეთ კავკასიონზე გადის 4100 – 4200 მზე, ცენტრალურ კავკასიონზე 4200 – 4400 და აღმოსავლეთ კავკასიონზე 4400 – 4500 მზე.

თოვლისა და ფირნის ხაზების მდებარეობა დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ მაღლა იწევს, რაც სხვა ფაქტორებთან ერთად

კავკასიონის სუბგანედური მიმართულებით არის გამოწვეული. ილ.1,ცხრ.2,ლიტ.დას.14.

UDC 551

Current state and dynamics of firn and snow lines in Georgia. /R.Gobejishvili, N.Tsertvadze/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2001.V.106.p.58-66Georg.:Summ.Georg., Eng., Russ.

Current state and dynamics of the firn and snow lines are estimated on the basis of topographic maps of different periods, aerial mapping and aerological data of Eurasian continent as well as the field observations carried out in 1969 and literary sources. The mean height of snow line in the Western Kavkasioni is 3090 m, while in the East Kavkasioni it is 3500 m. The firn line rose for about 200 m during the last 100 years (2 m per year). The height of snow line (0°C isotherm of July, August) in the West Kavkasioni is 41004200 m, in the Central Kavkasioni 42004400 m, and in the East Kavkasioni 44004500 m. The firn and snow lines are rising from west to east, that is conditioned by sublatitudinal position of the Kavkasioni Ridge. Fig.1, Tab.2, Ref.14.

УДК 551

Современное положение и динамика снеговой и фирновой линий в Грузии. /Гобеджишвили Р.Г., Церцвадзе Н.В./ Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2001. – т.106. – с.58-66. – Груз.; рез. Груз., Англ., Русск.

В Грузии современное положение и динамика фирновой и снеговой линий установлена на основе разновременных топографических карт, аэрокосмических съемок, аэрологических данных Евроазиатского континента и литературных источников, а также с помощью непосредственных полевых наблюдений в 1969 г. На Западном Кавказе фирновая линия находится на высоте 3090 м, а на Восточном Кавказе 3500 м. За последние 100 лет фирновая линия повысилась в среднем на 200 м (2 м/год).

Снеговая линия (0°C изотерма, июльавгуст) на Западном Кавказе расположена на высоте 41004200 м, на Центральном Кавказе 42004400 м, а на Восточном Кавказе 44004500 м.

Положение фирновой и снеговой линий с запада на восток повышается, что наряду с другими факторами, вызвано субширотным расположением Кавказского хребта. Рис.1, таб.2, лит.14.

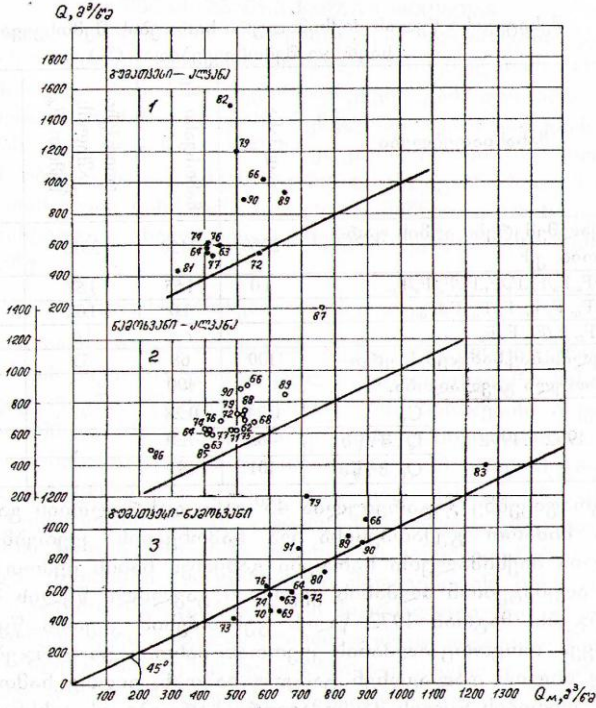
კ.ცომაია, თ.ცინცაძე

**მდინარე რიონის წყლის მაქსიმალური ხარჯები რკინიგზის გა-
დაკვეთის უბანზე საღებურ რიონთან**

თბილისიდან დასავლეთის მიმართულების რკინიგზის ტრასა წარ-
მოადგენს სახელმწიფო სტრატეგიული მნიშვნელობის "ტრასეკას"
ობიექტს. იგი მოითხოვს ტვირთბრუნვის გაზრდას არსებულთან შე-
დარებით. ამ მხრივ დიდი მნიშვნელობა აქვს რკინიგზის გამტარებ-
ლობას. რაც დღეისათვის შეზღუდულია, ტრასის მდ. რიონის გადაკ-
ვეთის უბანზე, სადაც ამჟამად ერთ ლიანდაგიანი ხიდი მოქმედებს.
ტვირთბრუნვის სიჩქარის გადიდების მიზნით ამ მონაკვეთზე
გათვალისწინებულია ახალი ხიდის აშენება ძველი ხიდის ზემოთ 15
მ მანძილზე.

წყალმოვარდნების თავისებურებანი

რკინიგზის ახალი ხიდის პროექტის ტექნიკურეკონომიკური დასა-
ბუთებისათვის საჭიროა განახლებული ჰიდროლოგიური მასალების,
პირველ რიგში, წყლის მაქსიმალური ხარჯების რეჟიმის ცოდნა, მა-
თი 100 და 300 წელიწადში ერთხელ განმეორადობის რაოდენობრივი
მახასიათებლების ჩათვლით. ამ პარამეტრების დასადგენად გამოყენე-
ბული იქნა დაკვირვების მასალა 1911 წლიდან 1992 წლამდე ხიდის
ზემოთ მდებარე ჰიდროლოგიურ კვეთებზე სოფ. ალპანაში, სოფ. ნა-
მოხვანში, რიონჰესის კაშხალის ზემოთ, გუმათჰესში და ქუთაისში.
დაკვირვების შედეგებიდან ჩანს, რომ წყლის მაქსიმალური ხარჯების
გავლას ჰიდროლოგიური კვეთებზე სხვადასხვა დროს აქვს ადგილი.
ერთდროულად გავლილი წყლის მაქსიმალური ხარჯების შემთხვევა-
თა რიცხვი ჰიდროლოგიურ საგუშაგო ალპანას მიმართ შეადგენს ამ
გავლის წყლის მაქსიმალური ხარჯების შემთხვევათა რიცხვის 68%ს
(ცხრ.1) ნამოხვანთან, 53%ს რიონჰესის კაშხლის ზემოთ, 42%ს – გუ-
მათჰესთან და 38%ს ქ. ქუთაისთან, ხოლო ნამოხვანის მიმართ 50%ს
გუმათჰესთან. აშკარად ჩანს, რომ წყალშემკრები აუზის ფართობის
ზრდასთან ერთად შესატყვისი წყლის მაქსიმალური ხარჯების გაფ-
ლის რაოდენობა მცირდება, რაც მეტყველებს ჰიდროლოგიურ კვე-
თებს შორის დამატებით ფაქტორების გავლენაზე. შეიძლება ადგილი
ჰქონდა უფრო ძლიერ წვიმებს ქვედა მონაკვეთზე, ვიდრე ზემოთ და
სხვა. ამასთან, მეტად საინტერესოა შესატყვისი წყლის მაქსიმალური
ხარჯების ურთიერთ დამოკიდებულების შედეგი. ისინი წარმოადგე-
ნილია ნახ.1 გუმათჰესსა და ალპანას (მრ.1), ნამოხვანსა და ალპანას
(მრ.2), გუმათჰესსა და ნამოხვანს (მრ.3) შორის.



ნახ.1.მდ. რონი - სალპანას, ნამოხვანისა და გუმბათქესის კვეთებში გავლილი შესატყვისი წყლის მაქსიმალური ხარჯების ურთიერთ დამოკიდებულება (დაკვირვების წლები 1962–1992): 1. Q_M გუმბათქესი = $f(Q_{Mალპანა})$; 2. Q_M ნამოხვანი = $f(Q_{Mალპანა})$; 3. Q_M გუმბათქესი = $f(Q_{Mნამოხვანი})$.

გრაფიკებზე გატარებულია 45° იანი დახრილობის გამყოფი ხაზი. მის მიმართ გუმბათქესისა და ნამოხვანის კვეთებზე გავლილი წყლის მაქსიმალური ხარჯები გამყოფი ხაზის ზემოთ დალაგდნენ და აღემატებიან ალაპანის კვეთთან გავლილი წყლის მაქსიმალურ ხარჯებს. მაგრამ 1972 წლის გუმბათქესის კვეთის წყლის ხარჯი იგივეა, როგორც ალაპანის კვეთთან. მასთან, ეს ხარჯები უფრო მეტად ახლოს დალაგდნენ გამყოფ ხაზთან, ვიდრე ნამოხვანიალაპანის კვეთების წყლის მაქსიმალური ხარჯები. ეს აიხსნება გუმბათქესის წყალსაცავის ზემოქმედებით. კერძოდ, წყალსაცავში ადგილი აქვს მოვარდნილი წყლის აკუმულაციას. ამიტომ, გუმბათქესის კვეთის წყლის მაქსიმალური ხარჯები ნამოხვანის კვეთის წყლის მაქსიმალურ ხარჯებზე

ნალექები არიან და მისი შესაბამისი წერტილები მრუდის ქვემოთ დალაგდნენ. სულ 5 შემთხვევა (1956, 79, 83, 89 და 91 წლები) აღმოჩნდა უფრო მაღალი წყლის ხარჯებით, როდესაც წერტილზე გამყოფი მრუდის ზემოთ არიან განლაგებული. ამ შემთხვევებში ხარჯების მრუდების ეფექტი გაძლიერებულია წყალსაცავის დაცლის გამო დიდი წყალმოვარდნის შედეგად.

ცხრილი 1 შესატყვისი წყლის მაქსიმალური ხარჯების შემთხვევათა რიცხვი საერთო შემთხვევებიდან (%)

მახასიათებლები	აღპანა F_a	ნამოხვანი F_n	რიონისი, კაშხლის ზემოთ F_r	ბუმბათისი F_g	ქუთაისი F_q
წყალშემკრები აუზის ფართობი, კმ ²	2230	3450	3510	3510	3540
$F_a/F_a, F_a/F_n, F_a/F_r, F_a/F_g, F_a/F_q$	1.0	1.55	1.57	1.57	1.59
$F_n/F_n, F_a/F_r, F_a/F_g, F_a/F_q$		1.0	1.02	1.02	1.03
$F_r/F_r, F_r/F_g, F_r/F_q$			1.0	1.0	1.01
წყლის მაქ.ხარჯების ერთდროული გავლადობა, %	100	68	53	42	31
		100		58	
1962 1992	n_g	0.24	0.28	0.44	0.40
	,მ ³ /წმ	483	720	734	750
	,მ ³ /წმ	101	148	140	142

ზემოთ თქმულიდან გამომდინარეობს, რომ საანგარიშო კვეთში ადგილი აქვს სახეშეცვლილ წყალმოვარდნებს, რისთვისაც, ჩატარდა მის ახლოს მდებარე კვეთებში წყლის მაქსიმალური ხარჯების მონაცემების სტატისტიკური გაანგარიშება. გათვლები შესრულდა ერთი საერთო პერიოდის (1962-1992 წ.) შესაბამისი, რომლის განმავლობაში მუშაობდა სამივე საგუშაგო: სოფ. აღპანა, სოფ. ნამოხვანი და გუმბათისი. გაანგარიშებების მონაცემების მოყვანილია ცხრ.2ში. აქვე წარმოდგენილია დაკვირვების 1962, 1974 და 1988 წლებამდე წყლის მაქსიმალური ხარჯების სტატისტიკური პარამეტრები. შედარებიდან ჩანს, რომ ყველა შემთხვევაში ადგილი აქვს განსხვავებებს. მაქსიმალური ჩამონადენის ფორმირებაში დიდ როლს აუზის ის ნაწილი თამაშობს, რომელიც მდებარეობს 1400-1500 მეტრზე დაბლა. მაგრამ, განვიხილოთ პერიოდში ადგილი ჰქონდა კატასტროფულ წყალმოვარდნებს, რომელთა მაქსიმალური ხარჯები ბევრად აღემატებინ ბოლო პერიოდის წყლის მაქსიმალურ ხარჯებს.

ჰიდროლოგია - HYDROLOGY - ГИДРОЛОГИЯ

ცხრილი 2 მდ.რიონის ალპანა ქუთაისის მონაკვეთზე წყლის
მაქსიმალური ხარჯების სტატისტიკური პარამეტრები

ახასიათებელი	საანგარიშო კვეთები				
	სოფ. ალპანა	სოფ. ნამოსვანი	რიონის კაშხლის ზემოთ	გუმათკესი	ქუთაისი
წყალშემკრები აუზის ფართობი, კმ ²	2230	3450	3510	3510	3540
აუზის საშუალო სიმაღლე, მ	1810	1720	1190	1190	1660
1962 წლამდე [6]					
წყლის მაქსიმალური ხარჯი, მ ³ /წმ					
ფაქტიური საშუალო	1470	1140	1440		
ნ _გ	0.26	0.28	0.35		
ნ _ს	1.20	1.20	1.10		
1.0%	1220	1270	1380		
2.0%	1110	1170	1260		
5.0%	965	1040	1100		
1974 წლამდე [7]					
საშუალო	568	678	662		
1.0%	1570	1760	1790		1806
2.0%	1361	1525	1551		1565
5.0%	1047	1173	1193		1204
1988 წლამდე [2]					
საშუალო	630	725	707		
ნ _გ	0.43	0.25	0.36		
ნ _ს	4.20	4.00	3.00		
1.0%	1808	1506	1736		
2.0%	1506	1300	1504		
5.0%	1134	1067	1207		
1962 1992 წწ					
ფაქტიური საშუალო	757	1400		1500	1800
ნ _გ	0.24	0.28		0.44	
ნ _ს	0.31	1.66		1.04	
1.0%	779	1413		1722	
2.0%	739	1284		1561	
5.0%	682	1117		1341	

კატასტროფული წყალმოვარდნები მდ. რიონზე

კატასტროფულ წყალმოვარდნებს მდ. რიონზე არაერთხელ ჰქონია ადგილი. მათ შორის უძლიერესი იყო 735 წლის წყალმოვარდნა, რომელმაც შეიწირა მდინარეების ცხენისწყლისა და აბაშას შორის განლაგებული მურვან ყრუს 30 ათასიანი არმია. დიდი იყო წყალმოვარდნა მდ. რიონზე 1442 წელს, რომლის დროს ქ. ქუთაისში წყლის დონემ გადააჭარბა 5 მეტრით წყალმოვარდნის დაწყებამდე დონეს და წყლის სიჩქარემ მიაღწია სიდიდეს 4 მ/წმ. ყოველგვარ მოლოდინს გადააჭარბა 1895 წლის 3031 ოქტომბრის წყალმოვარდნამ, რომლის მსგავსიაც 735 წლის შემდეგ ადგილი არ ჰქონია. უფრო ძლიერად თელიან 1922 წლის 25 ოქტომბრის წყალმოვარდნას, რომელმაც დიდი ზარალი მიაყენა კოლხეთის დაბლობის მოსახლეობას და წალეკა სოფ. რობა (აბაშა). მისი ნაშთი შემორჩა სოფ. ალაპანასთან წყლის მაქსიმალური ხარჯის სახით, რომელმაც მიაღწია 1470 მ³/წმ (0.66 მ³/წმ კმ²). ბოლო წლებში გახშირდა კატასტროფული წყალმოვარდნები: 1982 წლის 12 აპრილს, 1983 წლის 1920 ივლისს (წყლის მაქსიმალურმა ხარჯმა ქ. ქუთაისში მიაღწია 1800 მ³/წმ), 1983 წლის 2930 დეკემბერს, 1987 წლის 31 იანვარს (წყლის მაქსიმალურმა ხარჯმა გუმათჰესის კვეთში მიაღწია 1500 მ³/წმ, საკონაქიძის კვეთში 4800 მ³/წმ ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის მონაცემებით, 5000 მ³/წმ აკადემიკოს ც.მირცხულავას მონაცემებით [1], 6000 მ³/წმ აკადემიკოს გ.სვანიძის მონაცემებით [8], 5495 მ³/წმ ვ.ცომაიას მონაცემებით [9]). არ არის გამორიცხული, რომ მათ ფორმირებაში გარკვეული წვლილი მიუძღვის ანთროპოგენურ ფაქტორებს. მაგრამ 1930 წლამდე, ყოველ შემთხვევაში, ამ ფაქტორის როლი ნულამდე იყო დაყვანილი. არავითარი წყალსაცავები ლაჯანურის, გუმათისა და სხვათა სახით არ არსებობდა. ამ მხრივ 1922 წლის წყალმოვარდნის მაქსიმალური ხარჯი წარმოადგენს გამოთვლილ მთავარ პარამეტრს.

რელექციის ფორმულების გამოყენების შედეგები

გამოყენებული იქნა მდინარის წყალშემკრები აუზის ფართობის რელექციის ფორმულა [5]:

$$Q_m = q_a \frac{\xi_2}{\xi_2 \xi_{2a}} \left(\frac{F_a}{F} \right)^{n_3} F \quad (1)$$

$$q_a = \frac{Q_{ma}}{F_a} \quad (2)$$

$$\xi = \xi_a \quad \text{და} \quad \xi_2 = \xi_{2a} \quad (3)$$

მათი ჩასმით ფორმულა (1)ში მივიღებთ

$$Q_m = \frac{Q_{ma}}{F_a} (F_a/F)^{n_3} F \quad (4)$$

სადაც Q_m და Q_{ma} არის წყლის მაქსიმალური ხარჯები, შესაბამისად საანგარიშო კვეთზე და მდინარეანალოგზე (მ³/წმ); F და F_a არის წყალშემკრები აუზის ფართობი შესაბამისად საანგარიშო კვეთზე და ანალოგ მდინარეზე. n_3 არის რელექციის კოეფიციენტი, რომელიც თანახმად СНИП [5], უდრის 0.15.

ანალოგ მდინარედ აღებული იქნა თვით მდ. რიონი სოფ. აღპანასთან, რომლის $F_a=2230$ კმ² და წყლის მაქსიმალურმა ხარჯმა $Q_{ma}=1470$ მ³/წმ გაიარა 1922 წლის 25 ოქტომბერს. ფორმულა (4)ში პარამეტრის რიცხვითი მნიშვნელობების ჩასმით მივიღებთ

$$Q_m = \frac{1470}{2230} \left(\frac{2230}{3450} \right)^{0.15} \times 3450 = 2177 \text{ მ}^3/\text{წმ},$$

ე.ი. 1922 წლის 25 ოქტომბერს გავლილი წყალმოვარდნის წყლის მაქსიმალური ხარჯი ქ. ქუთაისთან ყოფილა 2177 მ³/წმ.

თუ ვისარგებლებთ სოფ. აღპანასთან 1%-იანი უზრუნველყოფის წყლის მაქსიმალური ხარჯით 1570 მ³/წმ (აღებულს მონოგრაფიიდან [2]), მივიღებთ

$$Q_m = \frac{1570}{2230} \left(\frac{2230}{3450} \right)^{0.15} \times 3450 = 2246 \text{ მ}^3/\text{წმ} .$$

არსებობს წყლის ხარჯის რელექციის ფორმულა, რომელიც ემყარება მარტო ერთ პარამეტრს მრავალწლიურ საშუალო წლიურ წყლის ხარჯსნორმას (Q_0); ქ. ქუთაისისათვის იგი შეადგენს 135 მ³/წმ [2]. გამოსათვლელ ფორმულას, არჩეულს ფორმულათა სისტემიდან [2] იმ შემთხვევისათვის, როცა წყალშემკრები აუზის საშუალო სიმაღლე $M < 2000$ მ და ჩამონადენის ნორმა $Q_0 > 50$ მ³/წმ, აქვს შემდეგი სახე

$$Q_{\text{უდ}} = K Q_0 = 27.3 e^{0.002 Q_0} Q_0 , \quad (5)$$

სადაც $K Q_0 = 27.3 e^{0.002 Q_0}$, e ნეპერის რიცხვია. ფორმულის თანახმად

$$Q_{\text{უდ}} = 27.3 e^{0.002 \cdot 135} 135 = 2801 \text{ მ}^3/\text{წმ}$$

აქედან, იმავე პირობებისათვის, 1%-იანი უზრუნველყოფის წყლის მაქსიმალური ხარჯის მისაღებად გამოიყენება გადაწყვანი კოეფიციენტი $K_1=0.7$ [2], მაშინ შესაბამისი წყლის მაქსიმალური ხარჯი იქნება

$$Q_{1\%} = 0.7 Q_{\text{უდ}} = 0.7 \times 2801 = 1961 \text{ მ}^3/\text{წმ} .$$

ფორმულა (5)ის სისწორე შემოწმებული იქნა სოფ. აღპანას კვეთისათვის $Q_0 = 101$ მ³/წმ. მაშინ

$$Q_{\text{უდ}} = 27.3 e^{0.002 \cdot 101} \times 101 = 2261 \text{ მ}^3/\text{წმ} .$$

სოლო $Q_{1\%} = 0.7 \cdot 2261 = 1583$ მ³/წმ დაემთხვა სტატისტიკური მეთოდით მიღებულ შედეგს 1570 მ³/წმ, მათ შორის ცდომილება შეადგენს 0.83%, რაც ამტკიცებს გამოთვლილი შედეგების სისწორეს მდ. რიონი ქ. ქუთაისის კვეთისათვის.

წყლის მაქსიმალური ხარჯების უზრუნველყოფის განაწილების თეორიული და ფაქტიური მრუდები

1962-1992 წლების პერიოდის წყლის მაქსიმალური ხარჯებისათვის აგებული იქნა მათი უზრუნველყოფის განაწილების მრუდები მდ.რიონი-ქ.ქუთაისის კვეთისათვის (ნახ. 2. ა). თეორიული მრუდი ამ შემთხვევაში გადის ფორმულა (5)ით გამოთვლილ უდიდეს და 1%იანი უზრუნველყოფის წყლის მაქსიმალურ ხარჯებზე. მრუდიდან ჩანს, რომ ფაქტიური წერტილები 340%იან უზრუნველყოფის ფარგლებში დალაგდნენ მაღლა, ვიდრე თეორიული მრუდის წერტილები. ეს აიხსნება წყლის მაქსიმალური ხარჯების გაძლიერებით წყალსაცავი გუმათჰესის დაცლის გამო. სრულ დაცლას ადგილი აქვს, როცა მოსალოდნელია დიდი წყალმოვარდნები, რომელთა წყლის მაქსიმალური ხარჯები აღემატება 1500 მ³/წმ. სრული დაცლის შემდეგ წყალსაცავის კალაპოტი გადაიქცევა ჩვეულებრივ მდინარეულ კალაპოტად და გაატარებს წყალმოვარდნის წყლის ხარჯებს. აღნიშნულ მოსახრებას ადასტურებს აქვე მოყვანილი წყლის მაქსიმალური ხარჯების უზრუნველყოფის განაწილების თეორიული და ფაქტიური მრუდები (ნახ.2. ბ) მდ. რიონი სოფ. ნამოსვანის კვეთისათვის. აშკარად ჩანს, რომ წყლის მაქსიმალური ხარჯების თეორიული და ფაქტიური მრუდები ყველა დიაპაზონში ერთმანეთს დაემთხვენ, მათ შორის ფორმულა (5)ით მიღებული მნიშვნელობებიც. ასეთი შედეგის გამო მდ. რიონი ქ. ქუთაისის კვეთისათვის წყლის მაქსიმალური ხარჯების გამოსათვლელად მიღებული იქნა პარამეტრები $Q=734$ მ³/წმ, $C_v=0.44$ და $C_s=2.50$ (რივის სტატისტიკური დამუშავების შედეგად მიღებული $C_s=1.04$ ის ნაცვლად).

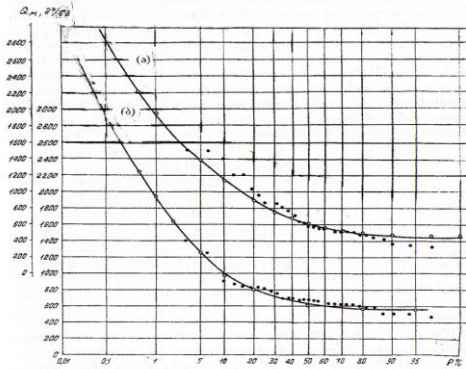
მოყვანილი სტატისტიკური პარამეტრების საფუძველზე გამოთვლილი იქნა 0.15.0%იანი უზრუნველყოფის ფარგლებში წყლის მაქსიმალური ხარჯები. გამოთვლის შედეგები მოყვანილია ქვემოთ:

%	0,1	0,33	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0
Φ	6,50	3,50	4,66	3,82	3,05	2,62	2,00
$(\Phi_{\text{ნ}} + 1)$	3,86	3,42	3,05	2,68	2,34	2,15	1,88
$(\Phi_{\text{ნ}} + 1)$	2833	2510	2239	1968	1719	1580	1380
$Q_{0.27.3e^{0.002Q}}$	2801			1961			

ამრიგად, რკინიგზის ახალ ხიდის დაპროექტების უბანზე 1000 (0,1%), 300 (0,33%), 100 (1,0%) და 50 (2,0%) წელიწადში ერთხელ გან-

მეორადობის წყლის მაქსიმალური ხარჯები შეადგენენ შესაბამისად 2833, 2510, 1968 და 1719 მ³/წმ; მისი სტატისტიკური პარამეტრებია:

$$Q_0 = 134 \text{ მ}^3/\text{წმ}, Q_m = 734 \text{ მ}^3/\text{წმ}, C_v = 0.44, C_s = 2.50$$



ნახ.2.მდ.რიონის წყლის მაქსიმალური ხარჯების (Q_m) უზრუნველყოფის (P%) მრუდები ქქუთაოსთან (მრუდი ა) და სოფ.ნაშოსთან (მრუდი ბ) 1- ფაქტიური, 2- თეორიული მნიშვნელობები.

ლიტერატურა – REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. c.mircxulava. wyaldidoba saqarTveloSi. "mecniereba", Tbilisi,1990.
2. Водные ресурсы Закавказья (под редакцией Г.Г. Сванидзе и В.Ш. Цомаи).Гидрометеоиздат,Л.,1988.
3. Возобновляемые энергоресурсы Грузии (под редакцией Г.Г. Сванидзе и Я.Л. Цуцкиридзе).Гидрометеоиздат,Л.,1987.
4. Колхидская низменность. Природные условия и социальноэкономические аспекты (под редакцией Г.Г. Сванидзе).Гидрометеоиздат,Л., 1989.
5. Определение расчетных гидрологических характеристик. СНИП 2.01.1483.Изд.Госкомитет СССР по делам строительства.М.,1985.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР(под редакцией Г.Н.Хмаладзе). Том 9,вып.1,Гидрометеоиздат,Л.,1969.
7. Ресурсы поверхностных вод СССР(под редакцией В.Ш. Цомаи). Том 9,вып.1,Гидрометеоиздат,Л.,1974.
8. Сванидзе Г.Г. Водохранилища и борьба с наводнениями.Майская сессия ЗаКНИГМИ (2025 мая 1982 г.).Тбилиси,1982.
9. Цомаи В.Ш.,Сванидзе Г.Г. Катастрофические наводнения на реках Грузии и методы определения их максимальных расходов воды. Среда и стихийноразрушительные природные процессы. "Мецниереба", Тбилиси,1994.

უაკ 551.48.482.211.215

მდინარე რიონის წყლის მაქსიმალური ხარჯები რკინიგზის გადაკვეთის უბანზე სადგურ რიონთან. /ვ.ცომიაი, თ ცინცაძე/. შპის შრომათა კრებულში. – 2001. – ტ. 106. –გვ. 67-75 –ქართ.;რეზ.ქართ.,ინგლ.,რუს.

დახასიათებულია მდინარის მაქსიმალური ხარჯი და მისი ფორმირების პირობები 1911-1992 წლებში მდ.რიონზე სოფ. ალპანასთან და ნამოხვანთან, კაშხლის ზემოთ რიონჰესთან და ქ. ქუთაისთან. დადგინდა ანთროპოგენული ფაქტორების გავლენა მაქსიმალური ხარჯის სიდიდეზე. მოცემულია დაკვირვების მასალების სტატისტიკური ანალიზი და გაანგარიშებულია წყალშემკრები აუზისათვის წყლის მაქსიმალური ხარჯი რედუქციის ფორმულით "ტრასეკას" ძირითადი ობიექტისათვის (მდ. რიონზე რკინიგზის ახალი ხიდი). დამუშავდა პროექტის ტექნიკურეკონომიკური დასაბუთებისათვის საჭირო მდ. რიონის წყლის მაქსიმალური ხარჯი სხვადასხვა უზრუნველყოფით.

UDC 551.48.482.211.215

Maximum discharges of water in the River Rioni at the railway bridge of the station Rioni. /V.Tsomaia, T.Tsintsadze /. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2001.V.106.p.67-75.Georg.:Summ.Georg., Eng., Russ.

Maximum discharges of water of the R.Rioni for the period of 1911-1992 have been characterised at the villages Alpana, Namokhvani, higher the dam of Rioni Hydropower plant and the city of Kutaisi under the conditions of their formation. Peculiarities of the influence of anthropogenic factors on the amount of maximum water discharge have been established. Results of statistical processing of observation data and estimation by the reduction formula of water discharges in the catchment area are presented. Maximum water discharges of different provision for technical and economic grounding of the project of construction of a new railway bridge on the river Rioni, higher than the old bridge, have been established with the purpose of improving the capacity of the railway as the main object of "TRACECA". Fig.2, Tab.2, Ref.9.

УДК 551.48.482.211.215

Максимальные расходы воды р.Риони у железнодорожного моста станции Риони. /Цомаია В.Ш., Цинцадзе Т.Н./ Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2001. – т.106. – с.67-75. – Груз.; рез. Груз., Англ., Русск.

Характеризуются максимальные расходы воды за период 1911-1992 гг. на гидростворах р.Риони у сел Алпана, Намохвани, выше плотины РиониГЭС и г.Кутаиси, и условия их формирования. Установлены особенности влияния антропогенных факторов на величины максимальных расходов воды. Приведены результаты статистической обработки материалов наблюдений и расчета максимальных расходов воды по формулам редукции. Установлены значения максимальных расходов воды различной обеспеченности для техникоэкономического обоснования проекта строительства нового ж/д моста на р.Риони в целях улучшения пропускной способности ж/д, как основного объекта "Трасека". Рис.2, таб.2, лит.9.

УДК 551.48:627.8

Кереселидзе Д.Н., Григолия Г.Л.

**ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ
 В ВОДОХРАНИЛИЩАХ**

Качество воды в водохранилищах обусловлено находящимися в воде различными химическими и биологическими элементами, повышенная концентрация которых часто превышает ПДК и вызвана различными антропогенными факторами.

Таковыми факторами, например, являются поверхностный и подземный сток, с прилегающих земельных угодий, и водная эрозия. Методы определения этих факторов неоднозначны, вследствие чего неоднозначным является также и оценка качества воды в водохранилищах. Поэтому, для оценки определения качества воды предлагается новый подход. С целью установления количественного состава и свойств воды водохранилищ использованы подходы теории надежности, которые с успехом применяются для решения различных задач водных проблем гидромелиорации.

Качество воды в водохранилищах определяется концентрацией растворенного в ней каждого ингредиента. Поэтому, надежность оценки качества воды должна быть установлена как параметрическая надежность, которая представляет вероятность того, что в течение T времени, концентрации ингредиентов не превысят свои ПДК:

$$P=P(z \subset Q)=P \{ R_{11}<z_1<R_{12}; R_{21}<z_2<R_{22}; \dots; R_{i1}<z_i<R_{i2} / t \leq T \}, \quad (1)$$

где $R_{11}, R_{12}, \dots, R_{in}$ являются ПДК для i-го интегралента.

Когда в течение определенного периода времени концентрация хотя бы одного из ингредиентов превысит свое ПДК, можно считать, что имеет место «отказа в системе», т.е. ухудшение качества воды. Эти «отказы» характеризуются случайными и независимыми друг от друга вероятностями. В таком случае приближенная надежность качества воды или же вероятность «безотказности» в интервале T времени, можно выразить как произведение случайных и независимых вероятностей:

$$P(t) = \prod_{i=1}^n p_i(t). \quad (2)$$

Этой зависимостью подсчитаны вероятность «безотказности» или вероятность непревышения концентраций NO_2 и NH_4 (азотных соединений) своих ПДК в Тбилисском и Сионском водохранилищах.

Из расчетов установлено, что вероятность безотказности подчиняется экспоненциальному распределению, поэтому функция вероятности для NO_2 и NH_4 выражается следующим образом:

$$P = \exp(\alpha t). \quad (3)$$

Вычисленные по зависимости (3) показатели вероятности для NO₂ и NH₄ в Тбилисском водохранилище соответственно равны 78,9% и 85,6%. Отсюда приблизительная вероятность для азотных соединений в Тбилисском водохранилище равна 67,5%. Аналогично, в случае Сионского водохранилища вероятность для NH₄ равна 76,6%, для NO₂ 89,6% а в целом для азотных соединений 68,6%.

При решении задач параметрической надежности нельзя пренебрегать изменением этих параметров во времени. В таком случае для расчета вероятности качества воды водохранилища возможно применение теории выбросов случайных функции. Для решения поставленной задачи необходимо принять расчетный уровень, по отношению к которому необходимо искать выпадение случайной функции. Таким уровнем можно принять ПДК iго ингредиента. В данном случае вероятность выброса, т.е. вероятность того, что в течение времени dt функция K(t) превысит ПДК, может быть выражена следующим образом

$$P[K(t) < K_{\text{ПДК}}; K(t+dt) > K_{\text{ПДК}}]. \quad (4)$$

При использовании теории выбросов необходимо выполнение определенных требований. Так, в частности, изменчивость iго ингредиента должна подчиняться закону нормального распределения, а процесс должен быть непрерывным и дифференцируемым. После удовлетворения этих условий, путем простых математических преобразований, получаем уравнение для среднего числа выбросов, которое впервые было получено Райесом и является фундаментальным уравнением статистической механики. В нашем случае это уравнение имеет следующий вид:

$$P_{\text{к.пдж}} = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{\sigma_k^1}{\sigma_k} \exp \frac{-(K_{\text{пдж}} - M_k)^2}{2\sigma_k^2}, \quad (5)$$

где σ_k^1 представляет первое производное среднеквадратического отклонения K(t) процесса, для установления которого, применительно к загрязняющим элементам Тбилисского, Сионского и Цалкского водохранилищ, определены корреляционные функции, представляющие σ_k^1 величины при шаге $\tau = 1$.

Превышение концентрации iго ингредиента над ПДК явление редкое и для его прогнозирования можно использовать закон Пуассона. Математически это допущение записывается следующим образом:

$$P = \frac{\Pi_{\text{к.пдж}} e^{-n_{\text{к.пдж}} \cdot t}}{m} \quad (6)$$

Для того, чтобы избежать превышения концентрации iго ингредиента над ПДК, т.е. не допустить загрязнения воды iтым ингредиентом, необходимо принять значение превышения K(t) функции над ПДК равным $m=1$. Вследствие этого, выражение (6) принимает следующий вид

$$P = \exp(-n_{\text{к.пдж}} \cdot t). \quad (7)$$

Если выражение (7) будем решать совместно с двухразмерной функцией $f(K, K^1)$ распределения по отношению к M_K , получим параметр показателя надежности η_0 , который впервые получил Ц.Е.Мирцхулава для прогнозирования различных деформаций гидротехнических сооружений и эрозийных процессов. В нашей задаче параметр η_0 выражается следующим образом:

$$\eta_0 = 1 + \sqrt{\frac{-2\sigma_K^2 \pi \left(\frac{1-P}{\Gamma_{\text{max}}} \right)}{M_K^2}} \quad (8)$$

Таким образом, для расчета показателя надежности обязательно установление статистических параметров (M_K , σ_K , σ_K^1) вариационного ряда i го ингредиента и средней величины (Π_K) выпадений. Для Тбилисского, Сионского и Цалкинского водохранилищ их значения представлены в таб. 1.

Таким образом, можно утверждать, что при помощи показателя надежности η_0 , который также представляет функцию надежности, можно прогнозировать вероятность превышения концентрации i го ингредиента над своим ПДК.

Отказ каждого элемента качества воды можно характеризовать обобщенной сопротивляемостью внешним взаимодействием и внутренним напряженным состоянием. Например, водохранилища Грузии в основном загрязняются различными биогенными элементами и ядохимикатами, занесенными с прилегающих территорий.

Поступление этих элементов в значительном количестве вызывает превышение их концентраций над ПДК. В таком случае вызывающим фактором превышения для i го ингредиента или, что тоже, нагрузкой, можно принять величину i го ингредиента, занесенного в водохранилище поверхностным стоком, а концентрация того же ингредиента составляет внутреннюю сопротивляемость. Отсюда вероятность загрязнения водохранилища с учетом внешней напряженности (Q_H) и внутренней сопротивляемости (Q_C) может быть выражена следующим образом

$$P_H = P(Q_H > Q_C) \approx P(Q_H - Q_C > 0). \quad (9)$$

Отсюда соотношение между надежностью и риском определяется выражением $P_H + R = 1$. В ряде случаев пересечение кривых напряженности и сопротивляемости дает риск загрязнения водохранилища. В большинстве случаев напряженность и сопротивляемость определяются совокупностью возмущений, поэтому в качестве закона их распределения можно принять закон нормального распределения Гаусса. При таких допущениях и значениях математического ожидания (M_{Q_C} , M_{Q_H}) и среднеквадратических отклонений (σ_{Q_C} , σ_{Q_H}), риск загрязнения воды в водохранилище i тым ингредиентом можно выразить следующим образом

$$P_H = \Phi \left[\frac{M_{\varrho_n} - M_{\varrho_H}}{\sqrt{\sigma_{\varrho_n}^2 + \sigma_{\varrho_H}^2}} \right], \quad (10)$$

где Φ функция Лапласа, значения которой приведены в специальных таблицах.

Таблица 1. Значения показателей параметров надежности некоторых загрязняющих элементов в водах Тбилисского, Сионского и Цалского водохранилищ

ВХ.	Эд	M_k	σ_k	σ_k^1	Пк	$\eta_{0,1}$ P=0,1	$\eta_{0,1}$ P=0,1	$\eta_{0,1}$ P=0,1	ПДК
Тбилиское	БПК	1,88	1,36	0,150	0,112	1,76	1,88	2,01	3,0
	ВН ₄	0,43	0,41	0,014	0,0053	1,15	1,27	1,40	0,40
	NO ₂	0,019	0,024	0,0018	0,011	1,53	1,65	1,78	0,02
	CU	0,0049	0,0052	0,0002	0,006	1,02	1,12	1,25	0,001
	НФ	0,039	0,060	0,0049	0,0128	1,43	1,64	1,66	0,05
Сионское	БПК	1,81	1,10	0,029	0,0023	1,72	1,83	1,95	3,0
	ВН ₄	0,59	0,60	0,040	0,0099	1,09	1,20	1,33	0,40
	NO ₂	0,017	0,019	0,014	0,0138	1,59	1,70	1,83	0,02
	CU	0,006	0,009	0,0005	0,0071	1,01	1,10	1,19	0,001
	НФ	0,037	0,042	0,0033	0,0001	1,37	1,49	1,61	0,05
Цалкинское	БПК	2,43	0,98	0,053	0,0073	1,34	1,47	1,89	3,0
	ВН ₄	1,08	0,42	0,023	0,0028	1,24	1,35	1,46	0,40
	NO ₂	0,026	0,015	0,0007	0,0069	1,23	1,34	1,46	0,02
	CU	0,011	0,012	0,00009	0,00084	1,17	1,17	1,29	0,001
	НФ	0,078	0,072	0,0038	0,4x10 ⁻⁴	1,05	1,16	1,28	0,05

Использование рассмотренной модели для решения практических задач затруднительно вследствие отсутствия данных наблюдений над загрязняющими элементами, влекаемыми поверхностными потоками в водохранилище с прилегающих земельных угодий. В связи с этим, можно использовать приближенное значение надежности качества воды на основе зависимости, полученной детерминистическим способом, которая функционально связывает итоговый обобщенный параметр с независимыми параметрами. Эта зависимость может иметь вид

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n) .$$

Если зависимость линейная, то тогда получение математического ожидания и среднеквадратического отклонения не связано с большими трудностями.

Этим методом был определен риск загрязнения Тбилисского водохранилища биогенными элементами, который для азотных соединений составил

26%, а для фосфатных 18%. Аналогичные оценки для Сионского и Цалкинского водохранилищ дали величину риска загрязнения азотными соединениями соответственно 27 и 38%.

Как видно, загрязненность водохранилищ биогенными элементами доходит до катастрофического уровня, что может повлечь за собой (в особенности в случае Цалкинского водохранилища) активизацию эвтрофикационных процессов, что в конечном итоге может означать гибель водохранилища.

უაკ 551.48:627.8.

წყალსაცავებში წყლის ხარისხის განსაზღვრის საიმედოობის შეფასება. /დ.კერესელიძე, გ.გრიგოლია/. შპის შრომათა კრებული. – 2001. – ტ. 106. – გვ.76-80. – ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

წყალსაცავების წყლის შემადგენლობისა და ხარისხის რაოდენობრივი განსაზღვრისთვის გამოყენებულ იქნა საიმედოობის თეორიის რიგი დებულება. წყლის ხარისხის საიმედოობად მიღებულია მის განსაზღვრელი ქიმიური ელემენტების ისეთი ალბათური მნიშვნელობა, როდესაც მათი კონცენტრაციები არ აღემატება ზღვრულ დასაშვებ მნიშვნელობებს. წყლის ხარისხის საიმედოობა შეფასებული იქნა პარამეტრული მოდელით, რისთვისაც გამოყენებულია შემთხვევითი ფუნქციების ამოგარდნათა თეორია. სამკორის, სიონისა და წალკის წყალსაცავების წყლის ხარისხის ზოგიერთი ელემენტებისათვის დადგენილ იქნა საიმედოობის მახასიათებლები. ცხრ.1.

УДК 551.48:627.8.

Assessment of reliability of determination of quality of water in reservoirs. /D.Kereselidze, G.Grigolia/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2001.V.106.p.79-80.Georg.: Summ. Georg., Eng., Russ.

To make a quantitative determination of the water composition and its features in reservoirs, a number of problems of a reliability theory have been used. The water quality is considered to be reliable, if concentrations of chemical elements, determining the water quality, do not exceed the maximum permissible values. The water quality reliability has been assessed as a parametric model, using the theory of random functions fallout. The reliability characteristics have been determined for some elements of the quality of water in Samgori, Sioni and Tsalka reservoirs. Tab.1.

УДК 551.48:627.8.

Оценка надежности определения качества воды в водохранилищах. /Кереселидзе Д.Н., Григолия Г.Л./ Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2001. – т.106. – с.76-80. – Груз.; рез. Груз., Англ., Русск.

Для определения состава и количественных показателей качества воды в водохранилищах использован ряд положений теории надежности. За критерий надежности принято вероятное значение определяющих качество воды химических элементов, когда их концентрации не превосходят предельно допустимых значений. Надежность качества воды оценивается на основе параметрической модели, для чего использована теория выбросов случайных функций. Установлены показатели надежности для некоторых элементов качества воды Тбилисского, Сионского и Цалкинского водохранилищ. Таб.1.

უკ 556.535

ვ.ცომაია, მ.ფხაკაძე,

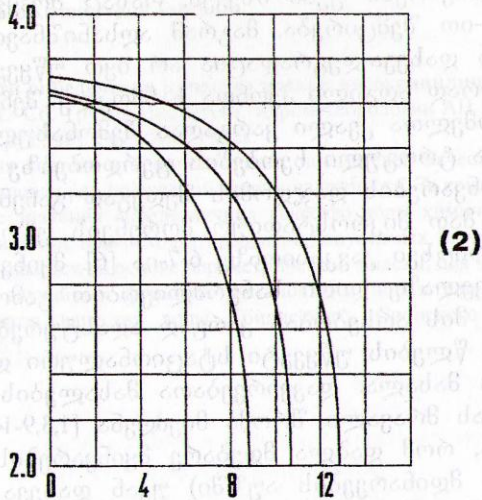
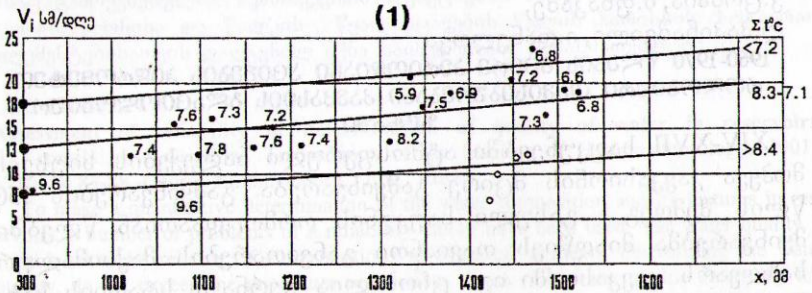
ლ.პაპინაშვილი, ი.დანელიძე

19601970 წლების მცირე პერიოდის ანგარიშის ჰიდრომეტეოროლოგიური თავისებურებანი კავკასიის გლაციოლოგიურ ზონაში

XIVXVII საუკუნეებში ატმოსფერული ნალექების სიუხვეს მოჰყვა კავკასიონის მცირე გამყინვარება. გამყინვარების 150 წლის შემდეგ გასული საუკუნის ორმოცდაათიან წლებში მყინვარებმა მიაღწიეს თავიანთი განვითარების მაქსიმალურ საზღვარს. კავკასიაში იგი ცნობილია ფერნაუს სტადიის სახელწოდებით. მას შემდეგ თითქმის საუკუნე ნახევრის განმავლობაში მყინვარები უკან იხევდნენ, რასაც მოჰყვა მათი ფართობის 30%-ით შემცირება. მაგრამ აღსანიშნავია, რომ მყინვართა უკან დახვეადეგრადაცია არ იყო უწყვეტი პროცესი, არამედ ხშირად ადგილი ჰქონდა ხანმოკლე შენეებებს, წინსვლებს, რომელთა კვალი კარგადაა შემონახული ბოლო მორენებისა და ტროგული ხეობების ფერდობებზე ცელისებური ფორმის მყინვარების დაჯდომის შედეგად გაჩენილი ტერასების სახით. მათ მიკროსტადიურ მორენებს უწოდებენ. ასეთი მორენების რიცხვი კავკასიონზე 67ია [6]. მყინვარების აქტივიზაციის ყველაზე დიდი ხანგრძლივობით გამოირჩევა 19601970 წლები. მის არსებობას კარგად ადასტურებს მყინვარებზე 19501990 წლების უწყვეტი სტაციონალური დაკვირვებათა მონაცემების მასალა. დაკვირვებათა მასალების გაანალიზებას ვ.ცომაიას მრავალი შრომა მიეძღვნა [1,3,914]. შრომებში აღნიშნულია, რომ დაბლა მდებარე მყინვარების (კოდორისა და ენგურის მდინარეების აუზში) უკან დახვევა წელიწადში საშუალოდ შემცირდა 2035 მდან 510 მმდე, ხოლო გაძლიერდა წინსვლის პროცესი მაღლა მდებარე მყინვარებზე (რიონისა და თერგის მდინარეების აუზში) და ათი წლის განმავლობაში მათ წინ წაიწიეს 3050 მით, ზოგიერთ შემთხვევაში 184 მით (აღალაშუხგელმეერის გამყინვარება). ცალკეულ შემთხვევებში მყინვარების რეჟიმზე მოქმედი ფაქტორების გამაფრების შედეგად ადგილი ჰქონდა კიდევ უფრო დიდ კატასტროფულ წინსვლას 650 მმდე მყინვარ მურკარზე 1960 წელს (ბაზარდუხის გამყინვარება) [11], მყინვარ კოლკაზე 4630 მმდე 1969 წ (ყაზბეგის გამყინვარება) [12].

მყინვართა ენის რყევადობა დროში კარგად არის ასახული ნახ.1ზე მკაფიოდ არის გამოყოფილი 19601970 წლების აქტივიზაციის პერიოდი. ამ პერიოდში მყინვართა აქტივიზაციას ადგილი ჰქონდა

არა მარტო კავკასიონზე, არამედ ალპებში, ტიანშანში, ჰიმალაიში, კორდილიერებზე, ანდებზე [7].



ნახ.1.მყინვარი გერგეტის განივ პროფილზე (3650 მ) ზედაპირის საშუალო წლიური სინქარეების დამოკიდებულება წინა 4 წლის საშუალო წლიურ ნალექებთან და წერტილებთან დატანილ აბლაციის საშუალო თვიურ (IV-IX) ტემპერატურათა ჯამთან (1). ყაზბეგის გამყინვარების ფირნის ველზე მოსული ნალექების გაუმდნარი ფენის ჩამონადენის დამოკიდებულება მყინვარების ენის განივ პროფილების სიმაღლეზე (2).

ამდენად, მეტად საინტერესოა 1960-1970 წლების მყინვარების აქტივიზაციის ჰიდრომეტეოროლოგიური და ჰიდროქიმიური თავისებურებანი. მათი დადგენა ემყარება ატმოსფერული ნალექების, ჰაერის ტემპერატურის, მდინარეების ჩამონადენისა და მდინარის წყლის მინერალიზაციის ცვალებადობის შესწავლას. აღნიშნული მახასიათებლების ცვლილება პირდაპირ კავშირშია კლიმატის გლობალურ ცვლილებასთან. სხვადასხვა რეგიონების მდინარეთა აუზებში ცვლილება განსხვავებულად მიმდინარეობს. მყინვართა აქტივიზაცია ყველაზე მეტად მგრძნობიარეა ატმოსფერული ნალექების რაოდენობის დროში ცვლილებისას [4,8] და აისახება მდინარეთა ჩამონადენისა და მათი წყლის მინერალიზაციის ცვლილებაში, რომელთა რყევა ნორმიდან 25-50%მდეა. რაც შეეხება ჰაერის ტემპერატურას, იგი საუკუნოვანი სვლის დროს ნორმიდან არა უმეტეს 0.4 0.5⁰ ფარგლებში მერყეობს [2,3] და, ამდენად, არ ახდენს მყინვართა აქტივიზაციაზე დიდ გავლენას.

ჰიდროლოგიური თავისებურებების გამოსავლენად ატმოსფერული ნალექებისა და მდინარეთა ჩამონადენის ცვლილებანი 5 წლიანი პერიოდის საშუალო სიდიდეების სახით წარმოდგენილია ცხრ.1ში როგორც მყინვარული, ასე არამყინვარული მდინარეებისათვის.

ცხრ.1დან ჩანს, რომ 6070იან წლების მცირე აცივების პერიოდს წინ უსწრებდა 56 წლიანი (1956-1960 წწ) უხვნალექიანი წლები, რომლებსაც მოჰყვა ასევე მყინვარული მდინარეების უხვწყლიანობა. არამყინვარულ მდინარეებზე ჩამონადენი ნორმასთან ახლოს ან მასზე ნაკლები დარჩა, დაახლოებით 23%ის ფარგლებში. მეორე 56 წლიან პერიოდში ადგილი ჰქონდა შებრუნებულ სურათს. კერძოდ, მყინვარულ მდინარეებზე ჩამონადენი შემცირდა, ხოლო არამყინვარულ მდინარეებზე კი იგივე დარჩა, როგორც ის იყო პირველ 56 წლიან პერიოდში. ასეთი ცვლილებების ხასიათი გაგრძელდა 1970 წლამდე, რასაც მოყვა ჩამონადენის ზრდა როგორც მყინვარულ, ასევე არამყინვარულ მდინარეებზე.

ჩამონადენის შემცირება მყინვარულ მდინარეებზე, მიუხედავად მაღალი უხვნალექიანობისა, აიხსნება მყინვარულ აუზებში ნალექების დაგროვებით მყინვარის ზედაპირზე, ე.ი. თოვლის საფარით დაკავებული ფართობის ზრდით. ამის შედეგად ადგილი ჰქონდა მყინვარების დნობის პროცესების შეჩერებას და ალბედოს ზრდას, რაც იწვევს მყინვარებზე მიმდებარე ჰაერის მასების აცივებას. ეს აცივება მით უფრო შესამჩნევია, რაც უფრო მეტია მყინვარისა და თოვლის საფარით დაფარული ტერიტორიის ფართობი.

მცირე აციფების (1960-1970) პერიოდის პირობებში კლიმატური მახასიათებლები მდინარეების წყალშემკრებ აუზებში
(კბრლი I)

მეტეოროლოგიური პირობების აღწერა	წყალშემკრების აუზის ფართობი, კმ ²		სიბლღე ზღვის დონიდან, მ	აუზის საშ. დახრილობა, ‰	ნალექები, მმ, წლის ხარჯი, მ ³ /წმ								პაეის ტემპერატურა, °C					
	აუზის	მდინარის			1960 - 1970	1956 - 1960	1961 - 1965	1966 - 1970	1971 - 1975	1976 - 1980	ნობა, 1960 - 1970	1956 - 1960	1961 - 1965	1966 - 1970	1971 - 1975	1976 - 1980		
1					6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
ძველი აგარა			595		1555	1565	1568											
ღაღა			299		1558	1958	1837	1746	1589	1986	119	12.1	12.2	13.5	12.1	12.1		
მდ. კოლონი-სელაია	1420	30.0	1920	471	90.1	93.8	81.3	86.0	90.2	110								
მდ. ვანდრა-საყანდრა	197	14.5	2260	519	19.9	20.3	18.7	12.7	21.0	22.4								
მდ. ჩხაღთი-სახაღთა	465	25.3	2080	499	38.2	40.4	36.8	35.1	33.2	38.8								
ახალი ათონი			62		1420	1478	1495											
სოხუმი			116		1478	1557	1463	1303	1264	1374	14.8	15.1	15.3					
მდ. გუმიხთა-სახაღარა	556		1070	438	31.1	27.6	28.1	32.5	37.4	38.7								
დამსტრა			1441		918	880	962	965	934	1003	5.7	5.7	5.9	6.1	6.7	5.6		

ცხრილ 1-ის გაგრძელება

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ს.ხაიში				730													
მდ.მესტიისა და მესტიისა	144	52.0		2790	355	13.4	19.7	12.6									
მდ.ჩაქრა-სნაკრა	146	13.1		2730	376	11.8	15.9	10.1									
მდ.კეკელიძის ხაიში	2780	288		2320	424	111	133	112									
დ.კობახიძე				1610		2042	2025	2024	1956	2156	1889	5.8	5.8	5.0			
მდ.ტყეშელა-სნაკრა	558			170		2039	2911	1849	1855	1746	1936	13.8	14.0	14.1			
კორეულდაში				1160	296	32.4	29.3	31.4									
დ. ზეკელიძე				1943		1276											
მდ. ზეკელიძე	45	2.5		760		1393						3.2	3.4	3.1	3.7	4.0	3.8
მდ. ცხენისწყალი	560	10.2		2660	380	3.9		2.67				9.4	9.7	9.6			
დ. ხლოუჯი				2240	398	23.4	24.1	20.1									

მაგალითად, მყინვართოვლის 9 კმ²ის საფარის ფართობის შემთხვევაში ჰაერი ცივდება 0, 1, 2 და 5°Cმდე შესაბამისად 600, 400, 200 და 80 მ სიმაღლეებზე. თუ ეს ფართობი გაიზარდა 16 კმ²მდე, მაშინ აცივების ზედა საზღვარი მიაღწევს შესაბამისად 800, 600, 300 და 100 მ. ასეთი გადაცივების შედეგად მცირდება მყინვარების ჰიდროლოგიური ეფექტურობა, რადგან კარგადაა ცნობილი, რომ თოვლის საფარი იცავს მყინვარს დნობისაგან. თუ მყინვარი მთლიანად დაფარულია თოვლის საფარით, მისი თხევადი ჩამონადენი 3.54ჯერ ნაკლებია, ვიდრე ჩამონადენი მყინვარისა, რომელიც თავისუფალია თოვლის საფარისაგან [13]. ტიპიურ მაგალითს წარმოადგენს უხვნაღვქიანი 1963 წელი, როდესაც მდ. კოდორის აუზში მოვიდა 35%ით ნორმაზე მეტი ნალექი. მაგრამ მყინვარულ მდინარეებზე ღვანდრასა (ს.ღვანდრა) და ჩხალთაზე (ს. ჩხალთა) ჩამონადენი გაიზარდა მცირედ, 34%ით ნორმასთან შედარებით (20.5:19.9 და 39.8:38.2). არამყინვარული ფართობის მატებისას ეს სიდიდე, მდ.კოდორი ს.ლათას მაგალითზე, გაიზარდა 13%ით (99.4:90.1). არამყინვარულ მდინარეებზე (გუმისთა ს.აჩაღარა) ნალექების 24%ით მატებას მოჰყვა ჩამონადენის ზრდა 20%ით ნორმასთან შედარებით.

ანალოგიური შემთხვევა განმეორდა მდ. ენგურის აუზში. ნალექების 2225%ით მატების შედეგად, 1963 წლის მონაცემების მიხედვით, მყინვარულ მდინარეებზე შესტიაჭალა (ქმესტია) და ნაკრა (ს.ნაკრა) ჩამონადენი 1820%ით ნაკლები აღმოჩნდა ნორმაზე (9.4:11.8 და 9.3:11.8). არამყინვარული ფართობის ზრდასთან დაკავშირებით მდ. ენგურის (ს.ხაიში) ჩამონადენი 18%ით მეტი გახდა ნორმაზე (130:111).

მოყვანილი მაგალითებიდან აშკარად ჩანს, რომ უხვი ატმოსფერული ნალექების დროს მყინვარების ჰიდროლოგიური როლი მცირდება, რაც გამოიხატება ჩამონადენის კლებაში.

აღნიშნულთან ერთად მეტად საინტერესოა მდინარეების წყლის მინერალიზაციის დინამიკა. გ.გაჩეჩილაძის შრომის თანახმად მინერალიზაცია დამოკიდებულია მდინარის წყლიანობაზე [5]. ამდენად, მყინვარების ჰიდროლოგიური ეფექტიანობის შემცირებასთან მიმართებით იზრდება მინერალიზაციის სიდიდე.

მოყვანილი ცნობებიდან აშკარაა, რომ 1955-1960 წლების ხშირი, ნორმაზე მეტი ნალექების გამო (ცხრ.1), წარმოშობილი თოვლის საფარი დნობას ვერ ასწრებდა და ადგილი ჰქონდა გაუმდნარი ფენის დაგროვებას ძირითადად ფირნის ველში, რომელიც მყინვარის საზღვარს წარმოადგენს. შეიძლება დავასკვნათ, რომ, რაც უფრო მეტია გაუმდნარი ფენის სისქე და რაც ნაკლებია აბლაციის პერიოდში ჰაერის ტემპერატურა, მით მეტია მყინვარების აქტივიზაცია (ნახ.1). იქვე მოყვანილი გრაფიკი გვიჩვენებს ფირნის ველზე დაგროვილი ნალექების გავლენას მყინვარების სინქარზე, მათ გააქტივრებაზე. იგი

ვლინდება 10 წლის შემდეგ მყინვარების მაილისა და დევდორაკის 24002700 მ სიმაღლეზე, 8 წლის შემდეგ მყინვარების გერგეტისა და სუათისის 30803100 მ სიმაღლეზე, 7 წლის შემდეგ მყინვარ აბანოს 3380 მ სიმაღლეზე და 2,5 წლის შემდეგ მყინვარ გერგეთის 3580 მ სიმაღლეზე [3].

ლიტერატურა – REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. სვანიძე ვ., ცომია ვ. გარემოს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციის ეროვნული ბიულეტენი. 1999, თბილისი, გვ. 5765.
2. თავართქილაძე კ., ელიზბარაშვილი ე., მუმლაძე დ., ვანნაძე ჯ. საქართველოს მიწისპირა ტემპერატურული ველის ცვლილების ემპირიული მოდელი. თბილისი, 1999, 123 გვ.
3. ცომია ვ. მთიან რეგიონებში თოვლდაგროვების კანონზომიერებათა გლაციოლოგიური და ჰიდროლოგიური საფუძვლები (საქართველოს მაგალითზე). ავტორეფერატი, თბილისი, 1995, 62 გვ.
4. Гагуа В.П., Папинашвили Л.К. Сб. "Физические основы изменения современного климата". М., 1981, с. 122-124.
5. Гачечиладзе Г.А. Гидрологические аспекты химической денудации в горных регионах (на примере Груз. ССР). Л., Гидрометеиздат, 1989, 295 с.
6. Гобеджишвили Р.Г. Ледники Грузии. Изд. "Мецниереба", Тбилиси, 1989, 128 с.
7. Котляков В.Ш. Мир снега и льда. Изд. "Наука", М., 1984, 250 с.
8. Сванидзе Г.Г., Папинашвили Л.К. Характер современных колебаний климата Закавказья. Сборник работ Советско-Американского симпозиума по моделированию климата, климатическим изменениям и статистической обработке климатических данных. Москва, Ванкувер, 1979.
9. Цомаია В.Ш. Тр. ВГИ, вып. 12, Л., Гидрометеиздат, 1967, с. 317-329.
10. Цомаია В.Ш. Тр. ЗаКНИГМИ, вып. 19(25), Л., Гидрометеиздат, 1965, с. 444-8.
11. Цомаია В.Ш., Агаев Ш.М. Тр. ЗаКНИГМИ, вып. 45(51), Л., Гидрометеиздат, 1970, с. 171-181.
12. Цомаია В.Ш., Дробышев О.А. Сб. работ ТбилГМО Грузинской ССР, вып. 4, Тбилиси, 1970, с. 45-47.
13. Цомаია В.Ш. Учет ледникового коэффициента при расчетах жидкого стока с ледника. МГИ, Хроника обсуждения, 25, М., 1976, с. 77-83.
14. Цомаია В.Ш. Изменение массообмена ледников Кавказа за последние 3040 лет и их влияние на водность рек. МГИ, Хроника обсуждения, 38, М., 1980, с. 125-129, 202-205.

უკ 556.535

1960-1970 წლების მცირეპერიოდის აცივების ჰიდრომეტეოროლოგიური თავისებურებანი კავკასიის გლაციოლოგიურ ზონაში. /ვ. ცომია,

მ.ფხაკაძე, ლ.პაპინაშვილი, ი.დანელიძე/. შმის შრომათა კრებული. – 2001. – ტ. 106. – გვ.82-90 – ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

დადგენილია, რომ გასული საუკუნის 6070იან წლებში ადგილი ჰქონდა კავკასიის მყინვარების აქტივიზაციას. დაბლა მდებარე მყინვარების უკანდახვეის სიჩქარე შენედა 3035 მეტრიდან 510 მეტრამდე წელიწადში (მდინარეების კოდორის და ენგურის აუზებში). მაღლა მდებარე მყინვარებზე აღინიშნებოდა მათი მყინვარული ენების წინსვლა 3035 მეტრამდე 10 წლის განმავლობაში (მდინარეების რიონის და თერგის აუზის მყინვარები), ზოგიერთ მყინვარზე კი კატასტროფული წინსვლა 650 მეტრიდან 1960 წელს მყინვარ მურკარზე (ბაზარდუზის გამყინვარება) 4630 მეტრამდე 1969 წელს მყინვარ კოლკაზე (ყაზბეგის გამყინვარება).

მყინვარების აქტივიზაცია არის 19551965 წლებში ნორმაზე 2025%ით მეტი მოსული ატმოსფერული ნალექების შედეგი, რასაც ამტკიცებს თხევადი ჩამონადენის 820%ით შემცირება ნორმასთან შედარებით ძლიერ. გამყინვარების მდინარეებზე (მდინარეები მესტიაჭალა, ნაკრა და სხვ.), რადგან ძლიერ შემცირდა მყინვარების აბლაცია და ისინი დაფარულნი იყვნენ თოვლის საფარით. მყინვარების ჰიდროლოგიური ეფექტიანობის შემცირებასთან ერთად გაიზარდა მდინარის წყლის მინერალიზაცია. ილ.1, ცხრ.1, ლიტ. დას.14.

UDC 556.535

Hydrometeorological peculiarities of small cold period of 19601970es in the glacial zone of the Caucasus. /V.Tsomaia, M.Pkhakadze, L.Papinashvili, I.Danelova/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2001.V.106.p.82-90.Georg.: Summ. Georg., Eng., Russ.

It has been established that in the 6070es of the past century the activation of the Caucasus glaciers took place. At low descending glaciers the rate of retreat was slowed down from 3035 m/yr to 510 m/yr (glaciers of Kodori and Enguri basins). At highly located glaciers advance of their tongues up to 3050 m per decade is fixed (glaciers of Rioni and Tergi basins). Catastrophic offensives up to 650 m on some glaciers took place in 1960 (the Murkar glacier of Bazarduze glaciation) and even to 4630 m in 1969 (glacier Kolka of the Kazbek glaciation).

Activation of glaciers is the result of growing precipitation in 19551965, exceeding the annual norms by 2025%, that caused the accumulation of growing layer of precipitation, which is confirmed by the decrease of liquid runoff by 820% down to the norm on the rivers with significant glaciation (Mestiachala, Nakra end others). The decrease of hydrological efficiency of glaciers is accompanied by the increase of mineralization of water in rivers. Fig.1, Tab.1, Ref.14.

УДК 556.535

Гидрометеорологические особенности малого похолодания 6070х годов в гляциальной зоне Кавказа. /Цомаи В.Ш., Пхакадзе М.В., Папинашвили Л.К., Дanelова И.Р./ Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2001. – т.106. – с.82-90. – Груз.; рез. Груз., Англ., Русск.

Установлено, что в 6070х годах прошлого века наблюдалась активизация ледников Кавказа. На низкопускающихся ледниках имело место замедление скорости их отступления от 3035 до 510 м/год (ледники бассейнов рек Кодори и Ингури). На высоко заканчиваемых ледниках отмечены наступания их языков до 3050 м за 10 лет (ледники бассейнов рек Риони и Терек), а на некоторых ледниках катастрофические подвижки до 650 м в 1960 г. ледника Миркар (Базардюзского оледенения), до 4630 м в 1969 г. ледника Колка (Казбекского оледенения).

Активизация ледников является результатом выпадения большого количества осадков в 1955-1965 гг, превысивших норму на 2025%. Ввиду этого в ледниковых бассейнах имело место накопление твёрдого слоя осадков, что подтверждается уменьшением жидкого стока до 820% ниже нормы на реках со значительным оледенением (реки Местиачала, Накра и др.). С уменьшением гидрологической эффективности ледников увеличилась минерализация речных вод. Рис.1, таб.1, лит.14

უაკ 556.06 : 556.166

ც.ბასილაშვილი

საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების პროგნოზირება ჰიდროლოგიური ინფორმაციის შეზღუდულობის პირობებში

სადღეისოდ ძირითადად აღარ მიმდინარეობს მდინარეთა წყლის ხარჯების გაზომვა. ხოლო იქ, სადაც აღდგა დაკვირვებები, საზომი ხელსაწყოები არ არის ტარირებული და, ამიტომ, მოსალოდნელია დიდი უზუსტობები. მდინარეთა ხარჯები კი არის ერთერთი ძირითადი ფაქტორი ადრე შემუშავებული ჰიდროლოგიური პროგნოზებისა, რომლებიც სადღეისოდ ამის გამო აღარ გამოიყენება.

მიტომ, მიზნად დავისახეთ შევიმუშაოთ საპროგნოზო მეთოდები ჰიდროლოგიური ინფორმაციის გარეშე. ამ მხრივ ყველაზე საჭირობოროტო და მნიშვნელოვანია წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯები, რომელთა გავლას ხშირად დიდი მატერიალური ზარალი მოაქვს. ისინი წარმოადგენენ დიდ საშიშროებას მოსახლეობის, გარემოსა და ჰიდროტექნიკური ნაგებობებისათვის.

ჰიდროლოგიური ინფორმაციის შეზღუდულობის პირობებში საყურადღებოა ცხრ.1ში მოყვანილი მონაცემები, რომლებიც მიღებულია 1957-1980 წლების დაკვირვების მასალებით შედგენილი კომპლექსური გრაფიკების ანალიზით [1]. აქ საქართველოს მდინარეთა მთავარი ჰიდროკვთებისათვის მოცემულია წყლის მაქსიმალური ხარჯების საშუალო მნიშვნელობა და მისი გავლის საშუალო თარიღი, აგრეთვე უდიდესი ხარჯი თარიღით და მაქსიმუმის უმცირესი მნიშვნელობა.

1936-1975 წლების მონაცემების ანალიზით [2] წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების გავლის სიხშირე (შემთხვევათა რაოდენობა) ცალკეული თვეების მიხედვით ასე წარმოიდგინება:

მდინარე – პუნქტი	III	IV	V	VI	VII	VIII
ენგური – ხაიში	–	–	3	8	18	6
რიონი – ალაპანა	1	13	9	8	4	4
ყვირილა – ზესტაფონი	15	9	7	4	2	–
მტკვარი – თბილისი	1	19	16	5	–	–
ალაზანი – შაქრიანი	–	5	11	15	6	2

თუ პროცენტულად ვიანგარიშებთ, მაქსიმალური ხარჯების გავლა ხდება მდ. ენგურზე ხაიშთან ივლისის თვეში 57%, კერძოდ, მის I დეკადაზე მოდის ყველაზე მეტი შემთხვევა (26%) ყველა სხვა დეკადადებთან შედარებით; მდ. რიონზე ალაპანასთან პიკი გაედინება

ჰიდროლოგია – HYDROLOGY - ГИДРОЛОГИЯ

იენისში 49%, რომლის II დეკადაზე მოდის 28%; მდ. ყვირილაზე ზესტაფონთან აპრილში 51% და მის I დეკადაზეა 21%; მდ. მტკვარზე თბილისთან მაისში 47% და მის I დეკადაზე მოდის 24%; მდ. ალაზანზე შაქრიანთან იენისში 40%, რომლის I დეკადაზეა 24%.

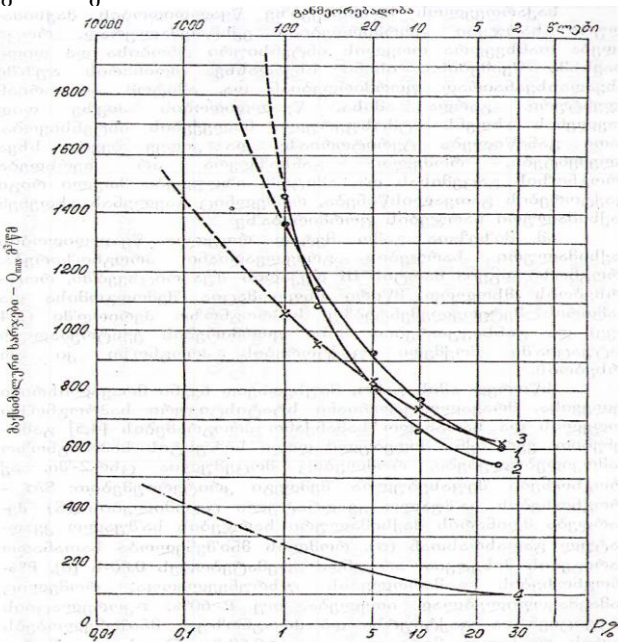
ცხრილი 1 საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების (მ³/წმ) საშუალო მახასიათებლები

მდინარე – პუნქტი	აუზის ფართობი, კმ ²	საშუალო		ექსტრემუმები		
		მნიშვნელობა	თარიღი	უდიდესი	თარიღი	უმცირესი
კოდორილათა	1420	496	26.06	1040	09.05.77	274
ენგურიფარი	362	58.6	03.07	107	09.05.71	37
მესტიაჭალამესტია	144	75.6	22.07	351	06.06.69	32.5
სობილეგახარა	310	120	07.06	277	13.04.75	71.5
რიონიონი	1060	193	13.06	338	30.04.72	134
რიონიალპანა	2830	448	22.05	605	03.04.58	276
ყვირილაზესტაფონი	2490	379	02.04	646	09.02.73	140
ძირულაწვეა	1190	224	03.04	468	19.02.73	28
ჩხერიმელახარაგაული	398	85.5	07.04	173	19.03.73	36.7
ხანისწყალბადალათი	655	86.3	18.04	209	22.02.60	42
ცხენისწყალირცხმელური	1450	325	11.06	656	27.04.65	174
ზესხოზესხო	44.8	21.1	11.07	63.8	03.06.64	8.27
ჭოროხიერგე	22000	1150	01.05	2100	05.04.75	739
აჭარისწყალიქედა	1360	240	18.04	640	21.02.60	146
მტკვარისხერთვისი	4980	254	03.05	742	07.04.70	124
მტკვარიგრაკალი	16700	799	28.04	1910	05.04.79	351
ფოცხოვისხვილისი	1730	165	02.05	581	05.04.79	71.2
ბორჯომულაბორჯომი	165	27	23.04	59	30.03.70	13.3
დიდი ლიახვიჯავა	646	97.1	21.05	185	18.04.57	46.5
თეთრი არაგვიფასანაური	335	66.2	26.05	166	10.04.80	34
ფშაის არაგვიმადაროსკარი	736	109	01.06	338	26.04.65	50.1
ალგეთიფარცხისი	359	66.5	09.05	167	22.03.74	5.61
ქცია ხრამიედიკილისა	544	69.5	05.05	105	10.04.80	30.6
იორილელოვანი	494	148	27.05	324	01.04.70	68.4
ალაზანიბირკიანი	282	80.9	05.06	365	06.04.75	34
ალაზანიშაქრიანი	2190	276	05.06	486	11.04.67	124

ჩვენს მიერ, 1990 წლამდე არსებული დაკვირვების მასალების ანალიზით, მიღებული წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების სტატის-

ტიკური მახასიათებლები მოცემულია [3] შრომაში, საიდანაც ირკვევა, რომ მაქსიმალური ხარჯების ცვალებადობა (ვარიაცია) წლიდან წლამდე ყველაზე ნაკლებია ($C_v=0.240.40$) მაღალმთიან მდინარეებზე, სადაც ისინი რეგულარულად ფორმირდებიან, ძირითადად, მდგრადი თოვლისა და მყინვარული წყლებით. ყველაზე დიდი ცვალებადობით $C_v=0.710.72$ გამოირჩევიან მაქსიმალური ხარჯები მდ. ქსანზე და მდ. ალაზანზე, მდინარე არაგვის შენაკადებზე $C_v=0.500.52$. რაც შეეხება მაქსიმალური ხარჯების ასიმეტრიის კოეფიციენტებს, ისინი მერყეობენ $C_a=1.023.69$ ფარგლებში.

ნახ.1ზე მოცემულია ჩვენს მიერ მიღებული წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების უზრუნველყოფის მრუდები მდინარეების ენგურის, რიონის, ყვირილას და ხანისწყლის საპროგნოზო ჰიდროკვებებისათვის.



ნახ.1. გაზაფხულის წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების უზრუნველყოფის მრუდები. 1.ენგური-ხაიში; 2.რიონი-ალანა; 3.ყვირილა-ესტაფონი; 4.ხანისწყლი-ბაღდათი.

აღსანიშნავია, რომ მდ. ენგურის აუზში ჯვრის წყალსაცავამდე და მდ. რიონის აუზში სოფ. ნამოხვანამდე, შეუსწავლელ მდინარეთა წყალდიდობის ჩამონადენის განსაზღვრისთვის ჩვენს მიერ აგებულია დამოკიდებულებები აუზის ფართობთან ($კმ^2$) და წყლის საშუალო

წლიურ ხარჯებთან ($m^3/წმ$), რომელნიც ანალიტიკურად ასე გამოიყურებიან:

$$Q_{IYIII}=aA, \quad (1)$$

$$Q_{IYIII}=bQ, \quad (2)$$

სადაც მდ. ენგურის აუზისათვის $a=0.085$, $b=1.85$, მდ. რიონის აუზისათვის კი $a=0.062$, $b=1.70$.

საქართველოს მდინარეებზე წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯები ფორმირდებიან ექსტრემალურად, როცა ხდება თანხვედრა თოვლის ინტენსიური დნობისა და დიდი თავსხმა წვიმებისა. ისინი სხვადასხვა მდინარის აუზში სხვადასხვანაირად ფორმირდებიან და, ამიტომ, არ არიან იდენტური. გარდა ამისა, წყალდიდობის პიკზე დიდ გავლენას ახდენს ატმოსფერული ნალექების ინტენსივობა, მათი განაწილება ტერიტორიაზე და კიდევ ბევრი სხვა ელემენტები, რომელთა განსაზღვრა არ ხერხდება პროგნოზის გაცემისას და, ამიტომ, იზღუდება მთელი რიგი ფაქტორების გათვალისწინება, რომელნიც გავლენას ახდენენ მაქსიმალური ხარჯების ფორმირებაზე.

ამ მიზეზთა გამო მეტად რთულია წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების გრძელვადიანი პროგნოზირება. პროგნოზი დგება მარტის III დეკადის შუა რიცხვებში, როცა არსებობს მხოლოდ მწირი ინფორმაცია შემოდგომისა და ზამთრის მეტეოელემენტებზე. საპროგნოზო პერიოდში (24 თვე) და განსაკუთრებით მისი ფორმირების ექსტრემალურ სიტუაციაში მოქმედი ფაქტორების პროგნოზი კი არ არსებობს.

სწორედ ამის გამო, მიუხედავად ჩვენი მრავალმხრივი კვლევისა, მრავალფაქტორიანი სტატისტიკური საპროგნოზო მოდელის და სათანადო სამანქანო პროგრამების [4,5] გამოყენებით, ვერ იქნა მიღებული დიდი სიზუსტის საპროგნოზო დამოკიდებულებები, რომლებიც მოცემულია ცხრ.2ში. აქ პროგნოზები შეფასებულია შემდეგი კრიტერიუმებით: S/σ პროგნოზების საშუალო კვადრატული ცდომილების (S) შეფარდება მდინარის მაქსიმალური ხარჯების საშუალო კვადრატულ გადახრასთან (σ), რომლის მნიშვნელობა სათანადო დარიგების მიხედვით არ უნდა აღემატებოდეს 0.80ს [6], $P\%$ პროგნოზების გამართლების უზრუნველყოფა, რომელიც დამაკმაყოფილებლად ითვლება, თუ $P>60\%$, r კორელაციის კოეფიციენტი ფაქტიურსა და პროგნოზულ მნიშვნელობებს შორის, რომელიც მეტი უნდა იყოს 0.60ზე, Θ საპროგნოზო დამოკიდებულების ეკონომიკური ეფექტი კი მეტი უნდა იყოს 50%ზე.

დასავლეთ საქართველოს მდინარეებიდან ენგურის, რიონის და ყვირილასათვის მიღებული საპროგნოზო დამოკიდებულებათა

შეფასების მთავარი კრიტერიუმი $S/\sigma \geq 0.8$, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ პროგნოზები შეიძლება გაიცეს კონსულტაციების სახით.

მდ. ენგურზე მაქსიმალური ხარჯები გაივლიან ივლისის თვეში, ე.ი. ოპერატიული პროგნოზის შედგენიდან 33,5 თვის შემდეგ. სწორედ ამ პერიოდში აქ ხშირად აღინიშნება თავსხმა წვიმები, რომელთა პროგნოზირება ჯერ კიდევ შეუძლებელია. ამიტომ, შევისწავლეთ კორელაციური მატრიცა მაქსიმალურ ხარჯებსა (Q_{max} მ³/წმ) და ყველა არსებულ ფაქტორებს შორის, რომელთა ინფორმაცია შეიძლება არსებობდეს მარტის თვის ბოლოს: ნალექები (Pმმ), ჰაერის ტემპერატურა ($\theta^{\circ}C$), თოვლში წყლის მარაგი (W მმ) და თოვლის საფარის სისქე (d სმ).

პირველ რიგში განვიხილეთ კავშირები ატმოსფერულ ნალექებთან. აღსანიშნავია, რომ როგორც გასაშუალებული, ისე ცალკეული მეტეოპუნქტების მონაცემებით გამოთვლილი ცალკე შემოდგომის, ზამთრის და გაზაფხულის ნალექების ჯამის კავშირის სიზუსტე მაქსიმალურ ხარჯებთან არ აღემატება $r \leq 0.30$ -ს. მხოლოდ თებერვლის თვის ნალექები ცალკეულ მეტეოპუნქტებთან იძლევიან კავშირს სიზუსტით $r=0.330.37$.

სხვადასხვა პერიოდის ჰაერის ტემპერატურასთან კავშირის სიზუსტე შეადგენს $r=0.040.12$, მხოლოდ აპრილის თვის ტემპერატურის კავშირით მაქსიმალურ ხარჯთან მიიღება $r=0.29$.

სამწუხაროდ ძალიან უშედეგო აღმოჩნდა, აგრეთვე, კავშირები მაქსიმალურ ხარჯებისა მის ძირითად მაფორმირებელ ფაქტორებთან თოვლის საფართან. მისი არც მარშრუტული და არც დეკადური აგეგმვის მონაცემებით კავშირის სიზუსტე არ აღემატება $r=0.20$ -ს. მხოლოდ მეზობელი აუზიდან მეტეოპუნქტ ლეზარდეს თოვლში წყლის მარაგთან და მის სისქესთან (d სმ) $r=0.300.37$ -ს შეადგენს.

ასეთ რთულ სიტუაციაში, რა თქმა უნდა, ძნელია რაიმე საპროგნოზო მოდელის შედგენა. ყველა არსებული ფაქტორიდან სხვადასხვა მათემატიკური კრიტერიუმისა და მრავალბიჯიანი გაცხრილვის მეთოდის გამოყენებით [4] მიღებულ იქნა შემდეგი საპროგნოზო მოდელი შესაბამისი მრავლობითი კორელაციის კოეფიციენტებით (R):

$$Q_{max}=f(P_{III}, \theta_{IV}, d_{max}, \theta_{XIII}, P_{XII}), \quad (3)$$

$$R = 0.37, 0.45, 0.512, 0.55, 0.55.$$

ვინაიდან აქ ბოლო ფაქტორი არ იძლევა კავშირის გაუმჯობესებას, ამიტომ, შეიძლება მისი უგულებელყოფა. დარჩენილი ფაქტორებიდან კი სათანადო კვლევის [5] შედეგად მიღებული იქნა ის საპროგნოზო განტოლებები, რომლებიც მოცემულია ცხრ.2ში. მათი შეფასება შეადგენს $S=0.900.92$.

ცხრილი 2 წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების საპროგნოზო განტოლებები და მათი შეფასება

მდინარეუბნები	დასაშუაზი ცდომილება	საპროგნოზო განტოლება	S/σ	P %	r	ᄁ
ენგური – საიში	144 144 144	$Q_{max}=3.01P_{III}+0.73d_{max}=353$ $Q_{max}=16.5Q_{XIII}=1.35d_{max}+250$ $Q_{max}=1.96P_{III}+13.3P_{XIII}+1.11d_{max}$	0.92 0.09 0.09	62 60 62	0.45 0.48 0.51	47 62 65
რიონი – აღკანა	75.4	$Q_{max}=0.401$	0.90	51	0.47	57
კვირილა – ზესტაფონი	116 116	$Q_{max}=0.476$ $Q_{max}=0.360$	0.93 0.91	63 67	0.40 0.46	46 50
ხანისწყალი – ბაღდათი	28.2	$Q_{max}=0.078$	0.75	69	0.68	65
დიდი ღობახვი – კახვი	16 16 16	$Q_{max}=0.244$ $Q_{max}=0.342$ $Q_{max}=0.232$	0.76 0.74 0.66	60 63 67	0.66 0.71 0.77	53 63 63
ქსანი – კორინთა	30.7	$Q_{max}=7.65$	0.74	69	0.68	73
თეთრი არაგვი – ვასანაური	21.1 21.1	$Q_{max}=0.16$ $Q_{max}=0.15$	0.86 0.84	67 72	0.55 0.60	61 67
ფშავის არაგვი მდაროსკარი	39.5	$Q_{max}=0.245$	0.90	75	0.53	50

დასაველო საქართველოს მდინარეებიდან მხოლოდ მდ. ხანის-წყალისთვის იქნა მიღებული დადებითი შეფასების ($S/\sigma=0.75$) საპროგნოზო დამოკიდებულება თოვლაგეგმვის მარშრუტ ნაბეღლავ ბახმაროს მონაცემებით, რომლითაც პროგნოზი შეიძლება უკვე მარტის შუა რიცხვებში შედგეს.

ასეთივე, შედარებით კარგი შედეგი, მივიღეთ თოვლის აგეგმვის მონაცემებით მდ.ლიახვზე კეხთან. აქ მაქსიმალური ხარჯები დავაკავშირეთ როგორც თვით ლიახვის აუზში, ისე მის მეზობელ მდ. არაგვის აუზში მდებარე მარშრუტების მონაცემებთან. მათი კავშირის სიზუსტე შეადგენს $r=0.66$ 0.71ს, ხოლო საპროგნოზო განტოლების შეფასების კრიტერიუმი $S/\sigma=0.740.78$. უფრო კარგ პროგნოზს ($S/\sigma=0.66$) იძლევა ერთობლივი გათვალისწინება თოვლში წყლის მარაგისა, აღრიცხული ჯვრის უღელტეხილზე თებერვალში, და გუბთა ერწოს მარშრუტზე მარტში. ამ შემთხვევაში კორელაციის კოეფიციენტი ფაქტიურსა და პროგნოზულ მნიშვნელობებს შორის შეადგენს $r=0.77$, პროგნოზების გამართლების უზრუნველყოფა კი $P=67\%$.

დადებითი შეფასების პროგნოზები მივიღეთ, აგრეთვე, მდ. ქსანზე კორინთასთან მ/ს ჯვრის უღელტეხილზე თოვლში წყლის მარაგისა და მ/ს ფასანაურში ზამთრის ტემპერატურის ერთობლივი გათვალისწინებით. მათი შეფასების კრიტერიუმებია $S/\sigma=0.74$ და $P=69\%$.

მდ. არაგვის აუზის მონაცემებით, მართალია, მოხერხდა მდ.ლიახვის და ქსნის მაქსიმალური ხარჯების პროგნოზირება, მაგრამ, ამ მონაცემებით ვერ მოხერხდა თვით მდ. არაგვის შენაკადებისთვის დადებითი შეფასების პროგნოზების მიღება. მათი შეფასება $S/\sigma=0.840.90$, რომლებითაც გაიცემა პროგნოზები კონსულტაციების სახით.

ამრიგად, შეიძლება ითქვას, რომ წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების ფორმირება ხდება რა მეტად რთული ამინდის პირობებში, რაზედაც ნაკლებად მოქმედებენ წინა პერიოდის ფაქტორები, ამიტომ, მათმა დამოკიდებულებამ მაქსიმალურ ხარჯებთან არ მოგვცა დიდი სიზუსტის საპროგნოზო კავშირები. მაგრამ, როგორც ცხრილი 2დან ჩანს, მათი გამოყენების ეკონომიკური ეფექტურობა $\Theta=57-73\%$ და აჭარბებს მისი ნორმის გამოყენების ეფექტურობას 723%ით, რაც გვაძლევს იმის გარანტიას, რომ მათი გამოყენებით შეიძლება თავიდან ავიცილოთ დიდი მატერიალური ზარალი და მსხვერპლი. მიღებული პროგნოზების გამოყენების ეფექტურობა უდავოა იმის გამოც, რომ მათი დროულობა (საპროგნოზო პერიოდის ხანგრძლივობა) 1დან 3.5 თვეა. ამ პერიოდის განმავლობაში, საშიშროების დროს, თავისუფლად შეიძლება როგორც მოსახლეობის, ისე პირუტყვისა და მატერიალური ფასეულობის ევაკუაცია. ამ მიზეზთა გამო შემუშავებული

პროგნოზები სათანადო მეთოდური მითითებებით გადაცემულია ოპერატიული პროგნოზების გასაცემად.

ლიტერატურა – REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том У1, Грузинская ССР, Гидрометеиздат, Л., 1987.
2. Кочиаშვილი Б.М. Труды ЗаКНИГМИ, вып.87(94), М., Гидрометеиздат, 1990, с.2632.
3. ც.ბასილაშვილი. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტომი 101, თბილისი, 1998, გვ.9399.
4. Басилашвиди Ц.З. В кн. "Аннотированный указатель алгоритмов и программ. ВНИИГМИМЦД, Обнинск, 1977, с.43.
5. Басилашвиди Ц.З., Плоткина И.Г. В кн. "Аннотированный перечень новых поступлений в ОФАП Госкомгидромета". ВНИИГМИМЦД, вып.4, Обнинск, 1978, с.21.
6. Наставление по службе прогнозов. Раздел 3, ч.1.Л., Гидрометеиздат, 1962.

უკ 556.06 : 556.166

საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების პროგნოზირება ჰიდროლოგიური ინფორმაციის შეზღუდულობის პირობებში. /ც. ბასილაშვილი/ჰმის შრომათა კრებული. – 2001. – ტ. 106. – გვ.91-98. ქართ., რუს. ქართ., ინგლ., რუს.

სადღეისოდ საქართველოს მდინარეებზე აღარ მიმდინარობს წყლის ხარჯების გაზომვა, რომელნიც წარმოადგენდნენ მთავარ ფაქტორს არსებულ საპროგნოზო დამოკიდებულებებში. ოპერატიული პროგნოზების გაცემის მიზნით შემუშავებულია საპროგნოზო განტოლებები ჰიდროლოგიური ინფორმაციის გარეშე.

UDC 556.06:556.166

Forecasting maximum floods on the rivers of Georgia under limited hydrological data conditions. /Ts.Basilashvili/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2001. V.106.p.91-98. Georg.:Summ.Georg., Eng., Russ.

Water discharge of Georgian rivers is not being measured at present, though it was the main element in available forecasting dependencies. To make operational projection, prognostic equations have been obtained without consideration of hydrological information. Fig.1, Tab.2, Ref.6.

УДК 556.06 : 556.166

Прогнозирование максимальных расходов половодья рек Грузии при ограниченной гидрологической информации. /Басилашвили Ц.З./ Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2001. – т.106. – с.91-98. – Груз.; рез. Груз., Англ., Русск.

В настоящее время на реках Грузии не производятся измерения расходов воды, которые являлись главными элементами в существующих прогностических зависимостях. Для выпуска оперативных прогнозов разработаны прогностические уравнения без учета гидрологической информации.

უკ 631.675

ი.გელაძე, ნ.დევედარიანი, ს.კოპაძე,

გ.ჩიკვაძე, ო.შველიძე

**ოპტიმიზირებული მორწყვის ნორმები პირითადი კულტურების
ზრდაგანვითარების სხვადასხვა პერიოდისათვის აღმოსავლეთ
საქართველოში პირობებში**

მორწყვის მიზანია სასოფლოსამეურნეო კულტურებს მოცემულ კლიმატურ პირობებში ნიადაგში შევუქმნათ ტენიანობის ისეთი რეჟიმი, რომელიც მცენარის ზრდაგანვითარებისათვის საუკეთესო იქნება. ამ მიზნის მისაღწევად აუცილებელია დამუშავებულ იქნას მეთოდოლოგია, რომელიც საშუალებას მოგვცემს განვსაზღვროთ ის, თუ რა რაოდენობის წყალი საჭირო (მორწყვის ნორმა) და როდის უნდა მივაწოდოთ იგი ნიადაგს. მორწყვის ნორმას უწოდებენ წყლის იმ რაოდენობას, რომელიც ერთმა პექტარმა ფართობმა ერთი მორწყვის დროს უნდა მიიღოს. ცხადია, მორწყვის ნორმა მუდმივ სიდიდეს არ წარმოადგენს. იგი ერთი და იგივე კულტურისათვის მისი ზრდაგანვითარების ფაზების მიხედვით იცვლება სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში. მცენარის განვითარების დასაწყისიდანვე თანდათანობით იზრდება წყალზე მოთხოვნილება, რაც თავის მაქსიმუმს აღწევს ვეგეტაციის საწყისი პერიოდის მიწურულს, რის შემდეგ იწყებს შემცირებას და ვეგეტაციის ბოლოს თითქმის ქრება. მორწყვის ნორმა ასევე დამოკიდებულია სასოფლოსამეურნეო კულტურის სახეზე. ნიადაგის მექანიკურ შედგენილობაზე, მისი აქტიური ფენის სისქეზე და ა.შ. მიუხედავად იმისა, რომ სარწყავი ნორმების დადგენასა და მორწყვის ვადების განსაზღვრას, ანუ რწყვის რეჟიმის შესწავლას, მეცნიერებმა საკმაოდ ადრეული დროიდან მიაქციეს ყურადღება. საკითხი დღეისათვის საბოლოოდ გადაწყვეტილი არ არის. სწორედ ამის გამოა, რომ სარწყავ რაიონებში რწყვა საჭირო ვეგეტს ვერ ახდენს. უფრო მეტიც, ზოგჯერ არასწორი რწყვის რეჟიმის შემთხვევაში (რწყვაგადიდებული მორწყვის ნორმებითა და ვადების დარღვევით) ტერიტორიაზე მყარდება წყლის არასასურველი ბალანსი, მატულობს გრუნტის წყლების დონე, რასაც მოსდევს ნიადაგის დაჭაობება და მეორადი დამლაშება. უნდა აღინიშნოს, რომ გადიდებული მორწყვის ნორმებით გამოწვეული ნიადაგის გადაჭარბებული ტენიანობა ისეთსავე არასასურველ გავლენას ახდენს მცენარის ზრდაგანვითარებასა და მოსავლიანობაზე, როგორსაც ნიადაგში ტენიანობის ნაკლებობა.

მორწყვის ნორმის განსაზღვრა რამდენიმე მეთოდით შეიძლება. მოცემულ ნაშრომში გამოყენებულია ანკოსტიაკოვის მეთოდი [1],

რომლის თანახმადაც მორწყვის ნორმა M განისაზღვრება ფორმულით:

$$M=W_{\text{ზღ}}+W_0, \quad (1)$$

სადაც M მორწყვის ნორმაა, $W_{\text{ზღ}}$ ნიადაგის ზღვრული წყალტევადობა, W_0 ნიადაგში ტენის დასაშვები მნიშვნელობის ქვედა ზღვარი (ჰკნობის კოეფიციენტი). ჩვენმა გამოკვლევებმა აჩვენა [3], რომ ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობის ზედა საზღვარი ზღვრული წყალტევადობის 95% შეადგენს: ამიტომ, მორწყვის ნორმა გამოთვლილი იქნა ფორმულით:

$$M=0.95W_{\text{ზღ}}+W^1, \quad (2)$$

სადაც W^1 — ოპტიმალური ტენიანობის ქვედა საზღვარია.

აღმოსავლეთ საქართველოში ძირითადი სასოფლოსამეურნეო კულტურებია: საშემოდგომო ხორბალი, ქერი, ვაზი, ხეხილი, ჭარხალი, კარტოფილი, მხესუმზირა, თამბაქო, ბოსტნეული და ბაღჩეული, ეთერზეთოვანი, სასილოსკედ დათესილი კულტურები და ერთწლიანი და მრავალწლიანი ბალახები. საკვლევ ტერიტორიაზე განლაგებულ აგრომეტეოსადგურებზე არ არსებობს სათანადო მონაცემები, რომლებიც საშუალებას მოგვცემდა დაგვედინა მორწყვის ნორმები ეთერზეთოვანი, ბოსტნეული და ბაღჩეული კულტურებისათვის. ამიტომ, მათი მორწყვის ნორმების დასადგენად ვისარგებლეთ ლიტერატურაში არსებული და საპროექტო მონაცემებით. ზემოთ ჩამოთვლილი კულტურებიდან დანარჩენისათვის აგრომეტეოსადგურებზე არსებული დაკვირვების მონაცემებისა და ჩვენი გამოკვლევის საფუძველზე, (2) ფორმულით დადგინდ იქნა მორწყვის ნორმები მცენარეთა ზრდაგანვითარებისათვის.

ცხრ.1ში მოყვანილია საშემოდგომო ხორბლის (ქერის) მორწყვის ნორმები მშში სავეგეტაციო თვეებში ნიადაგის 70 სმ ფენისათვის. საკვლევ ტერიტორიაზე ამ კულტურის თესვა ოქტომბერში წარმოებს: დაბლობ რაიონებში თვის დასაწყისში, ხოლო მაღლობში თვის ბოლოს. თავისი აღმოცენებისა და ნორმალური ზრდაგანვითარებისათვის ეს კულტურა დათესვისთანავე წყლის საკმაო მარაგს საჭიროებს. განსაკუთრებით დიდ მოთხოვნილებას უყენებს იგი სახნავ ფენას. თუ ამ ფენაში წყლის მარაგი 20 მმზე ნაკლებია, მისი აღმოცენება და შემდგომი ზრდაგანვითარება საგრძნობლად ფერხდება.

აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული აგრომეტეოსადგურების მიერ ნიადაგის ტენიანობაზე წარმოებული დაკვირვების მასალების ანალიზმა აჩვენა, რომ გარდა მდ. ალაზნის მარცხენა სანაპიროს რაიონებისა, ნიადაგის ტენიანობა სახნავ ფენაში, იშვიათი გამონაკლისის გარდა, 20 მმზე ნაკლებია. ამიტომ, საშემოდგომო ხორბლის (ქერის) რწყვა დათესვისთანავეა საჭირო. გამატენიანებელი

მორწყვა შეიძლება ვაწარმოოთ მხოლოდ სახნავ ან მთლიან აქტიურ ფენაში (070 სმ). შესაბამისად, ცხრ.1ში შემოდგომის თვეებში (ოქტომბერი, ნოემბერი) მორწყვის ორი ნორმაა მოყვანილი: მრიცხველში სახნავი, ხოლო მნიშვნელში მთლიანი აქტიურ ფენისათვის. მორწყვის ნორმა საკვლევ რაიონებში საკმაოდ დიდ ფარგლებში იცვლება. სახნავ ფენაში იგი იცვლება 17 მმდან 33 მმმდე და მისი სიდიდე ძირითადად განპირობებულია ნიადაგის მექანიკური შემადგენლობით. მძიმე მექანიკური შემადგენლობის ნიადაგებში იგი 30 მმის, ხოლო მხატეში 20 მმის ფარგლებშია. ვეგეტაციის განახლების შემდეგ მცენარის მოთხოვნილება წყალზე იზრდება. ნიადაგი წყლით უზრუნველყოფილი უნდა იყოს განსაკუთრებით ღეროს გამოღების, დათავთავებისა და თესლის ფორმირების დროს. ამ ფაზათაშორის პერიოდში ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობის ქვედა საზღვარი მაღალია, ამიტომაც მორწყვის ნორმა მძიმე მექანიკური შემადგენლობის ნიადაგებისათვის საშუალოდ 85 მმის ფარგლებშია, ხოლო მხატე მექანიკური შემადგენლობის ნიადაგებისათვის 6067 მმს აღწევს. ბოლო რწყვა უნდა ჩატარდეს რძისებური სიმწიფის დაწყებამდე, რადგან ამ ფაზათაშორის პერიოდში მორწყვამ შეიძლება მცენარის ჩაწოლა და შესაბამისად, მოსავლის შემცირება გამოიწვიოს.

ცხრილი 1 მორწყვის ნორმები (მმ) საშემოდგომო ხორბლის (ქერის) შემთხვევაში ნიადაგის 0–70 სმ სისქის ფენისათვის

№	პუნქტი	თვე					
		X	XI	III	IV	V	VI
1	მარნეული	24/79	24/79	56	45	45	25
2	ლაგოდეხი	17/57	17/57	57	46	57	80
3	დედოფლისწყარო	18/64	18/64	64	51	64	77
4	შირაქი	18/64	18/64	64	51	64	89
5	გორი	56/93	56/93	80	53	67	67
6	სამგორი	20/72	20/72	60	48	60	60
7	დიდომი	24/76	24/76	64	51	51	76
8	თელავი	19/51	19/51	51	41	51	62
9	ხაშური	36/112	36/112	87	70	87	122
10	სკრა	24/85	24/85	85	49	61	73
11	დუშეთი	27/82	27/82	82	68	68	82
12	გარდაბანი	33/113	33/113	113	97	81	81
13	ყვარელი	22/81	22/81	69	46	46	69
14	მუხრანი	28/98	28/98	98	66	82	98
15	ალაზანი	27/83	27/83	69	55	69	83

ცხრ.2ში მოყვანილია მორწყვის ნორმები (მმ) ვაზისათვის სავეგეტაციო თვეებში. ეს ნორმები გათვლილია ნიადაგის 0100 სმ-იანი ფენისათვის. როგორც ცხრილიდან ჩანს, მორწყვის ნორმა ვეგეტაციის განახლებისას მძიმე მექანიკური შემადგენლობის ნიადაგებისათვის 100 მმ-ის ფარგლებშია. აგრომეტეოროლოგიური მონაცემების ანალიზმა აჩვენა, რომ ვაზის ყვავილობის დასაწყისისთვის ნიადაგის ტენიანობა საკმაოდ ხშირად, ხუთიდან სამ შემთხვევაში მაინც, ოპტიმალური ტენიანობის საზღვრის მახლობლობაშია. გამონაკლისს ისევე მდ. ალაზნის მარცხენა სანაპირო წარმოადგენს. ამიტომ, ყვავილობის დაწყებამდე ნიადაგი ერთ მორწყვას მაინც საჭიროებს. ყვავილობის დამთავრების შემდეგ, მეტეოროლოგიური პირობების მიხედვით, რწყვის რაოდენობა ერთიდან სამამდე მერყეობს. ბოლო მორწყვა, როგორც მეცნიერები აღნიშნავენ, უნდა ჩატარდეს სიმწიფის დასაწყისამდე, რადგან ამ პერიოდში ნიადაგში ჭარბი ტენი მოსაგლის ხარისხის დაწვევას იწვევს. ვეგეტაციის შუა პერიოდში მორწყვის ნორმა დასაწყისთან შედარებით 2035 მმ-ით მცირდება.

ცხრილი 2 ვაზის მორწყვის ნორმები (მმ) ნიადაგის 0–100 სმ სისქის ფენისათვის

№	პუნქტი	თვე						
		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1	სამგორი		88	66	66	88	88	98
2	მუხრანი	120	120	80	60	80	100	100
3	დიღომი	15	96	57	77	77	96	96
4	თელავი	104	69	69	69	69	104	121
5	ალაზანი	97	78	59	78	78	97	107
6	ბოლნისი	130	112	74	74	93	112	130
7	გურჯაანი	18	99	79	79	79	118	138
8	ყვარელი	19	85	85	85	102	102	119
9	საგარეჯო	95	74	59	95	95	114	114
10	წნორი	23	105	63	84	84	105	123

საკვლევ ტერიტორიაზე ხეხილის ბაღების გავრცელების ზონა საკმაოდ დიდია. ცხადია, რომ განვითარების ფაზებიც ყველა რაიონში სხვადასხვა დროს იწყება და ვადებს შორის სხვაობაც ზოგჯერ ერთ თვეს აღწევს, მაგრამ, აგრომეტეოსადგურების მონაცემების ანალიზმა და ჩვენმა გამოკვლევებმა აჩვენეს, რომ თითქმის ყველგან ვეგეტაციის დასაწყისისათვის ნიადაგი არ არის უზრუნველყოფილი საკმარისი რაოდენობის ტენით და ყვავილობის დასაწყისამდე ხეხილის ერთი მორწყვა მაინც აუცილებელია. რწყვის ნორმა ამ პერიოდში 110144 მმ ფარგლებში მერყეობს. ყვავილობის შემდეგ მეტეორო-

ლოგიური პირობების მიხედვით რწყვის საჭირო რაოდენობა სამამდე იზრდება. მორწყვის ნორმა ამ პერიოდში 6286 მმმდე მცირდება.

სიმინდის, ისევე როგორც საშემოდგომო ხორბლისა და სხვა ერთწლიანი სასოფლოსამეურნეო კულტურების, აღმოცენება და შემდგომი ზრდაგანვითარება სახნავ ფენაში წყლის რაოდენობაზე და მოკიდებული. აპრილში კი, როცა სიმინდს თესავენ, სახნავი ფენა საკმაოდ გამომშრალია. ამიტომ, დათესვისთანავე რწყვა აუცილებელ ღონისძიებად უნდა ჩაითვალოს. ეს ხელს შეუწყობს მცენარის დროულ აღმოცენებას და მისი წყლით მომარაგებას ზრდაგანვითარების საწყის ეტაპზე. გამატენიანებელი მორწყვა შეიძლება ჩატარდეს როგორც სახნავი ფენისათვის, ასევე მთელი აქტიური ფენისათვის (070 სმ). მაგრამ, თუ გავითვალისწინებთ, რომ საკვლევ ტერიტორიაზე იშვიათად მოდის დიდი ნალექები, უმჯობესი იქნება, რომ მორწყვა მთელი აქტიური ფენისათვის ჩატარდეს. ცხრ.3ში მოყვანილია სავეგეტაციო თვეების მორწყვის ნორმები (მმ) სიმინდისათვის. აპრილის თვის სვეტში მრიცხველში მოყვანილია მორწყვის ნორმები სახნავი ფენისათვის, ხოლო მნიშვნელში მთელი აქტიური ფენისათვის. როგორც ცხრილიდან ჩანს, სახნავი ფენისთვის მორწყვის ნორმა 1734 მმია, ხოლო მთელი აქტიური ფენისათვის 7014 მმ. განსაკუთრებით დიდია სიმინდის მოთხოვნილება წყალზე ყვავილობის დაწყებიდან ტაროს გამოსახვამდე. ამ დროს ფაზთაშორისო პერიოდში მორწყვის ნორმა 5995 მმის ფარგლებშია და ნიადაგი ორსამ მორწყვას საჭიროებს. ვეგეტაციის ბოლოს მცენარის მოთხოვნილება წყალზე კლებულობს.

ცხრილი 3 ხილის მორწყვის ნორმები (მმ) ნიადაგის 0–100 სმ სისქის ფენისათვის

№	პუნქტი	თვე						
		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1	სკრა	144	124	82	82	103	103	103
2	გორი	128	111	73	73	73	91	91
3	მუხრანი	126	105	63	63	105	105	105
4	სამგორი	12	93	74	74	93	93	93
5	დუშეთი	16	96	77	77	77	96	96
6	ყვარელი	10	62	62	62	78	78	94
7	თეთრი წყარო	21	103	62	82	82	103	124
8	ცხინვალი		128	107	86	86	107	128

შაქრის ჭარხალი ერთერთი წამყვანი კულტურაა შიდა ქართლში. მისი მოსავლიანობა დიდად არის დამოკიდებული ნიადაგის ტენიანობაზე. სავეგეტაციო პერიოდის დასაწყისიდან განსაკუთრებით ფოთლების ზრდა მიმდინარეობს, რაც ივლისის დასაწყისამდე გრძელდე-

ბა. შემდეგ, აგვისტოს შუა რიცხვებამდე, სწრაფად იწყება ძირების ინტენსიური ზრდა. აგვისტოს შუა რიცხვებიდან ძირების ზრდის ინტენსივობა კლებულობს და განსაკუთრებით დროის ამ მონაკვეთში შაქრის დაგროვებას აქვს ადგილი. ბუნებრივია, რომ შაქრის ჭარხალი გაცილებით მეტ წყალს მოითხოვს აგვისტოს შუა რიცხვებამდე, სანამ მცენარის ზრდა მიმდინარეობს. მორწყვის ნორმები, როგორც ცხრ. 5-დან ჩანს, 6391 მმის ფარგლებშია. ზაფხულში მორწყვის ნორმები შედარებით მცირეა — 4976 მმის ფარგლებშია, რაც იმითაა გამოწვეული, რომ ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობის ქვედა საზღვარი ვეგეტაციის იმ პერიოდში შედარებით მაღალია.

კარტოფილი საქართველოში, ძირითადად, შედარებით მაღალ რაიონებში მოჰყავთ. ვეგეტაციის დასაწყისში კარტოფილის მორწყვის ნორმა 4377 მმის ფარგლებში მერყეობს (ცხრ. 6) და მცირე ატმოსფერული ნალექების გამო ეს კულტურა მორწყვას დარგვისთანავე საჭიროებს. კარტოფილს განსაკუთრებით დიდი მოთხოვნა აქვს წყალზე ივნისივლისში, რადგან ამ თვეებს ემთხვევა ფაზთაშორისო პერიოდი საყვავილის წარმოქმნაყვავილობა. მასიური ყვავილობის დამთავრებისთანავე მისი მოთხოვნილება წყალზე მცირდება. ამის გარდა, უნდა გავითვალისწინოთ, რომ რწყვის შედეგად ნიადაგის სიმკვრივე მატულობს, რაც ხელს უშლის ტუბერების განვითარებას. ამიტომ, მორწყვის აუცილებლობის შემთხვევაში ცხრილში მოცემული მორწყვის ნორმები უნდა შემცირდეს 3040 პროცენტით, რათა არ მოხდეს წყლის გადახარჯვა და დატუბერების განვითარების შეჩერება

თამბაქო წყალს დიდი რაოდენობით საჭიროებს რგვის პერიოდში, რაც გამოიყენება მისი ფესვთა სისტემის განსავითარებლად. ასევე დიდი მოთხოვნილება აქვს მას წყალზე ყვავილობის დროს. დანარჩენ პერიოდში იგი კარგად იტანს სიმშრალეს. რგვის პერიოდში თამბაქოს მორწყვის ნორმა ნიადაგის 050 სმ სისქის ფენისათვის 5163 მმის ფარგლებშია (ცხრ. 7).

ცხრილი 5 შაქრის ჭარხლის მორწყვის ნორმები (მმ) ნიადაგის 0–70 სმ სისქის ფენისათვის

№	პუნქტი	თვე				
		IV	V	VI	VII	VIII
1	ხაშური	83	49	49	66	83
2	სკრა	63	51	51	63	89
3	გორი	69	55	55	69	83
4	ცხინვალი	91	61	61	76	76

ცხრ.8ში მოყვანილია მზესუმზირის მორწყვის ნორმები (მმ) ნიადაგის 70 სმ სისქის ფენისათვის. მზესუმზირა განსაკუთრებით გაფრცელდა სიღნაღის, გურჯაანის და დედოფლისწყაროს რაიონებში.

ეს რაიონები მცირე ნალექიანია და ამიტომ, აქ საჭიროა თესვისთანავე რწყვა. მორწყვის ნორმა მხატე მექანიკური შემადგენლობის ნიადაგებისათვის 85 მმმდე აღწევს, ხოლო მიმიე მექანიკური შემადგენლობის ნიადაგებისათვის 110 მმმდეა. ყვავილობის დასაწყისისათვის მცენარის წყალზე მოთხოვნილება იზრდება და რადგანაც ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობის ქვედა საზღვარის რიცხვითი მნიშვნელობაც იზრდება მორწყვის ნორმა ამ პერიოდში 75 მმს არ უნდა აჭარბებდეს. საჭიროების შემთხვევაში მესამე მორწყვა აგვისტოს დასაწყისამდე უნდა ჩატარდეს, რათა შემდეგ ნიადაგის ზედმეტი ტენიანობის გამო მცენარე, რომლის სიმძიმის ცენტრი ყვავილედშია გადასული, არ ჩაწყვეს.

ცხრილი 6 კარტოფილის მორწყვის ნორმები (მმ) ნიადაგის 0–50 სმ სისქის ფენისათვის

№	პუნქტი	თვე				
		IV	V	VI	VII	VIII
1	ახალციხე	72	81	41	41	61
2	თეთრი წყარო	77	64	51	51	64
3	მარნეული	75	54	43	43	54
4	სკრა	60	43	34	34	60
5	ბაკურიანი	72	72	48	48	60

ცხრილი 7 თამბაქოს მორწყვის ნორმები (მმ) ნიადაგის 0–50 სმ სისქის ფენისათვის

№	პუნქტი	თვე					
		III	IV	V	VI	VII	VIII
1	მარნეული	63	63	53	42	42	58
2	ლაგოდეხი	51	51	41	41	41	62

ბოსტნეულის კულტურებს, სხვა სასოფლოსამეურნეო კულტურებთან შედარებით, ნაკლებ სიღრმეზე განვითარებული ფესვთა სისტემა ახასიათებს. ამიტომ, ცხრ.9ში მოყვანილი მორწყვის ნორმები ნიადაგის 050 სმსათვის არის განკუთვნილი. ზემოთ თქმულის გამო ეს კულტურები საჭიროებენ ხშირ მორწყვას (თვეში 23ჯერ): პირველ მორწყვას საჭიროებენ დარგვისთანავე, შემდეგ კი კლიმატური პირობებისდა მიხედვით თვეში ორჯერ ან სამჯერ. სამწუხაროდ, მონაცემების სიმცირის გამო ბოსტნეული კულტურებისათვის აღნიშნული საკითხის უფრო დაწვრილებითი შესწავლა არ მოხერხდა.

ბოლოს უნდა აღინიშნოს, რომ მოყვანილ ცხრილებში მორწყვის ნორმები მოცემულია სავეგეტაციო პერიოდის ყველა თვეებისათვის, რაც არ ნიშნავს იმას, რომ ეს კულტურები ყოველთვიურად მორწყვას საჭიროებენ. თითოეულ წელს მორწყვის ვადები იცვლება და

მორწყვის ჩატარების ვადას განსაზღვრავს როგორც ვეგეტაციის პერიოდის დაწყების დრო, ასევე ამ პერიოდში კლიმატური პირობები. ამ მიზეზით მორწყვის ნორმები მოცემულია სავეგეტაციო პერიოდის ყველა თვისათვის.

ცხრილი 8 მხესუმზირის მორწყვის ნორმები (მმ) ნიადაგის 0–70 სმ სისქის ფენისათვის

№	პუნქტი	თვე				
		IV	V	VI	VII	VIII
1	შირაქი	83	69	69	55	97
2	დედოფლის წყარო	107	92	76	61	107
3	საგარეჯო	96	82	68	54	96
4	ალაზანი	86	64	51	51	8
5	ბაკურიანი	72	72	48	48	60

ცხრილი 9 ბოსტნეული კულტურების მორწყვის ნორმები (მმ) ნიადაგის 0–50 სმ სისქის ფენისათვის

№	პუნქტი	თვე			
		V	VI	VII	VIII
1	გარდაბანი	62	50	50	62
2	ბოლნისი	67	45	56	56
3	გორი	48	38	38	48
4	საშური	70	58	46	70
5	ცხინვალი	72	52	41	52

ლიტერატურა – REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. Костяков А.Н. Основы мелиорации. М., Сельхозгиз. 1960.621 с.
2. ჩხენკელი ი. სასოფლო-სამეურნეო მელიორაცია. თბ., სასოფლოსამეურნეო ინსტიტუტის გამომცემლობა, 1955,284 გვ.
3. გელაძე ი., დედგარიანი ნ.,კოპაძე ს.,ჩიკვაძე გ.,შველიძე ო. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები,გ.106 გვ. 128136,2001.

უაკ 631.675

ოპტიმიზირებული მორწყვის ნორმები ძირითადი კულტურების ზრდაგანვითარების სხვადასხვა პერიოდისათვის აღმოსავლეთ საქართველოს პირობებში. /ი.გელაძე, ნ.დედგარიანი, ს.კოპაძე, გ.ჩიკვაძე, ო.შველიძე/. ჰმის შრომათა კრებული.–2001.–ტ.106.–გვ.99-107. –ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ.,რუს.

დადგენილია აღმოსავლეთ საქართველოს ცხრა ძირითადი ს/ს კულტურის ზრდისა და განვითარების სხვადასხვა პერიოდისათვის სარწყავი ნორმები. კვლევებმა აჩვენეს, რომ ყველა აღნიშნული კულტურა სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში რამოდენიმე მორწყვას

მოითხოვს. დადგენილი სარწყავი ნორმები დამოკიდებულია როგორც თვით ს/ს კულტურაზე, ისე ნიადაგის მექანიკურ შემადგენლობაზე. მსუბუქი მექანიკური შემადგენლობის ნიადაგებისათვის სარწყავი ნორმები მძიმე მექანიკური შემადგენლობის ნიადაგების სარწყავი ნორმების სიდიდეების 70–75% შეადგენენ. ცხრ.9, ლიტ.დას.3.

UDC 631.675

Optimized irrigation norms for different periods of growth and development of main crops in Eastern Georgia./I.Geladze, N.Devdariani, S.Kopadze, G.Chikvaidze, O.Shvelidze/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2001. V.106.p.99-107. Georg.:Summ.Georg., Eng., Russ.

Watering norms for various periods of growth and development of 9 basic agricultural crops of Eastern Georgia have been determined. Investigations demonstrated that during the vegetation period all mentioned crops need several waterings. Determined watering norms depend both upon an agricultural crop itself and mechanic composition of soil. Watering norms for soils of light mechanic composition makes 7075% of the values of watering norms for soils of heavy mechanic composition. Tab.9, Ref.3.

УДК 631.675

Оптимизированные поливные нормы для различных периодов роста и развития основных культур в условиях Восточной Грузии. /Геладзе И.М., Девдариани Н.Н., Копадзе С.Ш., Чикваидзе Г.Д., Швелидзе О.Г./ Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2001. – т.106. – с.99-107. – Груз.; рез. Груз., Англ., Русск.

Установлены поливные нормы для различных периодов роста и развития девяти основных сельскохозяйственных культур Восточной Грузии. Исследования показали, что в течение вегетационного периода все рассмотренные культуры требуют нескольких поливов. Установленные поливные нормы зависят как от самой с.х. культуры, так и от механического состава почвы. Поливные нормы для почв легкого механического состава составляют 7075% от величин поливных норм для почв тяжелого механического состава. таб.9, лит.3.

უკ 551.577 : 556.53

რ.მესხია

**მეტეოროლოგიური ველების ობიექტური წარმოდგენის
რიცხვითი გადაწყვეტა მდინარის ჩამონადენის
მოდელისათვის, ბანაწილვებში პარამეტრებით**

როგორც ცნობილია, მთიან რეგიონში დაკვირვების პუნქტების სიმცირისა და რთული ოროგრაფიული პირობების გამო, მათი მონაცემები ვერ გადაფარავენ აუზის მთელ ტერიტორიას. ამიტომ, ისინი რეპრეზენტატული არიან მხოლოდ მათ გარემომცველ მცირე ტერიტორიაზე. დაკვირვების პუნქტების არასაკმარისი ინფორმაციული შესაძლებლობა ართულებს მდინარის ჩამონადენის მოდელირებისათვის მეტეოლოგიური მონაცემების სივრცეში და დროში განაწილების ობიექტური მონაცემების მიღებას.

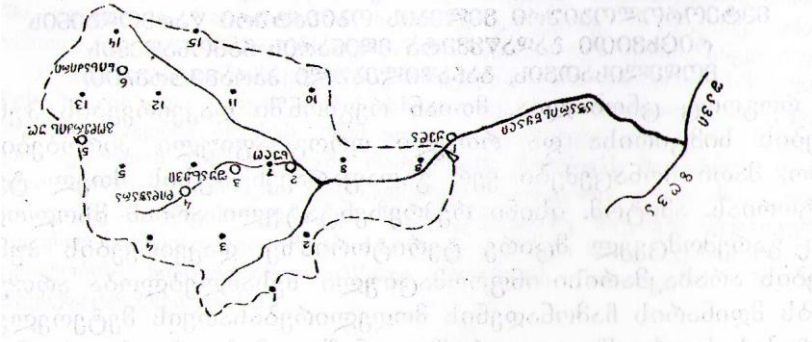
ცნობილი მეტეოროლოგიური ველის ობიექტური ანალიზი [2,3] ჰიდროლოგიაში არ გამოიყენება მისი სირთულისა და წლის შიგნით ჩამონადენის მრავალჯერადი გამოთვლების გამო.

ცხადია, შექმნილი მდგომარეობიდან გამოსავალს წარმოადგენს დაკვირვების პუნქტების გაზრდა, გაზომვის რადიოლოკაციურ მეთოდზე გადასვლა, რაც საშუალებას იძლევა მივიღოთ ნებისმიერ დროში საჭირო მონაცემები ბადის კვანძებში.

მოდელში შესასვლელი მეტეოროლოგიური ველის ობიექტური წარმოდგენის რიცხვითი გადაწყვეტა ხორციელდება მარტივი ხერხით პუნქტებზე გაზომილი მონაცემების ბადის რეგულარულ კვანძებში ინტერპოლაციაექსტრაპოლაციით.

ბაზისურ ინფორმაციას წარმოადგენს 1:500000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკა და მისი მორფომეტრული მახასიათებლები ბადის კვანძებში. ამ პრინციპით აგებული მოდელის საანგარიშო სქემაში შესასვლელი დღეღამური მეტეოლოგიური მონაცემები (ნალექები P მმ, ჰაერის ტემპერატურა $t^{\circ}\text{C}$ და სინოტივის დეფიციტი d მმ) მოდელს მიეწოდება ბადის კვანძების მიხედვით.

მაგალითისათვის ნახ.1-ზე მოყვანილია მდ. აჭარისწყლის აუზის სქემა ჩამკეტი კვეთით ქედასთან. მასზე დადებულია რეგულარული პარალელოგრამების ბადე, დაცილება კვანძებს შორის 10 კმია. ბადის კვანძები, მათი მდებარეობის მიხედვით, მიეწერება ახლომდებარე დაკვირვების პუნქტებს.

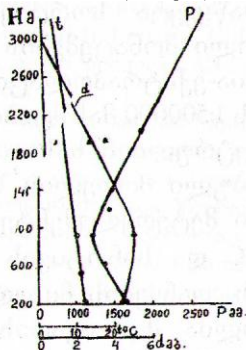


ნახ.1. ს.ქედასთან მდ.აჭარისწყლის აუზში რეგულარული პარალელოგრამების ბადის კვანძების განლაგება.

დაკვირვების პუნქტიდან ბადის კვანძებზე გარდამავალი კოეფიციენტი K ნალექებისათვის განისაზღვრება ფორმულით:

$$K = P/P_1 \quad (1)$$

სადაც P და P_1 პუნქტებზე გაზომილი და რეგიონალური დამოკიდებულების გრაფიკებიდან ბადის კვანძებისათვის ჩამოღებული საშუალო მრავალწლიური ნალექებია. სიმაღლებრივი რეგიონალური დამოკიდებულების გრაფიკები აკებულია ლ. ვლადიმეროვის მიერ [1] ერთნიშნა ჰიდროკლიმატური რაიონების მიხედვით (ნახ. 2).



ნახ.2. მდ.აჭარისწყლის საშუალო მრავალწლიური მეტეოელემენტების - P ნალექების, t ჰაერის ტემპერატურისა და d სინოტივის დეფიციტის სიმაღლებრივი დამოკიდებულების გრაფიკები.

P შტრიხი დღეღამური ჯამური ნალექების ბადის კვანძებში ობიექტური წარმოდგენის რიცხვითი გადაწვევება ხორციელდება დაკვირვების პუნქტებზე გაზომილი P დღეღამური ჯამური ნალექების გამრავლებით შესაბამისი ბადის კვანძებისათვის მიღებულ გარდამავალ კოეფიციენტზე ფორმულით

$$P' = K P \quad (2)$$

რადგან აუზში 1000 მ ზემოთ დიდია მყარ ნალექებზე ქართი გა-
მოწვეული გაზომვის ცდომილება, ამიტომ, შეგვაქვს მასზე შესწორე-
ბა

$$K=1.05+0.0001(H_{33}-1000), \quad (3)$$

აქ H_{33} — ბადის კვანძის აბსოლუტური სიმაღლეა.

ბადის კვანძებში ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის გა-
მოთვლა წარმოებს წრფივი ინტერპოლაცი-აქსტრაპოლაციური ფორ-
მულით

$$t_{33}=t_{დლ}+a(H_{33}-H_{საღ}), \quad (4)$$

სადაც t_{33} და $t_{დლ}$ — ბადის კვანძებისათვის გამოთვლილი და სად-
გურზე გაზომილი ჰაერის დღელამური ტემპერატურებია; H_{33} და $H_{საღ}$
— ბადის კვანძისა და სადგურის აბსოლუტური სიმაღლეა (მ); a პარა-
მეტრი, რომელიც მცირედ იცვლება თვეების მიხედვით, ამიტომ, აღე-
ბულ იქნა მისი საშუალო მნიშვნელობა $a = 0,005$.

ბადის კვანძებში საშუალო დღელამური სინოტივის დეფიციტის ინ-
ტერპოლაცი-აქსტრაპოლაციისათვის გამოვიყენეთ (3)ის ანალოგიური
ფორმულა:

$$d_{33}=d_{საღ}+a(H_{33}-H_{საღ}), \quad (5)$$

სადაც d_{33} და $d_{საღ}$ ბადის კვანძებში გამოთვლილი და სადგურზე
გაზომილი დღელამური ჰაერის სინოტივის დეფიციტია, a პარამეტრი
განისაზღვრება საშუალო მრავალწლიური სინოტივის დეფიციტის
სიმაღლებრივი დამოკიდებულების გრაფიკიდან (ნახ.2) თითოეული
სადგურისათვის ცალცალკე, როგორც მრუდის მხების ტანგენსი.

საანგარიშო სქემისა და (2) – (5) ფორმულების მართებულობა
შემოწმებული იქნა მდ. აჭარისწყლის ჩამონადენის მოდელში, განაწი-
ლებული პარამეტრებით. კერძოდ, მიღებული იქნა დამაკმაყოფილებე-
ლი თანხვედრა გამოთვლილ და გაზომილ ხარჯებს შორის სქედის
ჰიდროლოგიურ კვეთისათვის.

ლიტერატურა – REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. Владимиров Л.А., Шакарашвили Д.И., Габричидзе Т.И. Водный баланс Грузии. Тб., 1974., 182 с.
2. Гандин Л.С. Объективный анализ метеорологических полей. Л., Гидрометеоиздат, 1963, 187 с.
3. Каган Р.Л. Тр.ГГО, вып.208, 1967, с.6475.

უაკ 551.577 : 556.53

მეტეოროლოგიური ველების ობიექტური წარმოდგენის რიცხვითი გა-
დაწყვეტა მდინარის ჩამონადენის მოდელისათვის, განაწილებული პა-
რამეტრებით./რ.მესხია/.ჰმის შრომათა კრებული. – 2001. – ტ. 106. – გვ.108-
111, –ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ.,რუს.

ჩამონადენის მოდელში, განაწილებული პარამეტრებით, მეტეოროლოგიური ველის ობიექტური წარმოდგენის რიცხვითი გადაწყვეტა განხორციელებულია რეგულარული ბადის კვანძებში სადგურებიდან მეტეოელემენტების მნიშვნელობების ინტერპოლაციით და ექსტრაპოლაციით. ილ.2,ლიტ.დას.3.

UDC 551.577 : 556.53

Numerical solutions of objective presentation of meteorological fields for the river runoff model with distributed parameters. /R.Meskhia/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2001.V.106.p.108-111.Georg.:Summ.Georg., Eng., Russ.

Numerical solution of objective presentation of meteorological fields for runoff modelling with distributed parameters is conducted by the interpolation and extrapolation of values of meteorological elements from stations in the regular grid knots.Fig.2,Ref.3.

УДК 551.577 : 556.53

Численные решения объективного представления метеорологических полей для модели стока с распределенными параметрами. /Meskhia P.D./ Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2001. – т.106. – с.108-111. – Груз.; рез. Груз.,Анг.,Русск.

Численные решения объективного представления метеорологических полей для модели стока с распределенными параметрами получены на основе интерполяции и в узлах регулярной сетки экстраполяции наблюденных значений метеоэлементов ближайших станций. Таб.9,лит.3.

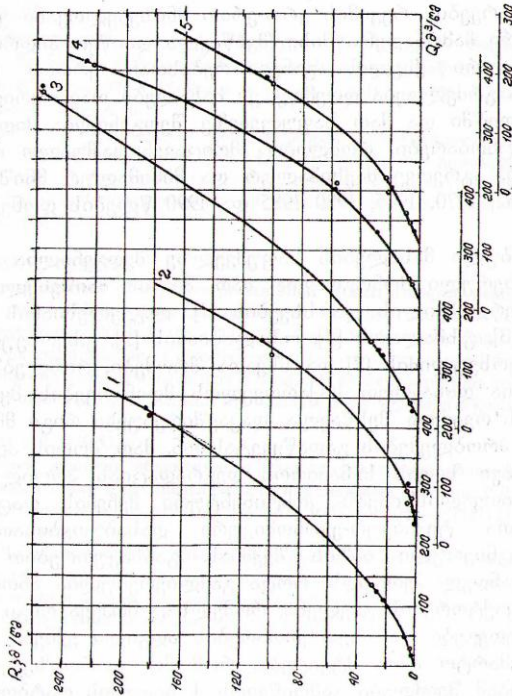
უაკ 556.5

ლ.ქიტიაშვილი, ლ.სანებლიძე, გ.სტვილია

ბანახლეული მონაცემები დასავლეთ საქართველოს მდინარეების მხარ ჩამონადენზე

მდინარეების რეჟიმის ერთერთი მნიშვნელოვანი ელემენტია მყარი ჩამონადენი. მისი შესწავლა დაიწყო ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელის განვითარებასთან ერთად 1934 წლიდან და გრძელდება დღემდე. ეს მასალები თავმოყრილია წელიწდეულებში და მათ საფუძველზე შედგენილია ჰიდროლოგიური ცნობარები, რომლებიც მოიცავენ საშუალო თვიურ, წლიურ, აგრეთვე მაქსიმალურ და მინიმალურ მნიშვნელობებს 1962, 1970, 1975, 1980 1985 და 1990 წლების დონეებისათვის.

მიღებული მასალების საფუძველზე შედგენილია არა ერთი მეცნიერული მონოგრაფია. მათ შორის მნიშვნელოვანია მაღავერდაშვილის და სხვების [1], ლ.გველესიანის [2], გ.სვანიძის [3], გ.ხმაღაძის [4], ო.ხალაბიანის [5], გ.ხერხეულიძის [6], ი.ხერხეულიძის [7] და სხვათა შრომები, რომლებშიც ჩატარებულია დასავლეთ საქართველოს მდინარეების მყარი ჩამონადენის რეჟიმის შესწავლა, დაკავშირებული რიგი მნიშვნელოვანი პრობლემების გადაწყვეტასთან. მათ შორის აღსანიშნავია შავი ზღვის სანაპიროს დეგრადაციას პრობლემა, რომელიც ითვალისწინებს კონტინენტური მეჩენის დაცვის ღონისძიებათა ტექნიკურეკონომიკური დასაბუთებისათვის საჭირო მეცნიერული ბაზის შექმნას. განსაკუთრებით ეს ეხება დღევანდელ პერიოდს, როცა გაძლიერებულია ანთროპოგენური ფაქტორების გავლენა, რომელსაც მოჰყვა რიგი სავალალო შედეგები და ასეთ ვითარებას ადგილი ექნება მომავალშიც. მარტო იმის მტკიცება, რომ მდ. ჭოროსზე კაშხლების აგებამ შეიძლება გამოიწვიოს ქ. ბათუმის დატბორვა დაახლოებით 150 მით, რომ ბოლო 5060 წლის განმავლობაში შავი ზღვა ქ. ფოთთან 1 კმ ით შეიჭრა ხმელეთში, რომ წყალსაცავების, კარიერების მშენებლობა მდინარეებზე მნიშვნელოვნად ამცირებს ნატანის რაოდენობას, ახლებურად აყენებს საკითხს მყარი ჩამონადენის შესწავლის საქმეში. აქედან გამომდინარე, მოცემულ ნაშრომში გამახვილებულია ყურადღება დასავლეთ საქართველოს მდინარეების მყარი ჩამონადენის განახლებულ მახასიათებლებზე.



ნახ.1. წლის (მრუდი 1), ზამთრის (2), გაზაფხულის (3), ზაფხულის (4) და შემოდგომის (5) ჯამური ჩამონადენის (R) დამოკიდებულება შესაბამის თხემად ჩამონადენზე (Q) დასავლეთ საქართველოს II ძირითადი მდინარისათვის.

მყარი ჩამონადენის განახლებული მასხაიათებლების რადგენის, ანალიზისა და განზოგადების საკითხებს საფუძვლად დაედო დაკვირვების მასალა, მოყვანილი ჰიდროლოგიურ ცნობარებში და წყლის კადასტრებში, წარმოდგენილი ცხრ.1ის სახით. იგი მოიცავს წყლისა და მყარი ჩამონადენის მრავალწლიურ საშუალო მნიშვნელობებს, დაწეებული დაკვირვების წლიდან 1962, 1970, 1975, 1980, 1985 და 1990 წლებამდე 11 მდინარის ჩამკეტი ჰიდროლოგიური კვეთებისათვის. ეს მდინარეებია ბზიფი, გუმისთა, კოდორი, ენგური, რიონი, სუფსა, ნატანები, კინტრიში, ჩაქვისწყალი და ჭოროხი (აჭარისწყალი), რომლებიც უშუალოდ ერთიან შავ ზღვას. მათი წყალშემკრები აუზის ფართობი მერყეობს 120 კმ² (მდ. ჩაქვისწყალი) 22000 კმ²მდე (მდ. ჭოროხი); ჯამური სიდიდე შეადგენს მდ. ჭოროხი სერგეს ჩათვლით 43724 კმ²ს, ხოლო მის გარეშე მდ. აჭარისწყალი სკედას ჩათვლით 23074 კმ². ეს არის დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიის დაახლოებით 70%.

ცხრილი 1.
 მრავალწლიური საშუალო თხევადი (Q მ³/წმ) და მყარი (R კგ/წმ) ჩამონადენი დაკვირვების დაწყებიდან 1990 წლამდე

მდინარე პუნქტი	ფართობი, კმ ²		საშუალო წლიური დრო	დაკვირვების დაწყებიდან 1990 წლამდე					
	საშუალო	მინიმუმი		დაკვირვების დაწყებიდან					
				1962	1970	1975	1980	1985	1990
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
მდ. ბზიფი - ს. ჯირხვა	1410	7.22	1690	96.6 8.4	96.8 10	95.8 10	96.2 12	96.9 11	98.2 13
მდ. გუმისთა-ს. ანადარა	556		1070	28.6 (4.0)	29.4 3	29.5 3	31.1 6.1	32.4 3.4	34 4.2
მდ. კოდორი-ს. გარჩა	2020	64.54	1910	122 24	127 30	125 25	135 31	137 26	140 36
მდ. კეზუი-ს. ხაიში	2780	320.5	2320	106 (20)	108 14	108 24	111 37	114 23	118 29
მდ. რონი-ს. საკონაკიძე	13300	72.1	950	398 110	402 190	399 180	399 177	433 (210)	470 250
მდ. სუფსა-ს. ხიდმაღალა	1100		970	45.2 4.2	45.1 6	45.4 6	45.6 5.8	47.2 9.5	50.8 6.6

ცხრილ 1-ია გაგრძელება

1	2	3	4	5	6	7	8	+9	10
მდ.ნატანები-ს.ნატანები	237		880	24.3 (1.8)	24.1	23.9	24	24.1	24.8
მდ.კონტრიში-ს.კობი	191		1120	12.2 (0.5)	12	12.2	12.4	12.6	12.9
მდ.ჩაქვისწყალი-ს.ხალა	120		880	10.2 (0.4)	10.4	10.4	9.9	9.77	9.65
მდ.ჭოროხი-ს.კერგე	22000			22.7	28.1	177	278	276	279
მდ.ჭარისწყალი-ს.ქედა	1360		1470	45.2 (10)	44.9 (10)	44.3	44.1	45.5	46.1
ჯამი ს.კერგეს გარეშე	23074			888	801	893	908	952	2004
ჯამი ს.ქედას გარეშე	43724			1070	1036	1126	1142	1183	1237
R/Q ს.კერგეს გარეშე				523	515	511	532	495	608
R/Q ს.ქედას გარეშე				0.34	0.43	0.29	0.31	0.32	0.37
				0.49	0.48	0.45	0.46	0.42	0.49

განხილული მდინარეების თხევადი ჩამონადენი მერყეობს 10.3 მ³/წმ (მდ. ჩაქვისწყალი ს.ხალა) 470 მ³/წმმდე (მდ. რიონი ს.საკონა-კიძე), ჯამური კი შეადგენს 1962 წლის დონეზე 1070 მ³/წმ მდ. ჭორო-

ბი სერგეს ჩათვლით, მის გარეშე კი 888 მ³/წმ. ასეთივე განაწილებით ხასიათდება მყარი ჩამონადენიც, რომელიც მერყეობს 0.204 კგ/წმდან 240 კგ/წმმდე. ჯამური კი შეადგენს 515 ან 265 კგ/წმ (მდ. ჭოროხის გათვალისწინებით ან მის გარეშე). მიღებულ შედეგებზე ძალიან დიდ გავლენას ახდენს დიდი და საშუალო მდინარეების რიონის, ჭოროხის, კოდორისა და ენგურის ფართობების, თხევადი და მყარი ჩამონადენის ჯამური სიდიდეები, რომლებიც შეადგენენ შესაბამისად 90%, 80% და 96%ს.

მარტო იმ 35 მდინარეთა სისტემიდან, რომლებიც უშუალოდ უერთდებიან შავ ზღვას, ზემოთ მოყვანილი 4 მდინარის წილზე მოდის მათ წყალშემკრებთა მთლიანი ფართობიდან თხევადი და მყარი ჩამონადენის 8090%. ამრიგად, ეს ოთხი მდინარე, სხვა პატარა მდინარეების ხარჯის გათვალისწინების გარეშე, განსაზღვრავს თხევადი და მყარი ჩამონადენის ცვალებადობის ხასიათს, მათ რაოდენობრივ სიდიდეებს 10%მდე სიზუსტით.

ცხრ.1ში მოყვანილი მონაცემებიდან მეტად საინტერესოა თხევადი და მყარი ჩამონადენის ურთიერთკავშირი, რომელიც წარმოდგენილია ნახ.2ზე წლისა და სეზონების მიხედვით, რაც გვაძლევს საშუალებას გამოვითვალოთ წლიური და სეზონური მყარი ჩამონადენი დასავლეთ საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე და შევაფასოთ მყარი ჩამონადენის დინამიკა.

4 დიდი მდინარის მონაცემების საფუძველზე 1962 წლის დონეზე თხევადი და მყარი ჩამონადენის ჯამური სიდიდე შეადგენს შესაბამისად 1070 მ³/წმ და 523 კგ/წმ. კერძოდ, 1 მ³/წმ თხევადი ჩამონადენი შეიცავს 0.49 კგ/წმ მყარ ჩამონატანს. 1970, 1975, 1980, 1985 და 1999 წლების დონეებისათვის მივიღებთ შესაბამისად თხევადი და მყარი ჩამონადენის მნიშვნელობებს 1036 მ³/წმ და 515 კგ/წმ, 1126 მ³/წმ და 511 კგ/წმ, 1142 მ³/წმ და 532 კგ/წმ, 1186 მ³/წმ და 495 კგ/წმ, 1237 მ³/წმ და 608 კგ/წმ. როგორც ჩანს, თხევადი და მყარი ჩამონადენის ნორმების ცვლილება წრფივი დამოკიდებულების ხასიათს ატარებს. მაგრამ, მყარი ჩამონადენის დინამიკა 1985 და 1990 წლების დონეებზე დარღვეულია. ეს აიხსნება გაზომვების ცდომილებით, საგუშაგოების გადაადგილებით, წყალსაცავების აშენებით, კარიერების მოწყობით და სხვა. მაგრამ, ეჭვს არ იწვევს ის ცვლილებები, რომლებსაც ადგილი ჰქონდა კვეთისათვის მდ. რიონი ს. საკოჩაკიძე, სადაც 1983 და 1985 წლებში წყლის მყარი ხარჯები შეადგენდა შესაბამისად 150 მ³/წმ და 150 კგ/წმ, მაშინ, როდესაც ქ. ფოთთან (სადაც მდ. რიონს არცერთი შენაკადი არა აქვს) ჩამონადენი აღმოჩნდა შესაბამისად 247 მ³/წმ და 210 კგ/წმ, ე.ი. თითქმის 1.416ჯერ მეტი. რატომ იქნა მიღებული მეტობა გაუგებარია.

ამრიგად, 4 დიდი მდინარის წლიური ჯამური მყარი ჩამონადენი შეადგენს 575 კგ/წმ, ანუ 18.1 მლნ. ტონას წელიწადში მათი 31.4 კმ³ წყლიანობის დროს. გ.ხმალაძის მონაცემებით, თითქმის იგივე წყლიანობისას დროს (30.9 კმ³), მყარი ჩამონადენი ცოტათი მეტი აღმოჩნდა და შეადგინა 21.9 მლნ. ტონა. მაღავერდაშვილის მონაცემების თანახმად, 29.1 კმ³ წყლიანობის შემთხვევაში ცხრ.2 მყარი ჩამონადენი შეადგენს 16.0 მლნ. ტონას.

ცხრ.2ის თანახმად, თხევადი და მყარი ჩამონადენის დაღვნილი ცდომილებები ნაკლებია დასაშვებ სიდიდეებზე. ამიტომ, მიღებული შედეგები შეიძლება გამოყენებულ იქნას პრაქტიკაში.

ცხრილი 2 თხევადი და მყარი ჩამონადენის მახასიათებლები სხვადასხვა ავტორების შეფასებათა მიხედვით

მახასიათებელი	გ.ხმალაძე [5]		მაღავერ- დაშვილი და სხვ. [1]	მოცემული შრომის ავ- ტორები
	1962	1971	1987	1990
წყლის ხარჯი, კმ ³ /წმ	29.6	30.1	29.1	31.4
ცდომილება, % 1990 წდან	5.7	1.6	7.3	
მყარი ხარჯი, მლნ.ტ.	18.8	21.9	16	18.1
ცდომილება, %	3.9	17.3	13.1	

ლიტერატურა – REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. Алавердашвили М.Ш.,Кочиашвили Д.П.,Хмаладзе О.Г. Материалы Республиканской научной конф., посвященной 70летию ТГУ,1988,с.2632.
2. Водные ресурсы Закавказья. Под редакцией Г.Г.Сванидзе и В.Ш.Цомая. Л., Гидрометеиздат, 1988,264 с.
3. Гвелесиани Л.Г.,Шмельцель Н.П. Заиление водохранилищ. М., «Энергия»,1968, 86 с.
4. Сванидзе Г.Г. «Водохозяйственный кадастр СССР, Методика составления» Изд.АН СССР,М.,1956 с.132144.
5. Хмаладзе Г.Н. Выносы наносов реками Черноморского побережья Кавказа. Л., Гидрометеиздат, 1978,167 с.
6. Халатян О.Н. «Метеорология и гидрология», 1970, №8,с.7679.
7. Херхеулидзе Г.Н. Тр.ЗакНИГМИ,вып.30(35), Л., Гидрометеиздат, 1969, с.7987.
8. Херхеулидзе И.И.,Рухадзе Н.В. Сб.»Движение наносов в открытых руслах». М.,Изд.»Наука»,1970,с.135143.

უკ 556.5

განახლებული მონაცემები დასავლეთ საქართველოს მდინარეების მყარ ჩამონადენზე. /ლ.ქიტიაშვილი, ლ.სანებლიძე, გ.სტეილია/. შპის

შრომათა კრებული. – 2001. – ტ. 106. – გვ.112-119. – ქართ.; რეზ.ქართ., ინგლ., რუს.

აღნიშნულია, რომ დასავლეთ საქართველოს მდინარეები იმყოფებიან რთული ბუნებრივი და ანთროპოგენური ფაქტორების უფრო მეტი ზეგავლენის ქვეშ, ვიდრე აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეები. შეინიშნება დიდი ცვლილებები კონტინენტურ მეჩქვზე, ზღვის სანაპირო ხაზის გადარეცხვაში, ნატანის აკუმულაციაში, აუზების ტყიანობაში და სხვ. ამ პროცესების მეტე შედეგების შემარბილებელ ღონისძიებათა დასადგენად შემუშავებულია სხვადასხვა მეთოდები მდინარეების ნატანის შესწავლის მიზნით. ჩატარდა მასალების დამუშავება მდინარეების ნატანის შესაფასებლად, გამოთვლილია მყარი და თხევადი ჩამონადენი დაკვირვების დაწყებიდან 1960, 1970, 1975, 1980 და 1990 წლებამდე. ჩატარებულია მათი შედარება გამოთვლილ მახასიათებლებთან, რომლებიც მიღებულია ადრეულ წლებში სხვადასხვა მკვლევარების მიერ. მყარი ჩამონადენის დინამიკამ და შედარებამ გვიჩვენა, რომ შეიმჩნევა ჯამური მყარი ჩამონადენის შემცირება, მაგრამ, ეს შემცირება უმნიშვნელოა და არ აღემატება გაზომვებისა და გაანგარიშების დასაშვებ სიზუსტეს. ილ.1, ცხრ.2, ლიტ.დას.8.

UDC 556.5

Renewed data on solid runoff of rivers in Western Georgia. /L.Kitiashvili, L.Saneblidze, G.Stvilia/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2001. V.106. p.112-119. Georg.: Summ. Georg., Eng., Russ.

It has been noted that rivers of Western Georgia are more affected by complicated natural and anthropogenic factors than rivers of Eastern Georgia. Significant changes in marine shallow, washing out of sea coastal line, sediment accumulation and woodlands in a drainage basins have been observed. Various methods of investigation of runoff alluvium have been worked out to mitigate these dangerous consequences. Processing of data on runoff and alluvium for 11 rivers has been conducted and solid and water runoff have been calculated since the starting of observations till 1960, 1970, 1975, 1980, 1985 and 1990, comparing them with the characteristics established earlier by various investigators. Dynamics and comparison of the solid runoff showed the decrease of a total solid runoff, being within the error values of measurement and calculation. Fig.1, Tab.2, Ref.9.

УДК 556.5

Обновленные данные о твёрдом стоки наносов рек Западной Грузии. /Китиашвили Л.Р., Санеблидзе Л.М., Ствилиа Г.Г./ Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2001. – т.106. – с.112-119. – Груз.; рез. Груз., Англ., Русск.

Отмечается, что реки Западной Грузии находятся под более сильным воздействием природных и антропогенных факторов, чем реки Восточной Грузии. Наблюдаются большие изменения материковой отмели, размыва морской береговой линии, аккумуляции наносов, лесистости бассейнов и др. Для установления мероприятий по смягчению негативных последствий этих процессов разработаны разные методы изучения твёрдого стока. Проведена обработка материалов по стоку наносов для рек, подсчитаны их твердый и жидкий сток от начала наблюдений до 1960, 1970, 1975, 1980, 1985 и 1990 годов, а также проведены сравнения с расчетными характеристиками, установленными в ранние годы разными исследователями. Динамика и сравнения твердого стока показали, что наблюдается уменьшение общего твердого стока, но это уменьшение находится в пределах точности измерений и расчетов. Рис.1, таб.2, лит.8.

უკ 551.578.48

ლ.ქალღანი, მ.სალუქვაძე, ნ.კობახიძე

ზვავშემკრებების გავრცელების სიხშირე საქართველოს ტერიტორიაზე

ზვავშემკრებების გავრცელების სიხშირის დადგენას გარკვეული მეცნიერული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. ამავე დროს, ზვავსაშიშროების ხარისხის მიხედვით ტერიტორიის დარაიონებისას ამ პარამეტრის, როგორცერთი ძირითადი რაოდენობრივი მახასიათებლის, თავისებურებების გათვალისწინება აუცილებელია.

ზვავშემკრებების სიხშირეში იგულისხმება ზვავშემკრებების რაოდენობა გრძივ კილომეტრზე [13, 6, 9] ან ფართობის ერთეულზე [5, 7, 8]. ზვავშემკრებების რაოდენობა გრძივ კილომეტრზე კარგად გამოხატავს ზვავშემკრებების გავრცელების თავისებურებას მდინარეების ხეობების, სარკინიგზო და საავტომობილო გზების, ელექტროგადამცემი და კავშირგაბმულობის ხაზების გასწვრივ, მაგრამ, ვერ იძლევა ზვავშემკრებების ტერიტორიული გავრცელების რეალურ სურათს. გრძივ კილომეტრზე ზვავშემკრებების რაოდენობის დადგენის დროს მხედველობაში მიიღება მხოლოდ ისინი, რომლებიც აღწევენ მდინარეთა ხეობის ძირამდე (კალაპოტამდე). ჰევეთენ სარკინიგზო და საავტომობილო გზებს, ელექტროგადამცემ და კავშირგაბმულობის ხაზებს, ხოლო იქვე ახლომდებარე ზვავშემკრებები ყურადღების მიღმარჩება. ამასთანავე, ერთსა და იმავე რაიონში, სხვადასხვა მიმართულებით, ზვავშემკრებების სიხშირე მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისაგან. მოცემულ უბანზე ზვავშემკრებების რაოდენობის განსაზღვრა გრძივ კილომეტრზე არ იძლევა საშუალებას დადგენილი იქნას დიდი ტერიტორიისათვის ზვავშემკრებების გავრცელების რეალური სურათი, მიღებული შედეგების განზოგადოებით. გარდა ამისა, ზვავსაშიშროების ხარისხის შეფასება ზვავშემკრებების რაოდენობით გრძივ კილომეტრზე ნაკლებად გამოსადეგია პრაქტიკაში გამოსაყენებლად და სხვადასხვა ზვავსაშიშროების შედარებითი დახასიათებისათვის [2].

ზვავშემკრებების ტერიტორიალური განაწილების შესასწავლად შეიძლება გამოდგეს ზვავშემკრებების სიხშირის ფართობრივი მახასიათებელი, კერძოდ, ზვავშემკრებების რაოდენობა ფართობის ერთეულზე. იგი საშუალებას იძლევა შევადგინოთ ზვავშემკრებების სივრცითი განაწილების რუკა, სადაც გამოყოფილი იქნება მათი გავრცელების სხვადასხვა სიხშირის რაიონები.

ტერიტორიის დახასიათება ზვავშემკრებების გავრცელების სიხშირით წარმოდგენილია ს.მიაგკოვის შრომაში [7], სადაც გათვალისწინებულია მხოლოდ ხევის ის ზვავშემკრებები, რომლებშიც ზვავები ყოველწლიურად წარმოიქმნება, ხოლო სპორადული ზვავების ზვავშემკრებები მხედველობაში არაა მიღებული. ამის გამო ნაშრომში მოყვანილი ზვავშემკრებების სიხშირე რეალურზე ნაკლებია. ზვავშემკრებების სიხშირის თავისებურებათა გამოვლენის დროს მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული მათი ყველა მორფოლოგიური ტიპი. აჭარაიმურეთის მთიანი სისტემისა და სვანეთის ტერიტორიაზე ამ საკითხის შესწავლას ეძღვნება ლ.ქაღდანის შრომები [4, 5].

საქართველოს ტერიტორიაზე ზვავშემკრებების სიხშირის თავისებურების გამოსავლენად გამოყენებული იქნა საველე კვლევის დროს მოპოვებული ცნობები, საარქივო და აეროფოტოგადაღების მასალები, საშუალო და მსხვილმასშტაბიანი რუკები.

დაბალმთიანი უტყეო ან მხოლოდ ფოთლოვანი ტყით დაფარული რაიონებისათვის ზვავშემკრებებისა და მათი გავრცელების საზღვრების დასადგენად აუცილებელია საველესადიებო სამუშაოების ჩატარება. ამ რაიონებისათვის ძირითადად სპორადული ზვავებია დამახასიათებელი და მათი გავრცელების საზღვრის დადგენა, იშვიათი განმეორადობის გამო, მხოლოდ მსხვილმასშტაბიანი რუკებისა და აეროფოტოგადაღების მასალების გამოყენებით, თითქმის შეუძლებელია.

საშუალომთიანი რაიონებისათვის, რომლებიც ძირითადად ხშირი, წიწვოვანი ან შერეული ტყითაა დაფარული, ზვავშემკრებების სიხშირის განსაზღვრის დროს, გარდა საველე სამუშაოების შედეგად მოპოვებული მასალებისა, ფართოდ გამოვიყენეთ აეროფოტოგადაღების მასალებიც. აქ ძირითადად სისტემატური ზვავებია გავრცელებული. მათი კვალი ადგილობრივ ლანდშაფტში კარგად არის შენარჩუნებული და ნათლად ჩანს აეროფოტოგადაღების მასალების დემიფირირების დროს. გეობოტანიკური მახასიათებლების გათვალისწინება საშუალებას იძლევა ზუსტად დადგინდეს ზვავშემკრებების გავრცელების საზღვრები და, ამრიგად, მათი სიხშირეც.

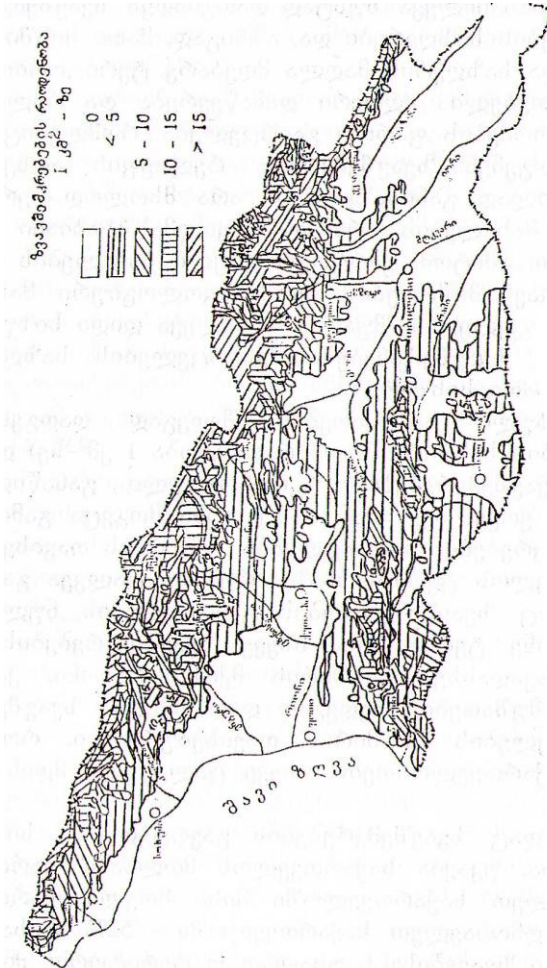
ტყის ზედა საზღვრის მაღლა მდებარე ტერიტორიისათვის დამახასიათებელია ძლიერი დანაწევრება და რელიეფის ეროზიული ფორმების ფართო გავრცელება, რომლებიც თვითონ წარმოადგენენ ზვავშემკრებს. რელიეფის არსებული ფორმები ადვილად განისაზღვრება არა მხოლოდ აეროფოტოგადაღების მასალების, არამედ მსხვილმასშტაბიანი რუკების ანალიზით. ამიტომ, კარტოგრაფიული მასალების გამოყენება და ზვავსაშიშროების გეომორფოლოგიური მახასიათებლების გამოკვლევა საშუალებას იძლევა დიდი სიზუსტით განვსაზღვროთ ზვავშემკრებების გავრცელების საზღვრები და, ამრიგად, მათი სიხშირეც.

ჩატარებული სამუშაოების შედეგად დადგენილია ზვავშემკრებების სიხშირე (მათი რაოდენობა 1 კმ²ზე) და შედგენილია ზვავშემკრებების ტერიტორიული განაწილების რუკა (ნახ. 1). ყოველივე ამან საშუალება მოგვცა გამოგვევლინა ზვავშემკრებების გავრცელების სიხშირის თავისებურებები საქართველოს ტერიტორიაზე. რუკაზე ცალკეა გამოყოფილი როგორც ზვავშემკრებების გავრცელების ნულოვანი სიხშირის მქონე ტერიტორია, ასევე ზვავშემკრებების გავრცელების სხვადასხვა სიხშირის მქონე რაიონი. კარტოგრაფიული სამუშაოების შედეგად დადგენილია ზვავშემკრებების გავრცელების სიხშირის თავისებურებანი, როგორც მთლიანად საქართველოსთვის, ასევე ცალკეული მდინარეთა აუზებისათვის.

რაიონს, სადაც ზვავშემკრებების გავრცელების სიხშირე ნულის ტოლია, უკავია საქართველოს მთლიანი ფართობის 43% დასავლეთ საქართველოში მისი მთელი ფართობის 32%, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში 52%. დასავლეთ საქართველოში ზვავებისგან უსაფრთხო ტერიტორია ძირითადად მოიცავს კოლხეთის დაბლობის მიმდებარე რაიონებს და შავი ზღვისპირა ვიწრო ზოლს აფხაზეთსა და აჭარაში, აღმოსავლეთ საქართველოში კი შიდა ქართლის, ქვემო ქართლის და ალაზნის ვაკეებს, ახალციხისა და წალკის ქვაბულებს, აგრეთვე იორისა და ჯავახეთის ზეგნების უმეტეს ნაწილს.

რაიონს, სადაც ზვავშემკრებების გავრცელების სიხშირე 1 კმ²ზე ნაკლებია 5ზე, უკავია საქართველოს მთლიანი ფართობის 29% (დასავლეთ საქართველოში მისი მთლიანი ფართობის 30%, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში — 27%). ზვავსაშიშ რაიონებს განსაკუთრებით დიდი ფართობი (აუზის მთლიანი ფართობის 3641%) უკავიათ იმ მდინარეთა (ჭოროხი, რიონი, მტკვარი) აუზებში, რომელთა მნიშვნელოვანი ნაწილი ან მდებარეობს დაბალმთიან ზონაში, ან დაფარულია ხშირი ტყის საფარით. ზვავსაშიშ რაიონს შედარებით მცირე ტერიტორია (მთლიანი ფართობის 1017%) უჭირავს იმ მდინარეთა აუზებში, რომელთა უმეტესი ნაწილი მდებარეობს საშუალო და მაღალმთიან ზონებში (ენგური), ან რომელთა ტერიტორიის უმეტესი ნაწილი არაზვავსაშიშია (იორი, ხობი, ალაზანი).

რაიონს, სადაც ზვავშემკრებების სიხშირე 1 კმ²ზე არის 510, შედარებით დიდი ფართობი (2953%) უჭირავს იმ მდინარეთა აუზებში, რომელთა ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ნაწილი მდებარეობს საშუალომთიან ზონაში და დაფარულია ხშირი ტყის საფარით (კოდორი, ჭოროხი, ბზიფი). ზვავსაშიშ რაიონს შედარებით მცირე ფართობი (410%) უკავია იმ მდინარეთა აუზებში, რომელთა ტერიტორია არ გამოირჩევა დიდი ზვავაქტიურობით (იორი, ხრამი, ხობი).



ნახ.1 ზეგუმეკრების გაგრცელების სიხშირის რუკა

ზეგუმეკრების გაგრცელების დიდი სიხშირე (1015 ზეგუმეკრები 1 კმ²ზე) ხასიათდება საქართველოს მთლიანი ფართობის მხოლოდ 10% (დასავლეთ საქართველოს რეგიონის მთლიანი ფართობის 13%, აღმოსავლეთ საქართველოს — 8%). ასეთი სიხშირე დამახასიათებელია ძირითადად უტყეო ან მეჩხერტყიანი ციცაბო ფერდობებისათვის, რომლებიც, ძირითადად, მდებარეობენ ალპურ და სუბალპურ ზონებში. ამ რაიონს განსაკუთრებით დიდი ფართობი (აუხის 2037%) უჭირავს იმ მდინარეთა (თერგი, ასა, არღუნი, პირიქითა ალაზანი, თუშეთის ალაზანი, არაგვი, ენგური, ცხენისწყალი, კოდორი, ბზიფი) აუზებში, რომელთა სათავე განლაგებულია კავკასიონის მთავარი ქე-

დის (განსაკუთრებით მისი ცენტრალური ნაწილის) მიმდებარე ფერდობებზე. დანარჩენ მდინარეთა აუზებში ზვავსაშიში რაიონის ფართობი არ აღემატება მათი მთლიანი ფართობის 211%ს.

სუბალპურ და ალპური ზონების მნიშვნელოვან ნაწილზე ზვავშემკრებების გავრცელების სიხშირე 1 კმ²ზე აღემატება 15ს და ცალკეულ მაღალმთიან, უტყეო, ძლიერ დანაწევრებულ ფერდობებზე აღწევს 1820ს. ზვავსაშიში რაიონს განსაკუთრებით დიდი ტერიტორია უკავია კავკასიონის მთავარი ქედისა და სვანეთის ქედის თხემების მიმდებარე მაღალმთიან ფერდობებზე, მნიშვნელოვანი ტერიტორია — კოდორის, ლეჩხუმის და მესხეთის ქედების ფერდობებზე.

ლიტერატურა– REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. Акифьева К.В.,Дзюба В.В.,Кондакова Н.Л. и др. Особенности процессов лавинообразования в горах влажносубтропической зоны Западного Закавказья (Аджария).Вестник МГУ,сер.Географ.,№2,1977,с.7886.
2. Залиханов М.Ч. Распределение лавин на Большом Кавказе. Тр. ВГИ, вып.30, 1975,с.9098.
3. Залиханов М.Ч.,Усатиков Н.И.,Подрезов Н.И. К вопросу о лавинной опасности в районе ЧеченоИнгушетии.Тр.ВГИ,вып.18,1972,с.84101.
4. Калдани Л.А. Лавинная опасность Верхней Сванетии. Тр.ЗакНИИ, вып.88(98), 1988,с.89112.
5. Калдани Л.А. Густота снежных лавин на территории АджароИмеретинскогй горной системы. Тр.ЗакНИИ, вып.68(74),1979,с.6872.
6. Канаев Л.А. К количественной оценке лавинообразования в Западном ТяньШане. Тр.САНИГМИ, вып.63(78),1972,с.4147.
7. Мягков С.М. Аккумулятивные лавинные формы рельефа в Хибинах и пути использования их характеристик для определения границ лавиноопасных зон. В кн. Снег и лавины Хибин.МГУ,1967,с.94102
8. Рунич А.В. Опыт количественной оценки лавинной опасности. Тр.ВГИ, вып.30, 1975,с.5164.
9. Цомаев В.Ш., Абдушелишвили К.Л. Лавиноопасные районы Закавказья и Дагестанской АССР. Тр.ЗакНИИ, вып.30(36),1969,с.38.

უკა 551.578.48

ზვავშემკრებების გავრცელების სიხშირე საქართველოს ტერიტორიაზე. /ლ. ქაღდანი, მ.სალუქვაძე, ნ.კობახიძე/. შპის შრომათა კრებული. – 2001. – ტ. 106. –გვ.120-125. –ქართ.; რეზ.ქართ.,ინგლ.,რუს.

საველე გამოკვლევების მასალების, ლიტერატურული და სარქივო წყაროების, აგრეთვე საშუალომასშტაბიანი და მსხვილმასშტაბიანი რუკების ანალიზის საფუძველზე დადგენილია ზვავშემკრებების გავრცელების სიხშირე საქართველოს ტერიტორიაზე და შედგენილია შესაბამისი რუკა. საქართველოს ზვავსაშიში

ტერიტორიაზე გამოყოფილია რაიონები, სადაც ზედაშემკრებების სიხშირე 1 კმ²-ზე არის: 5ზე ნაკლები, 510 და 1015ის საზღვრებში, 15ზე მეტი/ თითოულ რაიონს, შესაბამისად, საკვლევი ტერიტორიის 29, 12, 10 და 6% უკავია. ილ.1,ლიტ.დას.9.

UDC 551.578.48

Density of spreading of avalanche collectors on the territory of Georgia./L. Kaldani, M. Salukvadze, N. Kobakhidze/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2001.V.106.p.120-125.Georg.: Summ.Georg., Eng., Russ.

The density of avalanche collectors has been determined over the territory of Georgia and a corresponding map has been drawn on the basis of the materials of field observations, literary and archive sources, along with medium and large – scale maps, as well. The areas of less than 5, 510, 1015 and over 15 avalanche collectors over a square kilometer have been separated over the avalanche dangerous territory. Each of them occupies 29, 12, 10 and 6% of the territory under investigation, respectively.Fig.1,Ref.9.

УДК 551.578.48

Густота распространения лавиносборов на территории Грузии. /Калдани Л.А., Салуквадзе М.Е., Кобахидзе Н.Ш./ Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2001. – т.106. – с.120-125. – Груз.; рез. Груз.,Анг.,Русск.

На основе анализа материалов полевых исследований, литературных и архивных источников, а также среднемасштабных и крупномасштабных карт установлена густота лавиносборов на территории Грузии и составлена соответствующая карта. На лавиноопасной территории выделены районы с густотой: менее 5, от 5 до 10, от 10 до 15, более 15 лавиносборов на 1 км². Каждый из районов занимает соответственно 29, 12, 10 и 6% изучаемой территории.Рис.1,лит.9.

უაკ 626.8 : 631.4

ი.გელაძე, ნ.დევედარიანი, ს.კოპაძე,

გ.ჩიკვაძე, ო.შველიძე

**აღმოსავლეთ საქართველოს სარწყავ მიწებზე ნიადაგის
ოპტიმალური ტენიანობის დადგენა ძირითად სასოფლო
სამეურნეო კულტურათა ზრდაბანვითარების სხვადასხვა პერიოდისათვის**

მელიორაციის ერთერთ ძირითად ამოცანას შეადგენს ნიადაგში წყლისა და ჰაერის რეჟიმის რეგულირება მცენარის მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად. წყლის იმ რაოდენობას, რომელიც ნიადაგში ქმნის ტენისა და ჰაერის ისეთ თანაფარდობას, რომელიც საუკეთესოა მცენარის ზრდისა და განვითარებისათვის, ოპტიმალურს უწოდებენ. მას გააჩნია თავისი ზედა და ქვედა საზღვარი.

ყველა ნიადაგისა და მცენარისათვის ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობის ზედა საზღვრად მიჩნეულია ტენის სიდიდე, რომელიც ტოლია ნიადაგში ზღვრული წყალტევადობისა, ანუ წყლის იმ მაქსიმალური რაოდენობისა, რომელსაც ნიადაგი სტატიკურ, უძრავ მდგომარეობაში დააკავებს და რომელიც არ ჩაედინება ღრმა ფენებში [2,3]. ზღვრულ წყალტევადობაზე მეტი რაოდენობით მიწოდებული წყალი უკვე არ ჩერდება მოცემულ ფენებში და თავისი სიმძიმის ძალის ზეგავლენით ქვემოთ ჩაედინება. ზღვრულ წყალტევადობას მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს სამელიორაციო გაანგარიშებისათვის. იგი საფუძვლად უდევს რწყვის რეჟიმის რეგულირებას [1,2,3]. ნიადაგის ზღვრული წყალტევადობა შედარებით სტაბილური სიდიდეა და მისი მნიშვნელობა დამოკიდებულია ნიადაგის მექანიკურ შემადგენლობაზე, მის სიმკვრივეზე, სტრუქტურაზე, ნიადაგში მარილებისა და ჰუმუსის რაოდენობაზე და ა.შ. რაც უფრო ახლოსაა ნიადაგის ტენიანობის სიდიდე ზღვრული წყალტევადობის მნიშვნელობასთან, მით უფრო ადვილად ითვისებს ნიადაგში არსებულ წყალს მცენარის ფესვთა სისტემა. ტენიანობის შემცირებასთან ერთად მცირდება ფესვთა სისტემის მიერ წყლის შეთვისება და ბოლოს ეს პროცესი ფაქტიურად წყდება, რასაც მცენარის დაღუპვა მოჰყვება.

ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობის ქვედა საზღვრის სიდიდე დამოკიდებულია ისეთ ფაქტორებზე, როგორცაა მცენარის სახეობა, მისი ვეგეტაციის ფაზთაშორისო პერიოდები, ნიადაგის ფიზიკური თვისებები, მათ შორის მისი სინოტივის მახასიათებლები, და ა.შ. ეს სიდიდე შეიძლება დადგენილ იქნას როგორც თეორიული, ასევე ექსპერიმენტული გზით. მოცემულ ნაშრომში ნიადაგის ოპტიმალური ტენი-

ანობის ქვედა საზღვრის დასადგენად გამოყენებულ იქნა ა.რ.კონსტანტინოვის მეთოდი [13], რამაც საშუალება მოგვცა შეგვეფასებინა ზოგიერთი სასოფლოსამეურნეო კულტურისათვის, რამდენიმე აგრომეტსადგურის მონაცემების საფუძველზე, ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობის ქვედა საზღვარი. შემდგომში შეგროვილი იქნა დაკვირვების მთელი არსებული მასალა და აღნიშნული მეთოდიკის გამოყენებით აღმოსავლეთ საქართველოში წარმოებული ცხრა ძირითადი სასოფლოსამეურნეო კულტურისათვის (საშემოდგომო ხორბალი და ქერი, ხეხილი, ვაზი, სიმინდი, თამბაქო, კარტოფილი, შაქრის ჭარხალი, მხესუმჭირა და პაომიდორი), მათი ვეგეტაციის ცალკეული პერიოდისათვის, აღნიშნულ ტერიტორიაზე არსებულ აგრომეტსოსადგურებზე დაგროვილი მეტეოროლოგიური მონაცემების საფუძველზე აგებულ იქნა წყალმოთხოვნილების მრუდები და დადგენილ იქნა ოპტიმალური ტენიანობის საზღვრები. მცენარის წყალმოთხოვნილების მრუდები ერთმანეთთან აკავშირებს ნიადაგის ზედაპირიდან ჯამური აორთქლების სიდიდეს და ნიადაგის ტენიანობას მოცემული აორთქლებადობის პირობებში. მაქსიმალური წყალმოთხოვნილების არსებობა გვიჩვენებს, რომ ნიადაგში ტენიანობა ოპტიმალურია და სხვა პირობებიც საუკეთესოა მცენარის ნორმალური ზრდისა და განვითარებისათვის. მიღებული მრუდების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ნებისმიერი სასოფლოსამეურნეო კულტურებით დაკავებული ფართობებიდან ჯამური აორთქლების სიდიდე მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს არა ნიადაგის ზღვრული წყალტევადობის დროს, არამედ მაშინ, როცა ნიადაგის ტენიანობის სიდიდე ზღვრული წყალტევადობის 9397%ს შეადგენს. როგორც ჩანს, ნიადაგის ზღვრული წყალტევადობის ზედა ზღვრამდე გატენიანების დროს ზედმეტი ტენით მცენარე შეწუხებულია, რაც იწვევს ტრანსპირაციის შემცირებას, რის ხარჯზეც მცირდება ჯამური აორთქლება. აღნიშნულის საფუძველზე აღმოსავლეთ საქართველოს პირობებში ნებისმიერი სასოფლოსამეურნეო კულტურისათვის ოპტიმალური ტენიანობის ზედა საზღვრად აღებულ იქნა ნიადაგის ტენიანობის სიდიდე და ტოლია ზღვრული წყალტევადობის 95%ისა.

მცენარის წყალმოთხოვნილების შემცირება იწვევს მოსავლის შემცირებას. მეცნიერების მიერ დადგენილ იქნა [1], რომ წყალმოთხოვნილების 1020%-ით შემცირება ყველაზე საპასუხისმგებლო ფაზთაშორის პერიოდებში იწვევს მოსავლის 2040%-ით შემცირებას. აღნიშნულის გათვალისწინებით, წყალმოთხოვნილების მრუდების დახმარებით, დადგენილ იქნა ოპტიმალური ტენიანობის ქვედა საზღვრები ძირითადი სასოფლოსამეურნეო კულტურებისათვის მათი განვითარების სხვადასხვა პერიოდებში.

გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ საშემოდგომო ხორბლისათვის (ქერი) ვეგეტაციის პირველ ფაზათშორის პერიოდში (აღმოსავლეთ ვეგეტაციის შეწყვეტა), რომელიც აღმოსავლეთ საქართველოში XXI თვეზე მოდის, ოპტიმალური ტენიანობის ქვედა საზღვარი ვეგეტაციის სხვა პერიოდებთან შედარებით დაბალია და, როგორც წესი, ნიადაგის ზღვრული წყალტევადობის 6065%-ს შეადგენს. მაგრამ, ამ პერიოდში გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს არა ნიადაგის ტენიანობას მთელ აქტიურ ფენაში (070 სმ), არამედ სახნავ ფენაში. როგორც მეცნიერთა გამოკვლევებმა აჩვენეს, ხორბალი (ქერი) თავისი აღმოსავლეთისა და ზრდაგანვითარებისათვის სახნავ ფენაში წყლის საკმარის მარაგს დათესვისთანავე საჭიროებს. კერძოდ, ითვლება, რომ პირობები ოპტიმალურია, თუ სახნავ ფენაში ნიადაგის ტენიანობის სიდიდე ახლოს არის ზღვრულ წყალტევადობასთან და კარგია, თუ იგი 25 მმზე ნაკლები არაა.

აღმოსავლეთ საქართველოში ნიადაგის ტენიანობაზე (საშემოდგომო ხორბლითა და ქერით დაკავებულ ფართობებზე) დაკვირვებები სხვადასხვა დროს თხუთმეტ აგრომეტეოსადგურზე წარმოებდა და მათგან შვიდი მდებარეობს მდ. მტკვრის აუზში, ხუთი მდ. ალაზნისა და თითოთითო მდინარეების ალგეთისა და არაგვის აუზებში. დაკვირვებათა მასალის ანალიზმა აჩვენა, რომ მდინარე ალაზნის აუზის მარცხენა სანაპიროზე თესვის წინ ნიადაგის 50 სმ სიღრმის ფენაში, პროდუქტიული ტენის მარაგი 67 მმდან 120 მმმდე, ხოლო სახნავ ფენაში 26 მმდან 53 მმმდე აღწევს, რაც სავსებით საკმარისია თესლის გაღვივებისა და აღმოსავლეთისათვის. საწინააღმდეგო სურათია საკვლევი ტერიტორიის დანარჩენ რაიონებში. აქ პროდუქტიული ტენის მარაგი სახნავ ფენაში 2დან 35 მმმდე მერყეობს და, უმუეტეს შემთხვევაში იგი 20 მმზე მცირეა.

ვეგეტაციის განახლებისათვის, რომელიც, როგორც წესი, საკვლევ ტერიტორიაზე მარტის თვეზე მოდის, ნიადაგის აქტიურ ფენაში ოპტიმალური ტენიანობის ქვედა საზღვარი იგივე რჩება, რაც იყო ვეგეტაციის წინა პერიოდში, ან ოდნავ მატულობს, მაგრამ, მცენარე დათავთავებამდე განსაკუთრებით მგრძობიარეა სახნავ ფენაში არსებულ წყლის რაოდენობის მიმართ. ამ ფენის გაშრობა მაშინაც კი, როცა ნიადაგის აქტიურ ფენაში ტენიანობის სიდიდე ოპტიმალურ ფარგლებშია, უარყოფით ზეგავლენას ახდენს მოსავლიანობაზე და საგრძობლად ამცირებს მას.

ოპტიმალური ტენის ქვედა საზღვარი თავის მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს აპრილმაისში. ამ თვეში მოდის ფაზათშორისო პერიოდი: დეროს გამოღებადათავთავებაცევილობა. ბოლო ფაზათშორისო პერიოდში რძისებური სიმწიფემოსავლის აღება ოპტიმალური ტენი-

ანობის ქვედა საზღვარი ისევ მცირდება და ივნისში მისი სიდიდე ნიადაგის ზღვრული წყალტევადობის 6065%-ს შეადგენს.

ვაზისთვის ნიადაგის აქტიურ ფენაში (0–100 სმ) ვეგეტაციის დასაწყისში, რომელიც საკვლევ ტერიტორიაზე, როგორც წესი, მარტის თვეზე მოდის, ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობის ქვედა საზღვრის სიდიდე 212 მმ-დან 273 მმ-დე იცვლება, რაც ზღვრული წყალტევადობის 6065%-ს შეადგენს. შემდგომ ფაზათაშორისო პერიოდებში მისი მნიშვნელობა იზრდება და გაზაფხულის ბოლოს ზაფხულის დასაწყისში, როცა ვაზი ყვავილობას იწყებს, მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს. ეს იმის მაჩვენებელია, რომ ყვავილობის დასაწყისიდან მცენარის მოთხოვნილება წყალზე მკვეთრად იზრდება. ნაყოფის სიმწიფის დასაწყისიდან ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობის ქვედა საზღვარი ისევ მცირდება და უახლოვდება იმ მნიშვნელობას, რომელიც მას ჰქონდა ვეგეტაციის დასაწყისში.

აღმოსავლეთ საქართველოში ნიადაგის ტენიანობა ვაზის ქვეშ სხვადასხვა დროს ათ აგრომეტეოსადგურზე იზომებოდა. ამ სადგურებიდან ხუთი მდ.ალაზნის აუზში მდებარეობს, სამი მდ. მტკვრის აუზში, ხოლო თითოთითო მდინარეების ივრისა და მაშავერას აუზებში. მდ. ალაზნის აუზში მდებარე ხუთი აგრომეტეოსადგურიდან ერთი მარცხენა სანაპიროს ტერიტორიაზეა (ყვარელი), ხოლო ოთხი მარჯვენა სანაპიროზეა (თელავი, გურჯაანი, წნორი, ალაზანი). ყვარლის აგრომეტეოსადგურის მონაცემებით ვეგეტაციის პერიოდის დასაწყისში ვაზის ქვეშ პროდუქტიული ტენის მარაგი ნიადაგის აქტიურ ფენაში (0100) იცვლება საკმაოდ მცირე ინტერვალში: 204-დან 261 მმ-მდე, რაც შეადგენს ზღვრული წყალტევადობის 8095%-ს. ვეგეტაციის ამ პერიოდში ნიადაგში ტენის მაღალ დონეს ვაზისათვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს. მეცნიერები აღნიშნავენ [5], რომ თუ ვეგეტაციის პირველ პერიოდში (წვენთა მოძრაობის დასაწყისი ყვავილობის დასასრული) ვაზს ნიადაგში ჭარბად აქვს ტენი და მისი ზრდაგანვითარება ნორმალურად მიმდინარეობს, მაშინ ვეგეტაციის მეორე ნახევარში, გვალვის შემთხვევაშიაც კი, იგი საკმაოდ მაღალ მოსავალს იძლევა. ვეგეტაციის მომდევნო პერიოდებშიც (ნაყოფის ზრდა ნაყოფის სიმწიფის დასაწყისი) ნიადაგში პროდუქტიული ტენის სიდიდე, როგორც დაკვირვების მასალის ანალიზი აჩვენებს, საცხებით საკმარისია ვაზის ნორმალური ზრდაგანვითარებისათვის.

გაცილებით უარესი სიტუაციაა ალაზნის დაბლობის მარჯვენა სანაპიროზე. გურჯაანის, წნორის, ალაზნისა და თელავის აგრომეტეოსადგურების მონაცემებით ვაზის ქვეშ, ნიადაგის აქტიურ ფენაში, ტენის მარაგი საკმაოდ ხშირად (ორ წელიწადში ერთხელ მაინც) ვეგეტაციის სხვადასხვა პერიოდში ოპტიმალური ტენიანობის ქვედა საზღვარზე ნაკლებია. აღსანიშნავია, რომ ეს ზონა ირწყვება და ტენის

ნაკლებობა ნიადაგში მიუთითებს, რომ მორწყვის რეჟიმი ამ რაიონში დაზუსტებას მოითხოვს. დაახლოებით ასეთი, ან უფრო უარესი სურათია საკვლევი ტერიტორიის დანარჩენ რაიონებშიაც.

ადმოსავლეთ საქართველოში ხეხილის ნარგავების (ვაშლი, მსხალი) ქვეშ ნიადაგის ტენიანობაზე დაკვირვება წარმოებდა რვა აგრომეტეოსადგურზე. მათ შორის ოთხი მდებარეობს მდ. მტკვრის აუზში, თითოთითო მდინარეების არავის, დ. ლიახვის, ალგეთის და ალაზნის აუზებში. დაგროვილი მასალის ანალიზმა და გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ ვეგეტაციის დასაწყისში (კვირტების დაბერვა კვირტების გაშლა) ხეხილის ქვეშ ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობის ქვედა საზღვარი მძიმე თიხნარი ნიადაგებისთვის აქტიურ ფენაში (0100 სმ) 280 მმის ტოლია, ხოლო მსუბუქი ნიადაგებისათვის 188 მმია. ვეგეტაციის აქტიურ ფაზებში (კვირტების გაშლაყვავილობის დამთავრება) იგივე სიღიდე შესაბამისად 322 და 336 მმს აღწევს. ნიადაგის ტენიანობაზე დაკვირვების მასალის ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ნიადაგში პროდუქტიული ტენის რაოდენობა ოპტიმალური ტენიანობის ქვედა საზღვარზე ნაკლებია თითქმის ყოველ წელიწადს. განსაკუთრებით მძიმე მდგომარეობაა მეხილეობის მთავარ რაიონში შიდა ქართლის შუა ნაწილში (გორის რაიონი). აღსანიშნავია, რომ ეს რაიონი ირწყვება და ნიადაგის ტენიანობის არსებული რეჟიმი მიუთითებს იმაზე, რომ მორწყვის რეჟიმი მოითხოვს დაზუსტებას.

საკვლევ ტერიტორიაზე სიმინდის ქვეშ ნიადაგის ტენიანობაზე დაკვირვება წარმოებდა ექვს აგრომეტეოსადგურზე. თესვისა და აღმოცენების პერიოდში ნიადაგის აქტიურ ფენაში (070 სმ) ოპტიმალური ტენიანობის ქვედა საზღვარი არ აღემატება ზღვრული წყალტევადობის 6065%-ს. მაგრამ, როგორც საშემოდგომო პურეულის შემთხვევაში, სიმინდის დროული და თანაბარი აღმოცენებისათვის გადამწვევტი მნიშვნელობა აქვს ტენის მარაგს სახნავ ფენაში, რომელიც მეცნიერთა გამოკვლევების თანახმად 20 მმზე ნაკლები არ უნდა იყოს. ამ რაიონებში, ატმოსფერული ნალექების სიმცირის გამო, ეს პირობა დაცული არ იქნება. განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით ტენს მოითხოვს სიმინდი საგველების წარმოქმნის წინა პერიოდიდან მათი ყვავილობის დასრულებამდე და ტაროს გამოსახვამდე. ამ ფაზათაშორისო პერიოდში ოპტიმალური ტენიანობის ქვედა საზღვარი ნიადაგის აქტიურ ფენაში 148 მმდან 224 მმმდე იცვლება.

შაქრის ჭარხლის ვეგეტაციის პირველ პერიოდში თესვიდან პირველი წვეილი ფოთლის გაშლამდე, რომელიც აპრილის დასაწყისიდან მაისის პირველი დეკადის ბოლომდე გრძელდება, ოპტიმალური ტენიანობის ქვედა საზღვარი 178 მმდან 220 მმმდე იცვლება. მაგრამ, ამ პერიოდში მცენარის ზრდაგანვითარებისათვის გადამწვევტი მნიშვნელობა აქვს სახნავ ფენაში ტენის რაოდენობას. მას შემდეგ რაც

იწვება შაქრის ჭარხლის ფოთლების აქტიური ზრდა, მცენარის მოთხოვნილება ტენზე სწრაფად იზრდება და ეს პროცესი გრძელდება ძირხვევნების ზრდის დასაწყისამდე, რომელიც ივლისის პირველ რიცხვებს ემთხვევა. ამ ფაზათაშორის პერიოდში ოპტიმალური ტენიანობის ქვედა საზღვარი მძიმე შედგენილობის ნიადაგებში 266 მმმდე იზრდება. ძირხვევნების ზრდის დასაწყისიდან ვეგეტაციის ბოლომდე მცენარის მოთხოვნილება წყალზე ისევე მცირდება და აგვისტოს ბოლოს მინიმალურ მნიშვნელობას აღწევს.

კარტოფილის აღმოცენება, ასევე, დიდად არის დამოკიდებული სახნავ ფენაში ტენის რაოდენობაზე. თუ ამ ფენაში ტენიანობის სიდიდე ზღვრული წყალტევადობის სიდიდეს უახლოვდება, მაშინ მის აღმოცენებას სამ კვირამდე დრო სჭირდება. ნაკლები ტენის შემთხვევაში ეს პროცესი ერთ თვემდე გრძელდება და გვაღვიან წლებში პროცესი შეიძლება საერთოდ შეწყდეს. კარტოფილს განსაკუთრებით დიდი მოთხოვნა აქვს წყალზე ივნისივლისში, რადგან ამ თვეებს ემთხვევა მისი ფაზათაშორისო პერიოდი: საყვავილის წარმოქმნაყვავილობა. ამ პერიოდში ნიადაგის აქტიურ ფენაში (050 მმ) ოპტიმალური ტენიანობის ქვედა საზღვარი ზღვრული წყალტევადობის 7580%ს შეადგენს, რაც 180194 მმის ტოლია. მასიური ყვავილობის დამთავრების შემდეგ მცენარის მოთხოვნილება წყალზე მცირდება და ვეგეტაციის ბოლო პერიოდში, ისევე როგორც დასაწყისში, ოპტიმალური ტენიანობის ქვედა საზღვარი 103130 მმმდე ეცემა.

თამბაქოს განსაკუთრებით დიდი მოთხოვნილება აქვს წყალზე ყვავილობის დროს. ვეგეტაციის შემდგომ პერიოდში იგი შედარებით ადვილად იტანს ნიადაგის სიმშრადეს. დიდი რაოდენობით წყალს საჭიროებს იგი რგვის პერიოდში, როდესაც ხდება მისი ფესვების განვითარება. ამიტომ, ნიადაგის სახნავ ფენაში ამ პერიოდში ტენიანობის სიდიდე ზღვრული წყალტევადობის მნიშვნელობას უნდა უახლოვდებოდეს. ნიადაგის ტენიანობაზე დაკვირვების მასალის ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ლაგოდესში თამბაქოს ქვეშ ნიადაგის ტენის მარაგი ვეგეტაციის დასაწყისში 110140 მმის ფარგლებშია, ხოლო სახნავ ფენაში, როგორც წესი, 20 მმზე მეტი, რაც საკმარისია მისი ნორმალური ზრდაგანვითარებისათვის. შემდგომში ტენის მარაგი ნიადაგში მცირდება და მინიმალურ მნიშვნელობას აგვისტოში აღწევს. მაგრამ, მაშინაც ტენიანობის სიდიდე ოპტიმალური ტენიანობის ქვედა საზღვარზე მეტია. საწინააღმდეგო სურათი გვაქვს მარნეულის რაიონში, სადაც ნიადაგის ტენიანობის სიდიდე როგორც სახნავ, ასევე მთლიან აქტიურ ფენაში ოპტიმალური ტენიანობის ქვედა საზღვარზე დაბალია.

ლიტერატურა – REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. Константинов А.Р. Определение оптимальных влагозапасов почвы по периодам развития озимой пшеницы. Гидротехника и мелорация. 1975,2,с.3843.
2. Чикваидзе Г.В., Швелидзе О.Г. Тр. ЗакНИГМИ, вып., 92 (99), Л., Гидрометеოиздат, 1990, с.133143.
3. ჩიკვაიძე გ., შველიძე ო. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტომი 100, თბილისი, გვ.8791.
4. Харченко С.И. Гидрология орошаемых земель. Л., Гидрометеოиздат, 1975, 373 с.
5. Фурса Д.И. Погода, орошение и продуктивность винограда. Л., Гидрометеოиздат, 1977, 126 с.

უკ 626.8 : 631.4

აღმოსავლეთ საქართველოს სარწყავ მიწებზე ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობის დადგენა ძირითად სასოფლო სსამეურნეო კულტურათა ზრდაგანვითარების სხვადასხვა პერიოდისათვის. /ი.გელაძე, ნ.დევიდარიანი, ს.კოპაძე, გ.ჩიკვაიძე, ო.შველიძე/. ჰმის შრომათა კრებული. – 2001. – ტ. 106. – გვ.126-133. – ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

დადგენილია აღმოსავლეთ საქართველოს ცხრა ძირითადი ს/ს კულტურის ქვეშ ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობის ზედა და ქვედა საზღვრები. საქართველოში 19 აგრომეტეოროლოგიური სადგურის დაკვირვებათა ვრცელი მასალის საფუძველზე ამ კულტურებიდან თითოეული მათგანისა და მათი ზრდისა და განვითარების ფაზათაშორისი პერიოდებისათვის აგებულია წყალმოსხმარების მრუდები, რომლებიც ურთიერთშორის აკავშირებენ ნიადაგის ზედაპირიდან ჯამურ აორთქლებასა და ნიადაგის ტენიანობას მოცემული აორთქლებადობის დროს.

მიღებული წყალმოსხმარების მრუდების ანალიზმა აჩვენა, რომ განხილული კულტურების ქვეშ ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობის მაქსიმალური საზღვარი საშუალოდ ნიადაგის ზღვრული ტენტევალობის 95%ის ტოლია. რაც შეეხება ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობის ქვედა საზღვარს, იგი თითოეული კულტურისა და მის ფაზათაშორისო პერიოდისათვის სხვადასხვა სიდიდეს უტოლდება და ვეგეტაციის პერიოდში საშუალოდ მაქსიმუმს ზღვრული ტენტევალობის 7080%მდე და მინიმუმს – 6065%მდე აღწევს. ლიტ. დას.5.

UDC 626.8 : 631.4

Determination of optimal soil humidity of irrigated lands of Eastern Georgia for different periods of growth and development of main crops. /I.Geladze, N.Devdariani, S.Kopadze, G.Chikvaidze, O.Shvelidze/. Transactions of

the Institute of Hydrometeorology. 2001.V.106.p.126-133.Georg.:Summ.Georg., Eng., Russ.

The upper and lower limits of optimal soil humidity are established for nine major crops of Eastern Georgia. Basing upon vast observational material of 19 agrometeorological stations in Eastern Georgia for each of these crops and their interphase growth periods the water consumption curves are derived linking total evaporation from the soil surface with soil humidity at the given evaporativity.

The analysis of obtained curves of water consumption has shown that the maximum limit of soil optimal humidity is equal to 95% of maximum water capacity of soil under the investigated crops. Concerning the lower boundary of optimal soil humidity, its value appeared to be different for various crops and their interphase periods, reaching maximum 7080% in the vegetation period and minimum 6065% of upper water capacity.Ref.5.

УДК 626.8 : 631.4

Установление оптимальной влажности почв орошаемых земель Восточной Грузии для различных периодов роста и развития основных сельскохозяйственных культур. /Геладзе И.М.,Девдариани Н.Н.Копадзе С.Ш.,Чикваидзе Г.Д., Швелидзе О.Г./ Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2001. – т.106. – с.126-133. – Груз.; рез. Груз.,Анг.,Русск.

Установлены верхние и нижние пределы оптимальной влажности почвы под девятью основными сельскохозяйственными культурами Восточной Грузии. На основе обширного материала наблюдений 19 агрометеорологических станций в Грузии, для каждой из этих культур и их межфазных периодов роста и развития, построены кривые водопотребления, которые связывают между собой суммарное испарение с поверхности почвы и влажность почвы при данной испаряемости.

Анализ полученных кривых водопотребления показал, что максимальным пределом оптимальной влажности почвы является влажность, равная в среднем 95% предельной влагоемкости почв под рассматриваемыми культурами. Что касается нижнего предела оптимума влажности почвы, эта величина получилась различной для каждой культуры и их межфазных периодов, достигая в период вегетации максимума в среднем 7080% и минимума 6065% от предельной влагоемкости. Лит.5.

უაკ 556

რ.ჭითანავა, გ.სტეილია,

მ.ფხაკაძე, ვ.ცომაია

**საქართველოს მდინარეების ჩამონადენის შეფასება კლიმატის
მოსალოდნელი ცვლილებების პირობებში და გვაღვებისა და
ბაზუღანების წინააღმდეგ საბაზატაციო ღონისძიებანი**

საქართველო მდიდარია წყლის რესურსებით. მისი მარაგი შეადგენს დაახლოებით 100 კმ³. აქედან მდინარეების წილზე მოდის 65 კმ³, მყინვარების 30 კმ³, ტბების 0,72 კმ³, წყალსაცავების 3.32 კმ³, ჭაობების 1.9 კმ³ მოცულობის წყალი. მათ შორის დაახლოებით 35 კმ³ მოცულობის წყალი, რომელიც თავმოყრილია მყინვარებში, ტბებში, წყალსაცავებსა და ჭაობებში, წყლის საუკუნოვან მარაგს წარმოადგენს და წყლის წრებრუნვაში ნაკლებ მონაწილეობას ღებულობს. დანარჩენი 65 კმ³ მოცულობის წყალი წარმოადგენს წყლის განახლებად რესურსს. მას შეესაბამება 800 მმზე მეტი ჩამონადენის ფენის სიმაღლე, ხოლო წყალზრუნველყოფა შეადგენს 800000 მმზე მეტი მოცულობის წყალს ერთ კვადრატულ კილომეტრზე. ამ მხრივ საქართველო ბევრად წინ უსწრებს მსოფლიოს რიგ ქვეყნებს. მაგრამ ეს რესურსები არათანაბრადაა განაწილებული საქართველოს ტერიტორიაზე. დასავლეთ საქართველოზე მოდის 50,4 კმ³ (77,5%), აღმოსავლეთ საქართველოზე 14,8 კმ³ (22,5%). კიდევ უფრო არათანაბრადაა განაწილებული წყლის რესურსები რეგიონების, აუზებისა და ადმინისტრაციული რაიონების მიხედვით. მაგალითად, დიდი ჩამონადენით (2,0 კმ³ და მეტი) გამოირჩევა დასავლეთ საქართველოს ბევრი რაიონი. ძალიან დაბალი ჩამონადენით (0,10,2 კმ³ზე ნაკლები) ხასიათდება აღმოსავლეთ საქართველოში აღმოსავლეთი და სამხრეთაღმოსავლეთი რაიონები.

საქართველოს განახლებადი წყლის რესურსები დიდ როლს თამაშობენ ქვეყნის ეკონომიკაში. მათმა კომპლექსურმა გამოყენებამ 19801990 წლების დონეებისათვის მიაღწია 5,2 კმ³, რაც მთელი წყლის რესურსების 8%ს შეადგენს. აქედან, დაახლოებით 70% (3,5 კმ³) გამოყენებულია სოფლის მეურნეობაში, დანარჩენი მრეწველობაში, კომუნალურ მეურნეობაში. ამასთან, აღმოსავლეთ საქართველოში ადგილი აქვს თითქმის 5ჯერ მეტ წყალგამოყენებას, ვიდრე დასავლეთ საქართველოში. პერსპექტივაში გათვალისწინებულია წყლის კომპლექსური გამოყენება გაიზარდოს 67 კმ³მდე.

რო მეტია დანაკარგი რაიონებში, სადაც წლიური ნალექების რაოდენობა ნაკლებია 360 მმზე, ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა მეტია 14⁰ზე. იგი მოიცავს მდ. მტკვრის აუზის ტერიტორიას ქ. თბილისიდან სახელმწიფო საზღვრამდე, რომელიც 400 მეტრზე დაბლა მდებარეობს და უკავია 3688 კმ² ფართობი, რაც შეადგენს აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიის 11%-ს. აქ, მდინარეების მტკვრის, იორის, ალაზანის, ალგეთისა და ქციახრამის ბევრი შენაკადი შესართავამდე ვერ აღწევს და ეს რაიონი წარმოადგენს ნახევრად უდაბნოებისა და გაუდაბნოების ტერიტორიას. მისი ფართობი ბოლო წლებში კიდევ უფრო გაიზარდა მდინარეებიდან წყალაღების გამო ქვეყნის სამეურნეო საქმიანობისთვის გამოყენების მიზნით. 1980 წლის დონეზე წყალაღებამ მდინარეებზე მიადწია წყლის რესურსების 35%. ასეთი დიდი დანაკარგით ხასიათდება ქართლკახეთის ვაკედაბლობი, რომელიც მდებარეობს 800 მეტრზე დაბლა. მის წილად მოდის 11800 კმ² ფართობი, რაც შეადგენს აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიის 34%. ცალკეულ წლებში, მდ. ბოლნისის (105) 1971 წლის წყალმცირობის მაგალითზე, წყალაღებამ მიადწია 100%-ს, ხოლო წყალუხვი 1963 წლის მაგალითზე, როცა მდინარის წყლიანობა მაქსიმალური იყო (7.38 მ³/წმ, 1.30 მ³/წმ ნორმის დროს), წყალაღება შეადგენდა სულ მცირე 1%-ს. უფრო მეტიც, შედარებით უხვწყლიან მდ. ქსანის (83) მაგალითზე, სოფლების ქსოვრისი მუხრანის მონაკვეთზე წყალაღების გამო კალაპოტი მშრალი რჩება. ასეთივე მდგომარეობაა კახეთის სამხრეთ რაიონებში. მაგალითად, 1968-1975 წლების ძლიერი ვაკეების დროს, მდინარეების დაშრობის გამო, ათასობით ჰექტარი ყანა, ბაღვენახი უწყლოდ დარჩა. საჭირო იყო დამატებითი წყლის რესურსები. გამოყენებული იქნა ადაპტაციის სხვადასხვა სახის დონისძიებანი, მათ შორის, არტეზიული ჭებიდან წყლის ამოღება, ხელოვნური დაწვიმება და წვეთობრივი მორწყვა. მაგალითად, სოფლების ქსოვრისიმუხრანის მონაკვეთზე ხშირად მიმართავენ მდ. ქსანის კალაპოტის ხელოვნურ ჩადრმაგებას ბუდლოზერებით გრუნტის წყლების გამოდენის ინტენსივობის გაძლიერების მიზნით (მდინარის ეს მონაკვეთი მდიდარია მიწისქვეშა წყლებით). კალაპოტის ქვადორღიან თხრილებში გროვდებოდა საკმაო რაოდენობის წყალი მორწყვისათვის. კახეთში სარწყავი ველების წყალუზრუნველყოფისათვის ქ. თბილისიდან უწყვეტ ნაკადად გადიოდა მატარებელთა ემელონები წყლით სავსე ცისტერნებით, ხოლო ადგილზე წყალსაქაჩავებითა და დაწვიმების წყალგადამტანი ტექნიკის გამოყენებით, მოზიდული წყალი მიჰქონდათ სარწყავ ველებზე. ცალკეულ ღრუბლიან დღეებში გამოყენებული იქნა ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების მეთოდები წვიმის სტიმულირებისათვის და დამატებითი წყლის რესურსების

მისაღებად. აღნიშნული ღონისძიებების გატარებამ დადებითი შედეგი გამოიღო.

საერთოდ, ადაპტაციის ღონისძიებების გამოყენების მასშტაბებს განსაზღვრავს მდინარეების წყლიანობის დონე. ამიტომ, უადრესად აქტუალური და ეფექტურია მდინარეების წყლიანობის შეფასება საპროგნოზო 2015, 2030, 2075 წლებისათვის.

შეფასებისათვის გამოყენებული იქნა ორი მეთოდი. პირველი მეთოდი ემყარება კარგად ცნობილ ჩამონადენის დამოკიდებულებას ატმოსფერულ ნალექებზე და ჰაერის ტემპერატურაზე. უკეთესი შედეგი, მაღალი კორელაციის კოეფიციენტით (0.750.83), მოგვცა ჩამონადენის კავშირმა წლიური ნალექისა და ტემპერატურის ნამრავლთან (ხთ), კერძოდ

$$Q = a_i x_i (8 + T_i) + b_i \quad (1)$$

სადაც არის მდინარის მოცემულ კვეთში წყლის წლიური ხარჯი (მ³/წმ); ხ_{ერთი} რომელიმე მეტეოროლოგიური სადგურის წლიური ატმოსფერული ნალექი (მმ); თ₀ იმავე მეტეოროლოგიურ სადგურზე ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა (°ჩ); ა₀ არის ს და (ხთ)ზე წრფივი დამოკიდებულების კუთხის ტანგენსი, ბ₀ კი მონაკვეთი ს დერძზე. მრავალი დამოკიდებულების ანალიზის საფუძველზე მიღებული იქნა, რომ

$$a_i \approx \frac{Q_0 - Q_m}{x_0(8 + T_0)} \quad , \quad \text{ხოლო } b_i \approx Q_m \quad (2)$$

სადაც Q₀ და Q_m არის შესაბამისად ჩამონადენის ნორმა და მრავალწლიური მინიმალური ჩამონადენი (მ³/წმ) მდინარის საანგარიშო კვეთში. ხ₀ და თ₀ არის მეტეოროლოგიურ სადგურზე შესაბამისად წლიური ატმოსფერული ნალექებისა და ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის ნორმები. ფრჩხილებში მოყვანილი სიდიდე (8+თ) არის ტემპერატურული ფაქტორი, რომლის თანახმად ჯამი უდრის 0ს, როცა ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა არის მინუს 8°ჩ, ე.ი. ჩამონადენს ადგილი არ აქვს (=0). მას ადგილი აქვს კავკასიის, კერძოდ, საქართველოს პირობებში 4000 მეტრის სიმაღლეზე ზღვის დონიდან. ეს არის ზონა, სადაც სეზონური თოვლის საფარი დევს მთელი წლის განმავლობაში და მას სხვანაირად უწოდებენ "365 დონეს" (365 დღეთა რიცხვია წელიწადში).

Qს გამოთვლები მდინარის საანგარიშო კვეთზე ხდება ცალკეული მეტეოროლოგიური სადგურების მიხედვით, შემდეგ მათი შე-

ჯამებით და გასაშუალოებით მიიღება წლიური ჩამონადენი. ეს ნაჩვენებია მდ. სამეურისწყალი სოფ. ხაღორისა და გუბაზეული სოფ. ხიდისთავის მაგალითზე, მათ შორის მდ. სამეურისწყალის წყალშემკრებ აუზის ფარგლებში არცერთი მეტეოროლოგიური სადგური არ გვაქვს. გამოყენებული იქნა აუზის ქვემოთ მეზობლად მდებარე მეტეოროლოგიური სადგურები. შედეგები მოყვანილია ცხრ.1. ცხრილი 1 წყლის წლიური ხარჯის გამოთვლის შედეგები

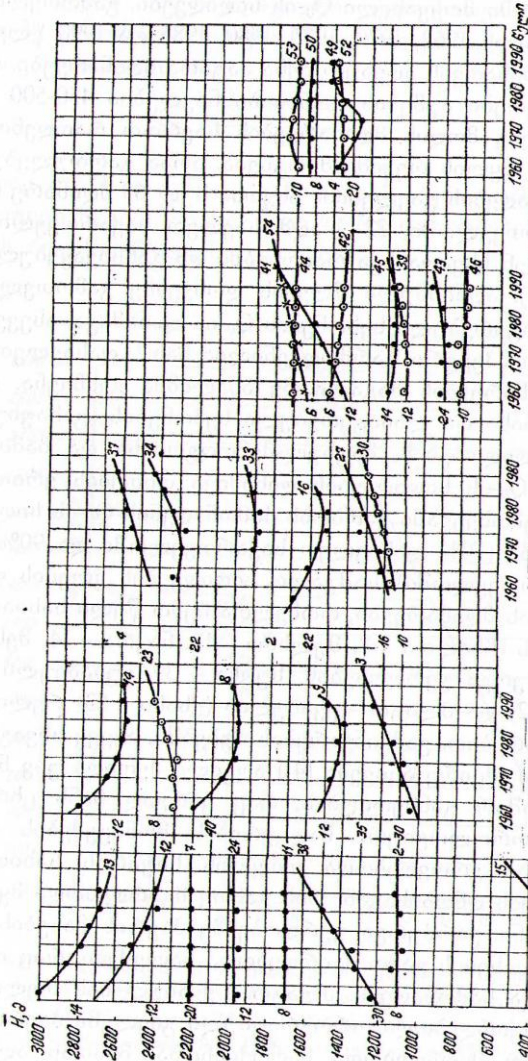
სადგური, კვეთი	მასსიათუბლი	ნორმა	წელი					მპ/წმ	%
			1961	1962	1963	1964	1965		
მდ.სამეურისწყალი		ს.ხაღორი (114)	წყალშემკრები აუზის ფართობი 121 კმ ² , საშუალო სიმაღლე 2590 მ						
ჯოყოლო	x	1100	931	899	1488	1040	1299		
	T	10.8	11.5	12.3	11.3	10.5	10.9		
ასმეტა	X	788	569	547	1298	762	619		
	T	11.6	12.7	13.3	12.2	11.4	11.8		
ნაფარეული	X	772	565	685	1202				
	T	12.4	12.9	13.6	12.6	(11.5)	(11.7)		
ყვარელი	X	991	765	671	1304	1025	1028		
	T	12.5	13.5	13.9	12.8	11.9	12.3		
თელავი	X	770	564	542	1083	826	703		
	T	11.8	12.9	13.4	12.2	11.4	11.8		
მდ.სამეურისწყალი	Q	5.55	4.98	4.82	7.10	5.60	5.34	5.57	
	Q _m	0							
ჯოყოლო Q _I =208 10 ⁶ x _I (T _I +8)			4.87	4.89	7.70	5.17	6.58	5.84	4.85
ასმეტა Q _I =359 10 ⁶ x _I (T _I +8)			4.23	4.18	9.41	5.31	4.40	5.51	1.27
ნაფარეული Q _I =332 0 ⁶ x _I (T _I +8)			4.16	5.21	8.17				
ყვარელი Q _I =273 10 ⁶ x _I (T _I +8)			4.54	4.01	7.40	5.57	5.70	5.44	2.33
თელავი Q _I =364 10 ⁶ x _I (T _I +8)			4.30	4.22	7.96	5.83	5.07	5.48	1.62
საშუალო			4.42	4.50	8.23	5.47	5.44	5.57	
სხვაობა,%			11.2	6.6	15.9	2.3	1.8	0.0	

მოყვანილი მასალების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ნალექიანობის ზრდას მოჰყვება ტემპერატურის შემცირება და პირიქით, მაგრამ სხვადასხვა ინტენსივობით. მასთან, წლიური სიდიდეების გადახრაც არა მარტო განსხვავებულია, არამედ სხვადასხვა ხასიათისაა: ერთ სადგურზე ნალექები შეიძლება ნორმაზე მეტი, მეორეზე — ნაკლები იყოს. უფრო მეტიც, ნალექების მსვლელობას სშირად არ ეთანხმება ჩამონადენის მსვლელობაც. ეს და სხვა დეტალები კარგად ჩანს ცხრილიდან, რაც მიუთითებს იმაზე, თუ რამდენად რთულია ჩამონა-

დენის ფორმირების ჰიდრომეტეოროლოგიური პირობები. ამიტომ, საპროგნოზო წლებისათვის ჩამონადენის შეფასება მოხდა ცალკეული წლისა და 5 წლიანი პერიოდის გასაშუალოების მიხედვით. ცდომილება მდ. სამყურისწყალისათვის 216%, მდ. გუბაზეულისათვის 332% ფარგლებშია, ხოლო 5 წლიანი პერიოდის გასაშუალოების შემთხვევაში ცდომილება შესაბამისად 15% და 08% ფარგლებშია. ასეთი შედეგები გვაძლევს საფუძველს დასკვნისა, რომ აღწერილი მეთოდი შეიძლება გამოყენებული იქნას პრაქტიკაში. ამისათვის კი საჭიროა ვიცოდეთ საპროგნოზო წლებში ნალექები და ჰაერის ტემპერატურა. მათი პროგნოზი კი რთულია და ჯერჯერობით შეუძლებელი.

მეორე მეთოდი ემყარება ჩამონადენის მრავალწლიური საშუალო სიდიდეების Q_0 მსვლელობას. ამ მხრივ გამოყენებული იქნა წყლის კადასტრში მოყვანილი იის სიდიდეები, გამოთვლილი დაკვირვების წლიდან 1962, 1970, 1975, 1980, 1985 და 1990 წლების დონეებზე. ანალიზისათვის აღებულ იქნა პატარა მდინარეები, რომელთა წყალშემკრები აუზების ფართობი ნაკლებია 450500 კმ², რადგან მათ წილზე მოდის მდინარეების საერთო რაოდენობის 95%, ხოლო მათი წყლის რეჟიმი მარტივია, არაა გართულებული სხვა ზონის შენაკადების გავლენით. ასეთია სულ 63 მდინარე (31 დასავლეთ საქართველოში, 32 აღმოსავლეთ საქართველოში). ისინი მდებარეობენ სხვადასხვა რაიონებში და განსხვავებულ სიმაღლეებზე (ნახ.1). აღნიშნული წლების დონეებზე გამოთვლილი წლიური და ლიმიტირებული სეზონების იის დინამიკა, ასევე მისი სიმაღლებრივი სპექტრი წარმოდგენილია ნახ.2. დასავლეთ საქართველოს მდინარეების მაგალითზე ანალიზმა გვიჩვენა, რომ საშუალო წლიურისა და ლიმიტირებული სეზონების (გაზაფხულიზაფხულის წყალდიდობების, ზაფხულშემოდგომისა და ზამთრის წყალმცირობის) იის სიდიდეების დინამიკა თითქმის ერთი და იგივეა. ორივე შემთხვევაში ჭარბობს ჩამონადენის იის სიდიდეების მატების ფაზა (70% დასავლეთ საქართველოში და 90% აღმოსავლეთ საქართველოში). საშუალო სიდიდეების კლების ფაზებით გამოირჩევიან მდინარეები, რომელთა ზემო წელი ხასიათდება გამყინვარების (ჩხაღთა 8, მულხრა 12, ნაკრა 14, მესტიაჭაღა 17), ქარზურგა ფერდობების (სუფსა – 39, გუბაზეული 41, ბახვისწყალი 42) და პლატო ქვაბულის (ქსანი 83) რელიეფის ძლიერი განვითარებით. გამყინვარების აუზებში, ასევე სხვაგანაც, 1960-1970 წლებში (მცირე აცივება [4]) ადგილი ჰქონდა უხვ ნალექიანი წლების ხშირ განმეორებას, რაც კარგად ჩანს ცხრ.1-ში მოყვანილ მეტეოროლოგიური სადგურების მონაცემების მაგალითზე. ნალექები გროვდებოდა თოვლის საფარის სახით და იცავდა მყინვარებს დნობისაგან, რის გამოც მცირდებოდა მყინვარული ჩამონადენი. ქარზურგა ფერდობებზე ჰაერის მა-

სების რაც ხშირი დაღმავალი დინების გამო მცირდებოდა ნალექები,



ნახ.2. 1962,1970,1975,1980,1985 და 1990 წლების ღონეებზე დაღვინილი წლიური ჩამონადენის ნორმების (Q_н) დინამიკა და მისი განაწილება წყალშემკრები აუგების საშუალო სიმაღლეების (H) მიხედვით დასავლეთ საქართველოს მდინარეებზე. მრუდის ბოლოს მოყვანილი რიცხვი მდინარის რიგითი ნომერია სქემის მიხედვით, ხოლო მრუდის დასაწყისში მითითებულია წყლის ხარჯი 1960 წლის ღონეზე.

თავის მხრივ ამცირებდა ჩამონადენს. პლატო ქვაბულების რელიეფის მქონე აუზებში მცირდებოდა ოროგრაფიული გავლენა ჰაერის მასებზე. ამის გამო მცირდებოდა ნალექიანობა, მასთან ადგილი ჰქონდა მათ დაგროვებას ქვაბულებში, ტბებში. მაგრამ 19851990 წლებიდან კლების ფაზა ყველგან შეიცვალა მატების ფაზით.

ყველა ჰიდროლოგიური კვეთისათვის მრუდების საფუძველზე გამოთვლილი იქნა Q_0 ცვლილების ტენდენციის ინტენსივობის კოეფიციენტი (K)

$$K = \frac{Q_{0,1960} - Q_{0,1990}}{n} \quad , \quad (3)$$

სადაც $n = \Pi_{1990} - \Pi_{1960}$ გამოხატავს პერიოდის ხანგრძლივობას. კოეფიციენტები კარგად უკავშირდებიან აუზების საშუალო სიმაღლეს, რაც წარმოდგენილია ნახ.3ზე.

აქაც გამოიყო სამი ქვერაიონი: დასავლეთ საქართველოს სამხრეთ დასავლეთის რაიონი, სადაც K ნულის ტოლია (მრ.2); დასავლეთ საქართველოს სხვა დანარჩენი რაიონი, სადაც K მცირდება სიმაღლის ზრდასთან ერთად (მრ.3); აღმოსავლეთ საქართველოს რაიონი, სადაც იზრდება სიმაღლის ზრდასთან ერთად (მრ.1). ნებისმიერ სიმაღლისათვის კოეფიციენტის გამოსათვლელ ფორმულებს აქვთ შემდეგი სახე შესაბამისად გამოყოფილი 3 რაიონისა:

$$\begin{aligned} K &= 0, \\ K &= 0,29145 \times 10^6 H \quad , \\ K &= 2 \times 10^5 H . \end{aligned} \quad (4)$$

აქ H – აუზის საშუალო სიმაღლეა მში. ფორმულები გამოსახავენ Kს ცვლილებას 19601990 წლების დონეებზე.

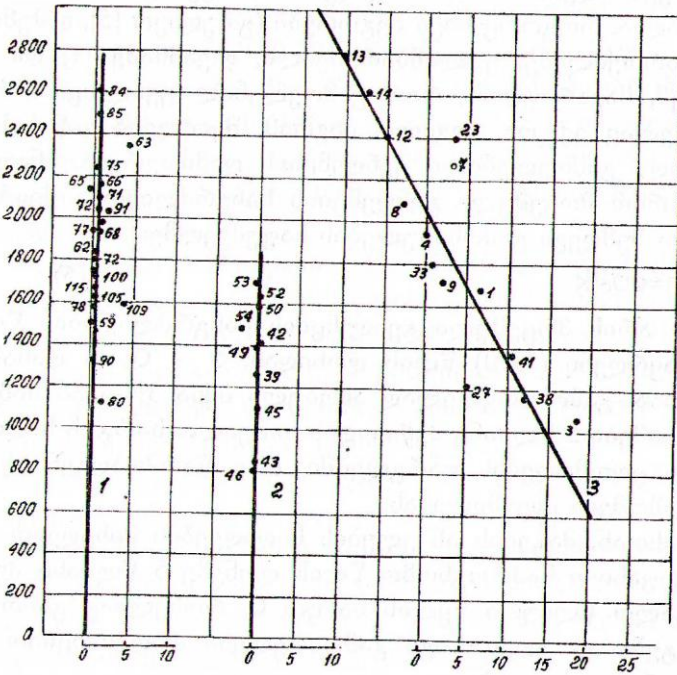
ცხადია, როგორც სხვა ავტორები (გ.ბუდიკო [5], დ.მუმლაძე [2], კ.თავართქილაძე, ე.ელიზბარაშვილი, ჯ.ვანნაძე [1] და სხვ.) აღნიშნავენ, სავარაუდოა, რომ გამოვლენილ ტენდენციას მომავალშიც კვლავ ექნება ადგილი, მაგრამ, შეიძლება ვიწინასწარმეტყველოდ გამოვლენილი ტენდენციის დამთავრება. ანალიზმა გვიჩვენა, რომ მოცემული ტენდენციის ხანგრძლივობა შეიძლება შევაფასოთ შემდეგი გამოსახულების საფუძველზე:

$$n = \sigma Q_0 / k \quad , \quad (5)$$

სადაც n არის მოცემული ტენდენციის ხანგრძლივობის წელთა რიცხვი საყრდენი (1990) წლის დონიდან; σQ_0 ს დასაშვები ცდომილებაა. გამოსათვლელად აღებული იქნა 3%იანი სიზუსტე, მას შეესაბამება 5 წლიანი პერიოდის საშუალო ხარჯის სიდიდე 912%ის ცდომილე-

ბის ფარგლებში, რაც წარმოადგენს წყლის ხარჯის გაზომვის ცდობილებას.

ნ.3



ნახ.3. ჩამონაღენის ელიური ცელილების ტენდენციის კოეფიციენტის ($K=10^{-3} Q$ მ/წმ წელიწადში) დამოკიდებულება აუზის საშუალო სიმაღლეზე (H) აღმოსავლეთ საქართველოს (მრ. 1), სამხრეთ-დასავლეთ საქართველოს (მრ. 2) და დანარჩენი ტერიტორიის (მრ. 3) მდინარეებისათვის (წერტილებთან რიცხვები მდინარეების რიგითი ნომრებია სქემის მიხედვით).

ამასთან, მატების ან კლების სიდიდეების მიხედვით შეიძლება შევავასოთ საპროგნოზო წლის დონეზე 5 წლიანი პერიოდის საშუალო წლიური წყლის ხარჯი, რომელმაც გამოიწვია Q_0 -ის მატება ან კლება. იგი გამოითვლება პროპორციით ხუთწლიანი პერიოდისათვის

$$Q_0 = \frac{n_2 Q_{02}}{n_2} \frac{n_1 Q_{01}}{n_1}$$

$$\text{ან } Q_0 = 0.2(n_2 Q_{02} + n_1 Q_{01})$$

სადაც Q_{01} და Q_{02} საშუალო მრავალწლიური წყლის ხარჯებია ხუთწლიანი პერიოდის დასაწყისში (n_1) და ბოლოს (n_2) შესაბამისად;

n_1 და n_2 წელთა რიცხვია დაკვირვების წლიდან ხუთწლიანი პერიოდის დაწყებამდე და დამთავრებამდე შესაბამისად.

საქართველოს სხვადასხვა რეგიონისა და სიმაღლის ზონებისათვის 1 და 2 გამოთვლებმა გვიჩვენა, რომ საქართველოში ყველგან ადგილი აქვს I_{05} ზრდის ტენდენციას 0.004 მ³დან 0.064 მ³მდე წელიწადში, უფრო მეტად დასავლეთ საქართველოში, რაც საშუალოდ შეადგენს 0.02 მ³/წელიწადში, ვიდრე აღმოსავლეთ საქართველოში, სადაც იგი უდრის 0.009 მ³/წელიწადში. მატების ფაზის ხანგრძლივობა საშუალოდ 23 წელია დასავლეთ საქართველოში, 14 წელი აღმოსავლეთ საქართველოში, მაგრამ შეიძლება იყოს 9114 და 453 წელი შესაბამისად. ორივე შემთხვევაში საშუალო ხანგრძლივობა ახლოსაა საპროგნოზო წლის ხანგრძლივობასთან 1990 წლიდან 20102015 წლამდე, საპროგნოზო 2015 წლის დონეზე Q_0 გაიზრდება 1990 წლის დონესთან შედარებით საშუალოდ 3,6% დასავლეთ საქართველოში და 2,9%-ით აღმოსავლეთ საქართველოში. ასევე, საპროგნოზო წლის 5 წლიანი პერიოდის ჩამონადენი Q_0 გაიზრდება 1990 წლის დონესთან შედარებით საშუალოდ 1112%-ით.

ამრიგად, საპროგნოზო 2015 წლის დონეზე საქართველოს მდინარეების წყლიანობა 1990 წლის დონის წყლიანობის ნორმასთან ახლოს იქნება მეტობით. მაგრამ, პრაქტიკამ 19911999 წლების მაგალითზე დაგვანახა, რომ ცალკეულ წლებში ადგილი ჰქონდა როგორც ძლიერ წყალმცირობას, ასევე წყალუხვობას. ამიტომ, ადაპტაციის ძირითად ღონისძიებად ითვლება: მდინარეების წყლის რესურსების რაციონალური გამოყენება არსებული წყალგამოყენების სისტემის აღდგენით და მისი შევსებით თანამედროვე წყალდამზოვი ტექნოლოგიებით (ხელოვნური დაწვიმარება, წვეთობრივი მორწყვა); გვაღვიან თვეებში წყლის დამატებითი რესურსების მიღება ღრუბლებზე ხელოვნური ზემოქმედების მეთოდების გამოყენებით; წყალუხვობის (კატასტროფული წყალმოვარდნების) დროს წყალდაგროვების გაზრდა წყალსაცავებში, ახალი წყალსაცავების აშენება, მდინარისპირა ტერიტორიაზე კატასტროფული წყალმოვარდნის დროს წყლის მაქსიმალურ დონემდე დასახლების და სამეურნეო ნაკებობების მშენებლობის აკრძალვა.

აღნიშნულ ადაპტაციის ღონისძიებათა ნაწილი გამოყენებული იყო პრაქტიკაში, ნაწილი კვლევის სტადიაშია. მაგრამ, მათი მოქმედება დღეს თითქმის შეწყვეტილია არსებული ეკონომიკური სიძნელეების გამო. ამიტომ, საჭიროა სპეციალური ექსპერიმენტულექსპედიციური კვლევითი სამუშაოების ჩატარება. მათი შედეგების ანალიზისა და განზოგადობის საფუძველზე შეიქმნება მეცნიერული ბაზა, რომელიც საფუძველად დაედება მდინარეების წყლის რესურსების დაზოგ-

ვის, დაცვისა და ხელოვნურად გაზრდის ღონისძიებათა ტექნიკურეკონომიკურ დასაბუთებას.

ლიტერატურა REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. თავართქილაძე კ., ელიზბარაშვილი ე., მუშლაძე დ., ვაჩნაძე ჯ. საქართველოს მიწისპირა ტემპერატურული ველის ცვლილების ემპირიული მოდელი.თბილისი,1999.
2. მუშლაძე დ. საქართველოს გეოგრაფიული საზოგადოების შრომები, ტომი XVII, თბილისი,1988.
3. სვანიძე გ., ცომაია ვ., ხმალაძე გ. კლიმატის კვლევის ეროვნული ცენტრის საინფორმაციო ბიულეტენი, №6,თბილისი,1997.
4. სვანიძე გ., ცომაია ვ. გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციის ეროვნული ბიულეტენი, №8,თბილისი,1999.
5. Бুদ্ধыко М.И. Вестник АН СССР, №5, 1982.

უაკ 556

საქართველოს მდინარეების ჩამონადენის შეფასება კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების პირობებში და გვაღვებისა და გაუდაბნოების წინააღმდეგ საადაპტაციო ღონისძიებანი. /**რ.ჭითანავა, გ.სტვილია, მ.ფხაკაძე, ვ.ცომაია**/. **ჰმის შრომათა კრებული.–2001. –ტ.106.–გვ.134-145.–ქართ.,რუს.ქართ., ინგლ.,რუს.**

დახასიათებულია მდინარეების ჩამონადენის შემცირების პირობები ბუნებრივი და ანთროპოგენური ფაქტორების გავლენით. დადგენილია, რომ მდინარეების ჩამონადენის დიდ დანაკარგს ადგილი აქვს მდ. მტკვრის მიმდებარე ტერიტორიაზე ქთბილისის ქვემოთ. ამ ტერიტორიაზე, რომელსაც უკავია 3688 კმ² ფართობი და მდებარეობს 400 მეტრზე დაბლა, სადაც წლიური ნალექების რაოდენობა 360 მმზე ნაკლებია, ხოლო ჰაერის საშუალო მრავალწლიური ტემპერატურა აღემატება 1314⁰, და სადაც შენაკადები ვერ აღწევენ თავიანთ შესართავებამდე წყლის დანაკარგის გამო ნიადაგში ჩაჟონვაზე და აორთქლებაზე, ვითარდება ნახევრადუდაბნოების წარმოქმნისა და გაუდაბნოების პროცესები.

წყლის დეფიციტის შევსებისათვის, აღნიშნულ და მეზობლად მდებარე რაიონებში 800 მეტრის სიმაღლემდე ზღვის დონიდან წარმოებს მდინარეებიდან წყალაღება. მაგრამ, მშრალ პერიოდებში მდინარეების წყალი არ არის საკმარისი მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად. ამიტომ, საადაპტაციო ღონისძიებებს ენიჭება დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა. ამ მიზნისათვის დამუშავებულია მდინარეების წყლიანობის პროგნოზის მეთოდი 2015, 2030 და 2075 წლების დონეებისათვის. მეთოდს საფუძვლად დაედო მდინარეების ჩამონადენის ნორმების დინამიკის შეფასება 1960, 1970, 1975, 1980, 1985 და 1990 წლების დონეებისათვის. ილ.3, ცხრ.1, ლიტ.დას.5.

UDC 556

River runoff assessment in Georgia connected to anticipated climate change and adaptation measures to combat drought and desertification. /R.Chitanava, G.Stvilia,M.Pkhakadze, V.Tsomaia/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2001.V.106.p.134-145.Georg.:Summ.Georg., Eng., Russ.

Conditions of the river runoff reduction under the impact of natural and anthropogenic factors are described. It has been identified that considerable water losses are described in the area adjacent to the Mtkvari River down from Tbilisi. The processes of semidesert formation and desertification are developing over this territory, occupying 3688 sq.km below 400 m and with precipitation amount of less than 360 mm and the mean annual air temperature above 1314⁰C, where tributaries cannot bring their water to the estuary.

Here and in the neighbouring regions up to the altitude of 800 m, covering of the water deficit is conducted by take off from the rivers, but in dry periods the water content of the rivers is not sufficient to meet the demands. Therefore, the adaptation measures have a great practical importance. For this purpose, the method of water content forecasting of the rivers for the years 2015, 2030 and 2075 has been worked out, basing on the norms of water runoff dynamics for 1960, 1970, 1975, 1980, 1985 and 1990.Fig.3,Tab.1,Ref.5.

УДК 556

Оценка стока рек Грузии в условиях ожидаемого изменения климата и адаптационные мероприятия в борьбе с засухой и опустыниванием. /Читанова Р.Б., Ствилия Г.Г., Пхакадзе М.В., Цомаи В.Ш./ Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2001. – т.106. – с.134-145. – Груз.; рез. Груз.,Анг.,Русск.

Характеризуются условия уменьшения стока рек под влиянием природных и антропогенных факторов. Установлено, что большие потери стока рек наблюдаются на территории, прилегающей к р.Куре ниже г.Тбилиси. На этой территории, занимающей 3688 км², лежащей ниже 400 м, где годовое количество осадков менее 360 мм, а средняя годовая температура воздуха выше 1314⁰C, и где притоки не доносят свои воды до устья, развиваются процессы формирования полупустынь и опустынивания.

Для восполнения дефицита воды производятся водозаборы из рек, расположенных здесь и в соседних районах до высоты 800 м. Однако, в засушливые периоды водность рек недостаточна для требуемых нужд. Поэтому, адаптационные мероприятия приобретают большое практическое значение. С этой целью разработан метод прогноза водности рек на 2015, 2030 и 2075 годы. Метод основан на оценке динамики норм стока на уровнях 1960, 1970, 1975, 1980, 1985 и 1990 годов. Рис.3,таб.1,лит.5.

UDC 551.482.245:551.500

N.N.Begalishvili, K.A.Tavartkiladze, N.A.Begalishvili

EVALUATION OF RUNOFF SENSITIVITY WITH RELATION TO CLIMATE VARIABILITY FROM EMPIRICAL STATISTICAL MODEL OF THE RIVER MTKVARI

It is known that general water cycle system “atmosphere-earth surface” contains reincarnation of water vapor in the following way: “water provision in atmosphere cloudiness (nebulosity) – precipitation – evaporation runoff”. The nebulosity, precipitation and vapor mainly depend on temperature and humidity of atmosphere regime. So, variability of those may stimulate significant variance of water cycle components. Therefore, the study of climate variability influence on water balance and runoff is a main problem for research of regional climate variance.

The aim of present work is to estimate annual runoff reaction to the variability of some climate parameters total precipitation, relative humidity. For the creation of empirical-statistical used long time series of climatic data of river Mtkvari model have been.

For the establishment of dependence of mean annual runoff on climatic predictors correlation matrix of the river Mtkvari for Tbilisi section has been calculated. These predictors are: runoff R (m³/s), total precipitation P (mm), air temperature T₁(°C), water vapor pressure e (mb), relative humidity f(%), sunshine duration S(hr), wind velocity V (m/s), soil temperature T₀ (°C).

For calculation we have analyzed the observational data of the Tbilisi meteorological and hydrological station – random numbers of analogue data series are N=55 (1936-1990). The correlation matrix is presented in Table 1.

Table 1. Matrix of correlation (N=55; 1936 – 1990)

Predictors	R	P	T ₁	e	f	S	V
Average	204.0	525.7	13.06	10.55	65.99	2038.0	1.88
Standard deviation	43.88	115.2	0.65	0.41	1.99	149.5	0.66
R	1	0.306	0.175	0.115	0.256	0.277	0.213
P		1	0.365	0.168	0.535	0.323	0.123
T ₁			1	0.436	0.324	0.180	0.035
e				1	0.427	0.183	0.337
f					1	0.326	0.109
S						1	0.266
V							

Analogical calculation has been done for checking up stability of correlation coefficients – random numbers of analogous data series are N=37 (1954 – 1990). Results of calculation are presented in Table 2.

Table 2. Matrix of correlation (N=37; (1954 – 1990))

Predictors	R	P	T ₁	e	f	S	V	T ₀
average	197.5	513.0	13.09	10.67	65.98	2035.0	1.59	15.1
Standard deviation	41.74	119.3	0.73	0.38	2.07	148.8	0.57	0.1
R	1	0.228	0.347	0.091	0.323	0.141	0.018	0.380
P		1	0.409	0.265	0.517	0.371	0.074	0.446
T ₁			1	0.538	0.346	0.250	0.038	0.894
e				1	0.383	0.103	0.186	0.402
f					1	0.279	0.157	0.325
S						1	0.501	0.214
V							1	0.075
T ₀								1

From the analysis of both matrices of correlation predictors have been selected by their stability. Total precipitation and relative humidity have been selected as predictors. Correlation coefficient values in this case are equal to:

$$r_{12} = 0.306 (0.228), \quad r_{15} = 0.323 (0.256).$$

By an original method elaborated in [1], the following empirical and statistical model has been obtained:

$$R = c_1 + c_2f + c_3f^2 + (d_1 + d_2f + d_3f^2)P, \quad (1)$$

where P is total precipitation (mm), f relative humidity (%) and R runoff (m³/s).

The values of coefficients are:

$$c_1 = 80012.90; \quad c_2 = 2434.62; \quad c_3 = 18.54;$$

$$d_1 = 150.60; \quad d_2 = 4.58; \quad d_3 = 0.035.$$

By putting the parameters of the correlative matrix in the equation (1) (Table 1, f = 66%, P = 525.7 mm), we obtain runoff equation $R = 206 \text{ m}^3/\text{s}$, that coincides with its table value ($R = 204 \text{ m}^3/\text{s}$) with 1% precision.

In our case the variability of runoff is expressed by the following equation [2]:

$$dR = (\partial R / \partial P)dP + (\partial R / \partial f)df, \quad (2)$$

where sensibility to precipitation variation is equal to:

$$(\partial R / \partial P) = d_1 + d_2f + d_3f^2, \quad (3)$$

and sensibility to relative humidity is equal to:

$$(\partial R / \partial f) = c_2 + 2c_3f + (d_2 + 2d_3f)P. \quad (4)$$

Inserting (3) and (4) in (2), for runoff variability we obtain:

$$dR = (d_1 + d_2f + d_3f^2)dP + (c_2 + 2c_3f + (d_2 + 2d_3f)P)df. \quad (5)$$

If we consider the input data of matrix correlation $R = 204 \text{ m}^3/\text{s}$, $P = 525.7 \text{ mm}$, $f = 66\%$, finally we have:

$$dR = 0.25dP + 5.41df \quad (6)$$

According to [3], the secular variation of relative humidity for Tbilisi is equal to $1 \text{ } 2 \%$ ($df = 1\text{--}2 \%$), that is the maximum value for Eastern Georgia.

From the equation (6) for the variance of runoff, we have the following estimations:

- Scenario I: $dP = 105.14 \text{ mm (20\%); } df = 2\% (3\%).$
 $dR = 0.25 \times 105.14 + 5.41 \times 2 = 37.105 \text{ m}^3/\text{s (18\%).}$
- Scenario II: $dP = 52.57 \text{ mm (10\%); } df = 2\% (3\%).$
 $dR = 0.25 \times 52.57 + 5.41 \times 2 = 23.963 \text{ m}^3/\text{s (12\%).}$
- Scenario III: $dP = 26.285 \text{ mm (5\%); } df = 2\% (3\%).$
 $dR = 0.25 \times 26.285 + 5.41 \times 2 = 17.391 \text{ m}^3/\text{s (8.5\%).}$
- Scenario IV: $dP = 0 \text{ mm (0\%); } df = 2\% (3\%).$
 $dR = 10.82 \text{ m}^3/\text{s (5.3\%).}$
- Scenario V: $dP = 26.285 \text{ mm (5\%); } df = 2\% (3\%).$
 $dR = 0.25 \times 26.285 + 5.41 \times 2 = 4.249 \text{ m}^3/\text{s (2\%).}$
- Scenario VI: $dP = 52.57 \text{ mm (10\%); } df = 2\% (3\%).$
 $dR = 0.25 \times 52.57 + 5.41 \times 2 = 2.323 \text{ m}^3/\text{s (1\%).}$
- Scenario VII: $dP = 105.14 \text{ mm (20\%); } df = 2\% (3\%).$
 $dR = 0.25 \times 105.14 + 5.41 \times 2 = 15.465 \text{ m}^3/\text{s (7.6\%).}$
- Scenario VIII: $dP = 105.14 \text{ mm (20\%); } df = 1\% (1.5\%).$
 $dR = 0.25 \times 105.14 + 5.41 \times 1 = 23.963 \text{ m}^3/\text{s (10\%).}$
- Scenario IX: $dP = 105.14 \text{ mm (20\%); } df = 2\% (3\%).$
 $dR = 0.25 \times 105.145 + 5.41 \times 2 = 37.105 \text{ m}^3/\text{s (18\%).}$
- Scenario X: $dP = 105.14 \text{ mm (20\%); } df = 2\% (3\%).$
 $dR = 0.25 \times 105.14 + 5.41 \times 2 = 15.465 \text{ m}^3/\text{s (7.6\%).}$
- Scenario XI: $dP = 52.57 \text{ mm (10\%); } df = 2\% (3\%).$
 $dR = 0.25 \times 52.57 + 5.41 \times 2 = 2.323 \text{ m}^3/\text{s (1\%).}$

So, in case of the use an empirical statistical model, the sensitivity in the variance of the both predictors is positive. When P and f are increasing, the runoff is increasing as well and viceversa:

$$\left(\frac{\partial R}{\partial f}\right) = 0.25, \quad \left(\frac{\partial R}{\partial P}\right) = 5.41 \quad (7)$$

Hence, the sensitivity of the runoff to relative humidity variation is approximately 22 times as much than the sensitivity of precipitation variation

$$\left(\frac{\partial R}{\partial f}\right) / \left(\frac{\partial R}{\partial P}\right) = 22.$$

According to the most probable climatic scenario, if $df = 2\%$ [3], we will get a linear relationship between the runoff and precipitation variations:

$$dR = 0.25 dP + 10.82 \quad (8)$$

Proceeding from the abovementioned data, we can determine the relation between the runoff sensitivity and variation of other meteorological parameters (air temperature, relative humidity, etc.). Also, it is possible to evaluate the runoff reaction to the variation of these parameters.

ლიტერატურა – REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. Tavartkiladze K., Begalishvili N., Nebieridze N. Dependence of Air Humidity on Temperature. Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, 100, №3,1999.
2. Kaczmarek Zd., Krasuski D. Sensitivity of Water Balance to Climate Change and Variability. WP91047,IIASA,Austria, 1991.
3. Begalishvili N., Tavartkiladze K., Nebieridze N., Tatishvili M., Kurashvili L. Some results of humidity field investigation in the atmosphere surface layer on the territory of Georgia. Transaction of the Inst. of Hydromet. of Georgian Acad. Sci, vol.101,Tbilisi,1998, (in Georgian).

УДК 551.482.215:551.500

მდ. მტკვრის ჩამონადენის კლიმატურ ცვლილებათა მიმართ მგრძობიარობის შეფასება ემპირიულსტატისტიკური მოდელის საფუძველზე. /ნ.ნ. ბეგალიშვილი, კ.თავართკილაძე, ნ.ა.ბეგალიშვილი/ჰმის შრომათა კრებულში. –2001. –ტ.106.–გვ.146-150.–ინგლ.;რუს. ქართ., ინგლ., რუს.

აგებულია მდ. მტკვრის – ჰიდროკვეთი თბილისი ჩამონადენის სტატისტიკური მოდელი ნალექებთან, ჰაერის ტემპერატურასთან და ატმოსფეროს ტენშემცველობის ელემენტებთან (წყლის ორთქლის დრეკადობა და ფარდობითი ტენიანობა) კავშირში მეტეოსადგურ თბილისის მონაცემების მიხედვით. წარმოდგენილი მოდელის საფუძველზე შეფასებულია ჩამონადენის მგრძობიარობა კლიმატურ ცვლილებათა მიმართ. კლიმატური მახასიათებლების მოცემული ვარიაციებისათვის განსაზღვრულია ჩამონადენის საუკუნეობრივი ცვლილების შესაძლო სცენარები. ცხრ2, ლიტ.დას3.

UDC 551.482.215:551.500

Assessment of the sensitivity of River Kura runoff towards the climate variability on the basis of empiricalstatistical model./N.N.Begalishvili, K.A.Tavartkiladze, N.A.Begalishvili/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2001.V.106.p.146-150. Eng.:Summ.Georg., Eng., Russ.

Statistical model is constructed for the River Kura runoff (hydrological section Tbilisi) depending on precipitation, air temperature and elements of atmospheric moisture content (water vapor density and relative humidity) based upon the Tbilisi weather station data for the period of 19361990. Applying this model the sensitivity of runoff to climate variability is assessed and possible scenarios of runoff secular variations are determined for the given fluctuations of climatic elements.Tab.2,Ref.3.

УДК 551.482.215:551.500

Оценка на основе эмпирико-статистической модели чувствительности стока р.Куры относительно климатических изменений. /Н.Н.Бегалишвили, К.А.Таварткиладзе, Н.А.Бегалишвили/.Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2001. – т.106. – с.146-150. – Англ.; рез. Груз., Англ., Русск.

Построена статистическая модель стока р.Куры – гидроствора Тбилиси в зависимости от осадков, температуры воздуха и элементов влагосодержания атмосферы (упругости водяного пара и относительной влажности) по данным метеостанции Тбилиси (за период 1936-1990 гг.). На основе представленной модели оценена чувствительность стока относительно климатических изменений. Определены возможные сценарии вековых изменений стока при заданных вариациях климатических характеристик. Таб.2, лит.3.

უაკ 551.48
რ.მესხია

წყლის ბალანსის სტრუქტურა ლანდშაფტის ტიპის მიხედვით

წყლის ბალანსი, როგორც ცნობილია, რაოდენობრივად განსაზღვრავს ტენზუნვის კანონზომიერებას ბუნებაში და წარმოადგენს კლიმატისა და ლანდშაფტის ურთიერთქმედების შედეგს.

თანამედროვე წყლის ბალანსი [1-4] შედგენილია მდინარეთა აუზებისათვის, ოლქების, ადმინისტრაციული რაიონების, სიმაღლებრივი სარტყლების და ექსპოზიციის მიხედვით. ამ შემთხვევაში ფართოდ გამოიყენება დიფერენცირებული ინტერპოლაციური დამოკიდებულებები, რომლებიც აკავშირებენ წყლის ბალანსის ელემენტებს აუზის მორფომეტრიულ მახასიათებლებთან, პირველ რიგში, აუზის შეწონილ საშუალო სიმაღლესთან. წყლის ბალანსის მახასიათებლებზე წარმოდგენას იძლევიან ვრცელი არაერთგვაროვანი ტერიტორიის ფარგლებში გასაშუალოებული მისი რაოდენობრივი მანვენებლები. წინამდებარე შრომაში მოცემულია კვლევის შედეგები, რომლებიც საფუძვლად დაედო წყლის ბალანსის განზოგადობას ლანდშაფტის ტიპების მიხედვით.

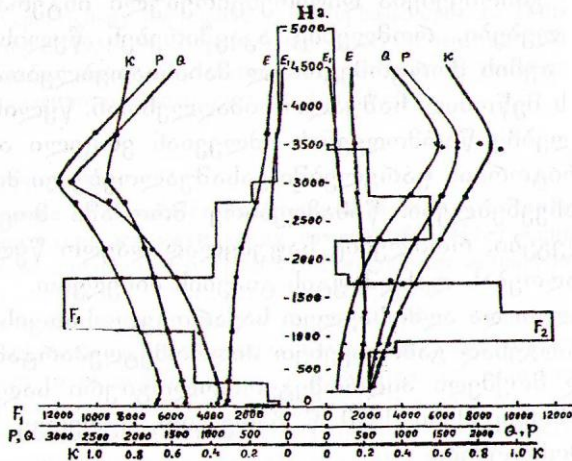
დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოსათვის წყლის ბალანსის შესადგენად გამოვიყენეთ ჰიდრომეტეოლოგიური ევკლა ამჟამად მოქმედი ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურისა და საგუშაგოს მონაცემები 1990 წ. ჩათვლით, აგრეთვე დახურული პუნქტების მონაცემები.

წყლის ბალანსის ელემენტების სივრცითი განაწილების ობიექტური წარმოდგენისათვის გამოყენებულ იქნა 1:500000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკა, მასზე გამოყოფილ ლანდშაფტის ტიპებით, რომელზედაც დადებულია რეგულარული პარალელოგრამების ბადე 10 კმ-იანი ბიჯით. ბადის კვანძები (რეპრეზენტატული წერტილები) ჯგუფდება ლანდშაფტის ტიპების მიხედვით და მიეწერება მათ.

რეპრეზენტატულ წერტილებში წყლის ბალანსის ელემენტების საშუალო მრავალწლიური ნალექებისა და ჩამონადენის ერთმანეთთან დასაკავშირებლად გამოვიყენეთ ლ.ვლადიმროვის ერთგვაროვანი ჰიდროკლიმატური რაიონების რუკა [2]. თითოეული რაიონისათვის აიგო ნალექებისა და ჩამონადენის ინტერპოლაციურქსტრაპოლაციური სიმაღლებრივი დამოკიდებულების გრაფიკები და მათი დახმარებით რეპრეზენტატული წერტილების შესაბამისი სიმაღლეებისათვის ჩამოვიღეთ მათი მნიშვნელობები.

წყლის ბალანსის საანგარიშოდ გამოვიყენეთ განტოლება
 $P=Q+E$, (1)

სადაც P ნალექებია, (მმ); Q მდინარის ჩამონადენი, (მმ); E ჯამური აორთქლება, (მმ), რომელიც მიღებულია ექსპერიმენტალური მონაცემების მიხედვით შუა აზიისა და ალპების მყინვარებისათვის [1,2].



ნახ.1. დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს წყლის ბალანსის ელემენტების სიმალღებრივი განაწილება ლანდშაფტური ტიპების მიხედვით. F₁ და F₂ – დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს ფართობებია კმ²-ში; Q, P და K – შესაბამისად ჩამონადენია, ნალექები (მმ) და ჩამონადენის კოეფიციენტი; E და E₁ – ჯამური აორთქლებაა ხმელეთიდან და მყინვარებიდან (მმ).

რეპრეზენტატულ წერტილებზე გამოთვლილი წყლის ბალანსის ელემენტები გასაშუალებული იქნა ერთგვაროვანი ლანდშაფტის საზღვრებში და მიეკუთვნა შესაბამისი ლანდშაფტის ტიპს (ცხრ. 1). ლანდშაფტის ტიპების მიხედვით განზოგადოებული წყლის ბალანსის ელემენტები საშუალებას იძლევიან შეფასდეს თითოეული ლანდშაფტის წვლილი ჩამონადენის ფორმირებაში და გაკეთდეს დასაბუთებული დასკვნები ამ პროცესის საერთო კანონზომიერებებზე.

წყლის ბალანსის ელემენტების გეოგრაფიული განაწილების შესწავლის მიზნით, დავამყარეთ მათი კავშირი კომპლექსურ გეოგრაფი-

ულ მახასიათებლებთან, ლანდშაფტის ტიპების საშუალო სიმაღლესთან (ნახ. 1). მიღებული შედეგები ნათლად ადასტურებენ მღვოვისის [5] ცნობილ დებულებას, რომ მთის პირობებში სინოტივისა და წყალბალანსურ ელემენტებს შორის დამოკიდებულების ცვლილების მიზეზს წარმოადგენს ლანდშაფტური პირობების კომპლექსის სიმაღლებრივი ცვლილება.

ცხრილი 1. საქართველოს წყლის ბალანსის სტრუქტურა ლანდშაფტის ტიპების მიხედვით

ლანდშაფტის ტიპების კომპლექსები	საშ.სიმაღლე, მ	ფართობი, კმ ²	ნალექები, მმ	ჩამონადენი, მმ	ჯამური აორთქლება, მმ	ჩამონადენის კოეფიციენტი
კლდოვანმორენული	3650	415	2500	2250	250	0.90
	3500	492	1750	1470	280	0.84
თოვლმყინვარული	3000	422	3000	2820	180	0.94
	3440	89	1720	1560	160	0.91
ალპური მდელოების	2740	1909	2750	2320	430	0.84
	2830	2158	1500	1100	400	0.73
სუბალპური მდელოების	2155	3735	2400	1730	610	0.75
	2265	5560	1150	690	460	0.60
წიწვიანი ტყეების	1750	3984	2120	1450	670	0.68
	1670	1245	1000	500	500	0.50
ფოთლოვანი ტყეების	1050	11786	1920	1190	730	0.62
	1300	9462	800	310	490	0.39
ს/ს კულტურების	360	4980	1670	910	760	0.54
	660	2241	650	190	460	0.29
დასახ. პუნქტების და გზების	105	1328	1650	860	790	0.64
	882	11952	700	230	470	0.33
სადრენაჟო სისტემების	75	1162	1710	930	780	0.54
	705	3486	660	200	460	0.30
სარწყავი სისტემების	50	498	1700	900	800	0.53
ჭაობების და წყალსატევების	10	2180	1885	935	950	0.62
	1736	415	810	310	500	0.38
სულ	1157	32400	2008	1308	702	0.63
	1356	37100	860	393	466	0.38

შენიშვნა: მრიცხველში მოცემულია დასავლეთ, ხოლო მნიშვნელში აღმოსავლეთ საქართველოსათვის დამახასიათებელი სიდიდეები.

წყლის ბალანსის ყველა ელემენტი ემორჩილება სიმალღებრივი ზონალობის კანონს, ასევე ჩამონადენის კოეფიციენტი წარმოადგენს ადგილის სიმადლის ფუნქციას (ნახ.1). ნალექებისა და ჩამონადენის სიმალღებრივი განაწილების გრაფიკების მიხედვით (ნახ.1) შეიძლება გამოვყოთ ჩამონადენის ძირითადი მასის ფორმირების ზონა 1500 მ ზემოთ. იგი მაქსიმუმს აღწევს მყინვარების აბლაციის ზონაში, დასავლეთ საქართველოში 27003200 მ შუალედში და შეადგენს საშუალოდ 2800 მმ. აღმოსავლეთ საქართველოში ჩამონადენი ასევე მკვეთრად იზრდება 1500 მდან და აბლაციის ზონაში (32003600 მ შუალედში) აღწევს თავის მაქსიმუმს საშუალოდ 1560 მმ (ნახ. 1).

წყლის ბალანსის დიფერენცირებული ელემენტების (ცხრ. 1) მნიშვნელობები ცხადყოფენ, რომ გამოყოფილ ლანდშაფტის ტიპები უზრუნველყოფენ საიმედო კარტოგრაფიულ საფუძველს და პარამეტრების განზოგადოების შესაძლებლობას. ასევე, გამოყოფილი ლანდშაფტის ტიპები ქმნიან ბაზისს ჩამონადენის განაწილებული პარამეტრებით მოდელის აგებისა და მასში გამოყენებულ სხვადასხვა ფორმულებში და ანალიზურ დამოკიდებულებებში გენეტიკური განსხვავების ფუნქციონალური ასახვისა.

ლანდშაფტების სისტემისათვის წყლის ბალანსის რაოდენობრივ შეფასებას აქვს თეორიული მნიშვნელობა მისი ფიზიკურგეოგრაფიული შესწავლისათვის, ხოლო პრაქტიკულ დირებულებას განსაზღვრავს სამეურნეო საქმიანობაში ლანდშაფტის ბუნებრივ თავისებურებათა ეფექტური გამოყენება.

ლიტერატურა – REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. Ресурсы поверхностных вод СССР.Т.9. Закавказье и Дагестан. Вып.1. Западное Закавказье.Под редакцией Г.Н.Хмаладзе. Л., Гидрометеоиздат,1969, 311 с.
2. Владимиров Л.А.,Шакарашвили Д.И.,Габричидзе Т.И. Водный баланс Грузии. Тбилиси, “Мецნიერება”,1974,181 с.
3. Владимиров Л.А.,Сванидзе Г.Г.,Цомаია В.Ш. Водные ресурсы Грузии и проблемы их рационального использования. В книге “Природные ресурсы Грузии и проблемы их рационального использования. Тбилиси,“Мецნიერება”,1991, с.315446.
4. Водные ресурсы Закавказья. Под ред. Г.Г.Сванидзе и В.Ш. Цомаია. Л., Гидрометеоиздат,1988, 262 с.
5. Львович М.И. Мировые водные ресурсы и их будущее. М., ”Наука”,1974,448 с.

უაკ 551.48

წყლის ბალანსის სტრუქტურა ლანდშაფტის ტიპების მიხედვით. /რ.მესხია/. შპის შრომათა კრებული.–2001.–ტ.106.–გვ.151-155.– ქართ.; რეზ.ქართ., ინგლ., რუს.

ადმოსაველეთ და დასაველეთ საქართველოსათვის მოცემულია წყლის ბალანსის ველემენტების განგარიშებები, ლანდშაფტური ტიპების კომპლექსებისა და მათი ვერტიკალური სტრუქტურის გათვალისწინებით. ილ.1, ცხრ.1, ლიტ.დას.5.

UDC 551.48

Structure of water balance according to types of landscapes. /R.Meskhia/. **Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2001.V.106.p.151-155. Georg.: Summ. Georg., Eng., Russ.**

Results of calculations of water balance elements according to types of landscapes and their vertical structure are given for Eastern and Western Georgia. Fig.1, Tab.1, Ref.5.

УДК 551.48

Структура водного баланса по ландшафтным типам. /Месхия Р.Д./ Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2001. – т.106. – с.151-155 – Груз.; рез. Груз., Англ., Русск.

Для Западной и Восточной Грузии приводятся результаты расчетов элементов водного баланса по ландшафтным типам с учетом их вертикальной структуры. Рис.1, таб.1, лит.5.

უკ 556.16.06

ც.ბასილაშვილი

**წყალსაცავებში ჩამდინარე წყლების პროგნოზირება
შეზღუდული ინფორმაციის პირობებში**

წყალსაცავების მშენებლობა არსებული წყლის რესურსების მართვის ეფექტურ ეფექტური მეთოდია, რადგან საშუალებას იძლევა მდინარეთა ჩამონადენის რეგულირებისა მათი შემდგომი გამოყენების მიზნით.

საქართველოში არსებული წყალსაცავები, ძირითადად, მრავალმხრივი გამოყენების წყალსამეურნეო ობიექტებია. მათ ბაზაზე შექმნილია ჰიდროელექტროსადგურები, სარწყავი არხები და წყალმომარაგების სისტემები, რომელთა საფუძველზე ხდება ელექტროენერჯის გამომუშავება, სასოფლოსამეურნეო კულტურების მორწყვა, მოსახლეობისა და სახალხო მეურნეობის წყალმომარაგება.

იმისათვის, რომ რომელიმე წყალსაცავმა შეასრულოს თავისი დანიშნულება, აუცილებელია არსებული წყლის რესურსების გამოყენების სწორი დაგეგმარება. დაგეგმარებისათვის კი საჭიროა წყლის რესურსების რაოდენობის განსაზღვრა დროის განსაზღვრულ მონაკვეთებისათვის. სწორედ ამ მიზნით ხდება წყალსაცავებში ჩამდინარე მდინარეთა წყლის ხარჯების პროგნოზირება წლის სხვადასხვა პერიოდებისათვის.

აღმოსავლეთ საქართველოს მშრალი ჰავის პირობებში წყალსაცავებისათვის განსაკუთრებული მთხოვნაა სავსებრი პერიოდის ჰიდროლოგიური პროგნოზირება, რადგან სასოფლოსამეურნეო კულტურების მოსავლიანობა დამოკიდებულია საწყვავი წყლის მარაგზე. ამ მარაგის პროგნოზი საშუალებას იძლევა ოპტიმალურად განაწილდეს არსებული წყლის რესურსები მცენარეთა მოსარწყავად ვეგეტაციის სხვადასხვა პერიოდში.

ამრიგად, ჰიდროლოგიური პროგნოზების საშუალებით ხდება წყალსაცავებში არსებული და მათში ჩამდინარე მდინარეთა წყლის რესურსების რაციონალური გამოყენების საფუძვლიანი დაგეგმარებადარეგულირება.

გარდა ამისა, წყალსაცავების ეფექტური გამოყენებისათვის აუცილებლობას წარმოადგენს მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების პროგნოზები, ვინაიდან წყალმოვარდნები საშიშროებას უქმნიან არა მარტო წყალსაცავებს, რომლებიც სადღეისოდ უკვე მეტად ამორტიზებული არიან, არამედ მიმდებარე გარემოსაც საკმაოდ დიდ ფართობზე.

მოცემულ ნაშრომში განხილულია სამ მთავარ წყალსაცავში (ჯვარში, ვარციხესა და ჟინვალში) ჩამდინარე წყლის ხარჯების პროგნოზირების საკითხი. ცხრ.1ში მოცემულია ამ წყალსაცავების მახასიათებლები, ცხრ.2ში კი მათში ჩამდინარე წყლის ხარჯების მრავალწლიური ნორმები ცალკეული თვეების, კვარტლებისა და სეზონების მიხედვით, მთავარი საანგარიშო ჰიდროკვებების პარამეტრები. გათვალისწინებულია წყლის ნაკადის გაანგარიშება შემდეგ კვებებში: ჯვარის წყალსაცავისათვის მდ. ენგურზე ს. ხაიშთან; ვარციხის წყალსაცავისათვის ჯამური ეფექტი სამი ჰიდროკვებისა მდ. რიონზე ს. აღპანასთან, მდ. ყვირილაზე ქ. ზესტაფონთან და მდ. ხანისწყალზე ს. ბაღდათთან; ჟინვალის წყალსაცავისათვის ჯამური მოქმედება მდ. არაგვის სამი შენაკადისა თეთრ არაგვზე ს. ფასანაურთან, შავ არაგვზე შესართავთან და ფშავის არაგვზე ს. მაღაროსკართან. მაგრამ, ამ ჰიდროკვებებიდან კაშხლამდე წყალსაცავებს კიდევ სხვა გვერდითი შენაკადებიც ერთვიან, რომელთა შესახებ არ არსებობს საჭირო მონაცემები მათი ჩამონადენის განსაზღვრისა და პროგნოზირებისათვის. ასეთი შენაკადების რაოდენობა, მაგალითად, ჯვარის წყალსაცავზე 17ია [1].

ცხრილი 1 წყალსაცავების მახასიათებლები

მახასიათებელი	წყალსაცავი		
	ჯვარის	ვარციხის	ჟინვალის
	რეგულირება		
	სეზონური	დღელამური	სეზონური
მთლიანი მოცულობა (მლნ. მ ³)	111	15	520
სარკის ფართობი (კმ ²)	13.3	5.0	11.0
კაშხლის სიმაღლე (მ)	272	3.0	101
სასარგებლო მოცულობა (მლნ.მ ³)	676	14.0	370
სიმძლავრე (ათასი კვტ)	1640	200	130
წლიური გამომუშავება (მლნ. კვტ. სთ)	5540	1050	570

შეუსწავლელ მდინარეთა ჩამონადენის განსაზღვრისათვის, ცალკეული წყალსაცავის აუზისათვის შევადგინეთ საერთო ტერიტორიული დამოკიდებულებები შესწავლილ მდინარეთა ჩამონადენისა აუზის ფართობზე (A კმ²) და საშუალო წლიურ ჩამონადენზე (Q_0), რომლებიც აპროქსიმირებულ იქნა წრფივი გამოსახულებებით:

$$Q = a A, \quad (1)$$

$$Q = b Q_0. \quad (2)$$

a და **b** კოეფიციენტების მნიშვნელობები წლის სხვადასხვა პერიოდისათვის მოცემულია ცხრ.2ში. გვერდითი შენაკადების აუზის ფართობები შეიძლება განისაზღვროს არსებული გეოგრაფიული რუკებით,

ბოლო წლიური ჩამონადენი სათანადო გრაფიკული დამოკიდებულებებით და ცხრილებით [2,3].

ცხრილი 2 წყალსაცავებში ჩამდინარე წყლის ხარჯი მთავარი და გვერდითი შენაკადების გათვალისწინებით ($Q\bar{c}^3/\bar{u}\bar{c}$)

	Q	a	b	Q	a	b	Q	a	b
I	27.6	0.011	0.23	90.8	0.012	0.32	16.0	0.010	0.40
II	25.2	0.010	0.19	123	0.014	0.35	15.8	0.010	0.40
III	35.7	0.014	0.32	201	0.021	0.62	21.9	0.015	0.57
IV	107	0.040	0.88	338	0.058	1.52	57.5	0.037	1.55
V	210	0.075	1.90	331	0.075	2.03	87.6	0.055	2.20
VI	272	0.110	2.20	267	0.075	2.00	78.7	0.051	2.00
VII	280	0.084	2.35	193	0.060	1.50	56.1	0.037	1.43
VIII	199	0.074	1.72	136	0.046	1.07	39.5	0.025	1.10
IX	106	0.042	0.94	103	0.028	0.72	31.2	0.020	0.80
X	67.7	0.025	0.62	125	0.027	0.68	26.2	0.016	0.65
XI	49.7	0.019	0.42	122	0.022	0.60	22.4	0.014	0.55
XII	37.0	0.014	0.29	114	0.017	0.43	18.8	0.011	0.48
IXII	118	0.060		180	0.038		39.4	0.025	
III	29.5	0.011	0.25	138	0.016	0.42	17.9	0.011	0.47
IVVI	196	0.070	1.65	312	0.067	1.88	74.6	0.046	2.00
VIII	195	0.075	1.67	144	0.043	1.14	42.2	0.026	1.00
XXII	51.5	0.020	0.44	120	0.022	1.59	22.5	0.014	0.57
Q _{მ.ა.ბ}	1190			965			226		
IVVIII	214	0.085	1.85	254	0.062	1.70			
IIIIV							61.4		
IVIX				228			58.4	0.042	1.50

ვინაიდან შეუსწავლელ მდინარეთა გამოვლენა, ძირითადად, ხდება წყალდიდობის პერიოდში, როცა მცირე ზომის მდინარის ჩამონადენიც კი დიდ საშიშროებას უქმნის გარემოს, ამიტომ, შეუსწავლელი მდინარეებისათვის შევიმუშავეთ წყალდიდობის პერიოდის საერთოტერიტორიალური პროგნოზები, რომლის მაგალითია პირველი დამოკიდებულება ცხრ.3ში.

წყალსაცავებში ჩამდინარე მთავარ მდინარეთათვის, მაგ. ჯვარის წყალსაცავში მდ. ენგურისთვის, შემუშავებულ იქნა წყალდიდობის საშუალო და მაქსიმალური ხარჯების, კვარტალური, თვიური, დეკადური, დღეღამური და წყალმოვარდნების მაქსიმალური ხარჯების პროგნოზები. მათგან ყველაზე მნიშვნელოვანია დადებითი შეფასებით მიღებული წყალმოვარდნების მაქსიმალური ხარჯების პროგნოზები

ზაფხულის პერიოდისათვის (მე4 და მე5 დამოკიდებულება ცხრ.3ში), როცა ხშირია საშიშროება კატასტროფული წყალდიდობისა, რომელმაც შეიძლება მოიცვას დასავლეთ საქართველოს მნიშვნელოვანი ნაწილი.

ცხრილი 3 საპროგნოზო დამოკიდებულებები

№	საპროგნოზო განტოლებები	შეფასება		
		s/σ	P%	Rf.pr
წყალდიდობის საერთო ტერიტორიალური პროგნოზი მდ.რიონის აუზში				
1	$Q_{IYII}=Q(0.01\Theta_{xiiii} 0.001W_{19002000} 0.02\Theta_{III} 0.001P_{III}+0.83)$	0.63	79	0.81
წყალდიდობის საშუალო და მაქსიმალური ხარჯები				
მდ.ხანისწყალი დ.ბაღდათი				
2	$Q_{IIIYI}=0.03W_{12002100}+5.06$	0.44	93	0.90
3	$Q_{III}=0.078W_{20002100}+19.9$	0.75	73	0.71
წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯები				
მდ.ენგური ს.ხაიში				
4	$Q_{max}=1.04Q_{wv}+8.57P_{IIIv}+77.2$	0.56	70	0.84
5	$Q_{max}=0.78Q_{wv}+0.79Q_{IIIv}+4.7P_{max}13.6$	0.44	75	0.91
სავეგეტაციო პერიოდის ჩამონადენი				
მდ.შავი არაგვი – შესართავთან				
6	$Q_{IYIX}=0.013P_{XIII}+8.48$	0.69	61	0.73
7	$Q_{IYIX}=0.012W_{22002300}+7.94$	0.57	76	0.83

ვარციხის წყალსაცავის შემთხვევაში მოცემულია ყველა სახის გრძელვადიანი და წყალმოვარდნის მაქსიმალური ხარჯების პროგნოზები (მე2 და მე3 დამოკიდებულებები ცხრ.3ში) მდინარეებისათვის რიონი, ყვირილა და ხანისწყალი.

უჩხვანის წყალსაცავში ჩამდინარე მდინარეებისათვის თეთრი, შავი და ფშავის არაგვი წარმოდგენილია წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების, სავეგეტაციო პერიოდის (მე6 და მე7 ცხრ.3ში), კვარტალური, თვიური და დეკადური წყლის ხარჯების პროგნოზები.

ვინაიდან წყალდიდობის ჩამონადენი შეადგენს წლიური ჩამონადენის 7080%, ამიტომ, მარტის თვეში, როცა გაიცემა წყალდიდობის პერიოდის საშუალო ხარჯის პროგნოზი, შესაბამისი კოეფიციენტების გამოყენებით შეიძლება ვიანგარიშოთ და მივიღოთ მთელი წლის საშუალო ხარჯის პროგნოზებიც სამივე წყალსაცავისათვის.

წყალსაცავებში ჩამდინარე წყლის ხარჯების პროგნოზები შეიძლება გავცეთ როგორც ჩვეულებრივი ფორმით, ასევე ალბათური ფორმითაც 5%-დან 95%-მდე უზრუნველყოფით (%).

აღსანიშნავია, რომ მიღებული საპროგნოზო განტოლებები შემუშავებულია მეტად შეზღუდული ინფორმაციის პირობებში. სადღეისოდ, ქვეყნის მძიმე ეკონომიკური მდგომარეობის გამო დაიხურა დაკვირვების პუნქტები და არ მიმდინარეობს მდინარეთა ჩამონადენის სრული აღრიცხვა. ამიტომ, საპროგნოზო მეთოდის შემუშავების დროს ვცდილობდით არ გამოგვეყენებინა ჰიდროლოგიური ინფორმაცია წყლის ხარჯებზე. ამის გამო განსაკუთრებული ყურადღება გავამახვილეთ პროგნოზებში თოვლში წყლის მარაგის სიდიდის (ჭ) გამოყენებაზე თოვლაგეგმის მარშრუტების მონაცემებით, რომლებიც ყოველწლიურად ტარდება მდინარეთა აუზებში.

ჰიდროლოგიური ინფორმაციის შეზღუდულობის პირობებში, ამა თუ იმ პერიოდის ჩამონადენის გამოთვლისას, მიღებული საპროგნოზო მნიშვნელობები შედარებულ უნდა იქნას მათ ნორმებთან და ექსტრემალურ სიდიდეებთან, რათა გამოირიცხოს არასწორი ინფორმაციით ან არასწორი გაანგარიშებით გამოწვეული შეცდომები. ამიტომ, არსებული დაკვირვებათა რიგების ანალიზით დავადგინეთ ყველა საპროგნოზო პერიოდის ჩამონადენის ნორმები, მათი ცვალებადობის მახასიათებლები და ავაგეთ უზრუნველყოფის მრუდები.

ამრიგად, წლის სხვადასხვა პერიოდის ჩამონადენის პროგნოზირება საშუალებას იძლევა რაციონალურად განაწილდეს წყალსაცავის წყლის რესურსები ეკონომიკის სხვადასხვა დარგის მოთხოვნილების შესაბამისად. წყალსაცავის ოპტიმალური რეჟიმით მუშაობა კი უზრუნველყოფს ელექტროენერჯის გამომუშავების გაზრდას, წყალმომარაგების გაუმჯობესებასა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის მატებას.

მაღალი წყლის პროგნოზის შემთხვევაში მოხდება წყალსაცავების დაცლა შესაბამისი გრაფიკით, რაც საშუალებას მოგვცემს შეკავებულ იქნას დიდი ნაკადის მოდინება და ასეთი დარეგულირებით შეიძლება თავიდან ავიცილოთ მოსალოდნელი მატერიალური ზარალი და მსხვერპლი. ამით ვვლინდება წყალსაცავების კიდევ ერთი მეტად სასარგებლო დანიშნულება წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების დარეგულირება. ამიტომ, წყალსაცავების ქსელი პერსპექტივაში აუცილებლად უნდა გაიზარდოს. მართალია, მათი აშენება დიდ ხარჯებთან არის დაკავშირებული, მაგრამ, მთის მცირე მდინარეების აღიდებამ შეიძლება გაცილებით უფრო დიდი მატერიალური დანაკარგი გამოიწვიოს. წყალსაცავების მშენებლობასთან ერთად კი საჭიროა შემუშავდეს შესაბამისი ჰიდროლოგიური პროგნოზები, რადგან წყალსაცავების ეფექტური გამოყენება და ექსპლუატაცია ბევრად არის დამოკიდებული ჰიდროლოგიური პროგნოზებით მომსახურების ხარისხზე.

ლიტერატურა REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. Метревели Г.С. Водохранилища Закавказья. Л., Гидрометеоиздат, 1985.
2. Владимиров В.Л., Гигинеишвили Г.Н. и др. Водный баланс Кавказа и его географические закономерности. Тбилиси, « Мецниереба », 1991.
3. Сванидзе Г.Г., Цомая В.Ш. и др. Водные ресурсы Закавказья. Л., Гидрометеоиздат, 1988.

უაკ 556.16.06

წყალსაცავებში ჩამდინარე წყლების პროგნოზირება შეზღუდული ინფორმაციის პირობებში. /ც.ბასილაშვილი/. შპის შრომათა კრებული. – 2001. – ტ. 106. – გვ.156-161. – ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

საქართველოს სამი მთავარი წყალსაცავისათვის (ჯვრის, ვარციხის და ჟინვალის) შემუშავებულია მათში ჩამდინარე წყლების გრძელვადიანი და მოკლევადიანი პროგნოზები წლის სხვადასხვა პერიოდისათვის: წყალდიდობის საშუალო და მაქსიმალური ხარჯების, სავეგეტაციო პერიოდის, კვარტალური, თვიური, დეკადური, დღეღამური და წყალმოვარდნების მაქსიმალური ხარჯების. ცხრ.3, ლიტ.დას.3.

UDC 556.16.06

Forecasting of water flow into the reservoirs under the limited information supply. /Ts. Basilashvili/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2001.V.106.p.156-166.Georg.: Summ. Georg., Eng., Russ.

Long and short term prognosis of the water inflow have been worked out for three main reservoirs of Georgia (Jvari, Vartsikhe and Zhinvali) for different periods of year: average and maximum discharge of water, vegetation period, quarterly, monthly, decade, daily and maximum discharge of rainy highflood water.Tab.3,Ref.3.

УДК 556.16.06

Прогнозирование притока воды в водохранилищах при ограниченной информации. /Басилашвили Ц.З./ Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2001. – т.106. – с.156-161. – Груз.; рез. Груз., Англ., Русск.

Для трёх главных водохранилищ Грузии (Джварское, Варцихское и Жинвальское) разработаны долгосрочные и краткосрочные прогнозы притока воды за разные периоды года: средние и максимальные расходы половодья, вегетационный сток, квартальные, месячные, декадные, суточные и максимальные расходы воды дождевых паводков. Таб.3, лит.3.

უკ 556.55

ს.გორგიჯანიძე

**საქართველოს გეოლოგიურ წარსულში ჩახერხვებით
წარმოშობილი დაბზუბული ტბების გეობრაფია**

საქართველოს რელიეფს რთული გეოლოგიური აგებულება ახასიათებს. მისი ასეთი სირთულე განპირობებულია წლების მანძილზე მასზე მუდმივი ეგზო – და ენდოგენური ძალების მოქმედებით. იგი განიცდიდა როგორც აზევების პროცესებს, ასევე დენუდაციას, როგორც გამყინვარების, აგრეთვე მყინვარების უკან დახვევის ეპოქას, მიწისძვრებისა და კლდეზვავების მოქმედებას, მეწყერების დიდი მასშტაბებით გავრცელებას, რის გამოც მისი სახე ძლიერ იცვლებოდა და იცვლება ამჟამადაც.

ამ პროცესებთანაა დაკავშირებული საქართველოს გეოლოგიურ წარსულში გრანდიოზული ჩახერხვები და დაგუბებული ტბების წარმოშობა, ზოგ შემთხვევაში კი გარღვევები და წყალმოვარდნები, რომელთაც ხშირად კატასტროფული შედეგები მოყვებოდა. ტბათა წარმოშობას წინ უძღოდა ქვაბულების, პლატოების, მოსწორებული და მაგიდისებური ფორმების წარმოქმნა. ჩახერგილი მასის მდგრადობა უშუალოდ განისაზღვრება მისი ამკვებელი ქანებით. მაგალითად, ვულკანური ლავა აგებულია გრანიტებით, ბაზალტური და ანდეზიტური ქანებით, რომელნიც ძნელად ირეცხება წყლით. ამ შემთხვევაში ჩახერგილი მასა უფრო მდგრადია, რასაც ვერ ვიტყვიტ კლდეზვავებით, მეწყერებით, მდინარეების გამონატანისა და გამოზიდვის კონუსებით ჩახერგილ მასაზე. იგი აგებულია ფხვიერი ქვიშაქვებით, ქვალორით, ალუვიური და ადვილად ნგრევალი მასალით. [3]

ამგვარი პროცესები საყურადღებო და მნიშვნელოვანია ბუნებრივ გარემოზე და ქვეყნის ეკონომიკაზე მათი როგორც უარყოფითი, ასევე დადებითი გავლენის გამო. მათი მოქმედება შეიძლება გამოიხატოს იმაში, რომ წარმოიშვება ქვაბულები და ჩადაბლებები. ჩახერგილი უბნების გარღვევისას ადგილი აქვს წყალმოვარდნებს, რაც მოსახლეობისათვის კატასტროფულ მოვლენას წარმოადგენს. ასევე უარყოფითია მათი ზემოქმედება ქვეყნის წყალსაცავების, გზების, კომუნიკაციების, ნავთობისა და გაზსადენების მიმართ შექმნილი საშიშროების გამო. დადებით მხარედ შეიძლება ჩაითვალოს ის, რომ დაგუბებული ტბები საქართველოს მოსახლეობისათვის წარმოადგენს წყალსაცავებს, რომლებიც გამოიყენება წყალმომარაგებაში, მათზე შეიძლება კაშხლების აგება, რომლებიც გამოყენებული იქნება

სამეურნეო და სამრეწველო თვალსაზრისით. ჩახერგვის შედეგად გარკვეულიადად ყალიბდება ბუნებრივ ტერიტორიული კომპლექსები /ბტკ/, რაც მნიშვნელოვანია საქართველოს ეკოლოგიური ევოლუციისათვის.

კვლევის მეთოდს საფუძვლად დაედო ლიტერატურული მასალები [1,46], ტოპოგრაფიული და გეომორფოლოგიური რუკები. განხილული იქნა როგორც გეოლოგიურ წარსულში დაგუბებული ტბების წარმოშობა, ასევე ჩახერგილი უბნების გარღვევები და მათთან დაკავშირებული წყალმოვარდნები.

მონაცემები საქართველოს გეოლოგიურ წარსულში, დაახლოებით კი მეოთხეულ პერიოდში მდინარის ხეობების ჩახერგვების შედეგად წარმოშობილი ყველა დაგუბებული ტბების შესახებ მოცემულია ცხრილში 1 და ნახ. 1ხე.

მაგალითისათვის ყურადღებას იპყრობს მდ. ანდისყოისუს ტექტონიკური ჩახერგვები სოფ. ჭეროს მიდამოებში (№13 ნახ. 1ის მიხედვით). აქ შემონახულია რელიქტური ეროზიული ვაკეები. რაც შემორჩენილია ხეობის სათანადო ნაწილის აღნაგობაში და მორფოლოგიურ თავისებურებაში [2]. დღესდღეობით ამ ვაკეებზე 21002200 მ ზ.დ. მდებარეობს ს.მალო, შენაქო და დიკლო.

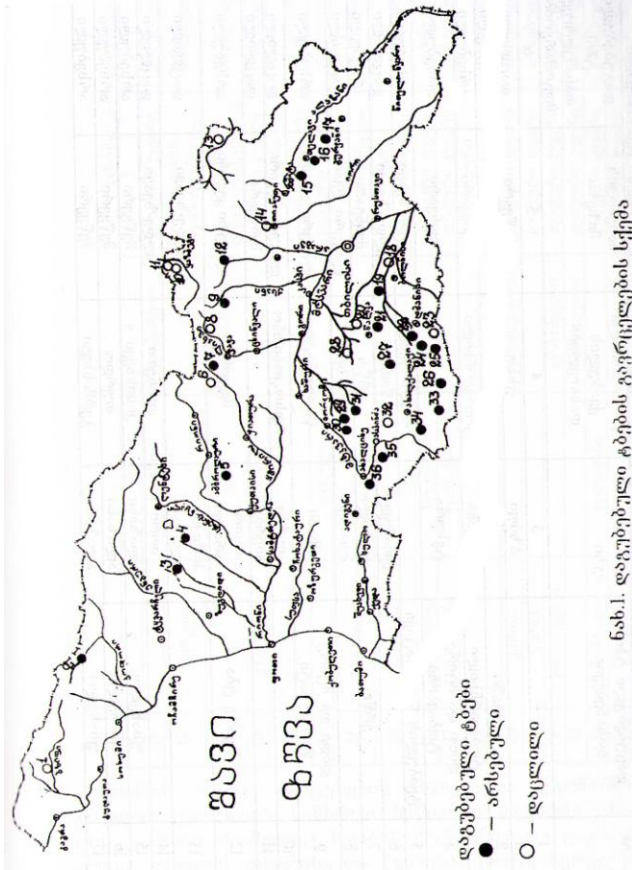
არანაკლებ საყურადღებოა ივრის ხეობის სამხრეთი ნაწილი, რომელიც თიანეთის ქვაბულს (№14) უკავია. იგი ივრის ხეობის ახევებულ უბნით გადაიღობა და წარმოიშვა ამ პროცესის შემდეგ. ახევების დერძი მთა ბერტყეხე გადის. ქვაბულის გაჩენას თან სდევდა მდინარეული და ტბიური ნაფენების დაგროვება ტექტონიკური კაშხლის ზემოთ და ამ უკანასკნელის შემდეგ უკვე ე.წ. ჩაჭრა. ამ პროცესის ერთობლიობით 10501300 მ ზ.დ. წარმოიშვა თიანეთის ქვაბულის ბრტყელი ქვიშებით, თიხნარებითა და რიყნარებით აგებული ვრცელი ფსკერი, მის ქვემოთ მდებარე ლელოვანის ვიწრობით.

თითქმის იგივე პროცესების შედეგადაა წარმოშობილი ტყიბულის ქვაბულის სამხრეთ ნაწილში მდებარე ახალსოფლის ტაფობი, რომელიც ხეობის ტექტონიკური გადაღობვის შედეგია. თოვლის დნობისა და წვიმების დროს ხვრელები და სიცარიელები ვერ იტყვდნენ წყალს და ჩნდებოდა დროებითი ტბები, რომელთაგან დღესდღეობით 5001000 მ შექმნილია ტყიბულის (№5) ხელოვნური წყალსაცავი. [5]

ტექტონიკის გარდა ხეობების ჩახერგვაში მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა მყინვარულმა მოქმედებებმა, რომელთაც ჩხალთის ქედის მთელ სიგრძეზე მყინვარულ სიცარიელებებში ბევრი ტბა წარმოიშვა და შემდეგ უკვე განაპირობა ჩხალთის ქედის აღნაგობა. აქ აღსანიშნავია ტბა ყვარაში (2270 მ) (2).

ცხრილი I სსაქართველოს ტერიტორიაზე გეოლოგიურ წარსულში დაგუბებული ტბების ჩამონათვალი

№	დაგუბებული ტბის დასახელება	მდინარის აუზი	წარმოშობილი ქვაბულის დასახელება	ჩახერგვის მიზეზი	ტბის მდგომარეობა
1		ბზიფი	ფსსუ	მეწყერი	დაცლილი
2	ყვარაში			მყინვარი	არსებული
3	ტობავარჩხილი	მაგანა	ტობავარჩხილი	მყინვარი	არსებული
4	დიდი და მცირე ტობავარი	ტეხურა		მყინვარი	არსებული
5	ტყობულის წყალსაცავი		ახალსოფელი	კლდეზავი	არსებული
6		დრამულა	წონი	კლდეზავი	დაცლილი
7	ერწო	ყვრილა	ერწო	მყინვარი	არსებული
8		ლიახვი	კაბიხტა	ლაგურიღვარი	დაცლილი
9	დიდი და მცირე წითელხატი	ქსანი	წითელხატი	ლაგურიღვარი	არსებული
10		თერგი	თრუსო,კობი,სნო	ლაგურიღვარი	დაცლილი
11		თერგი		მყინვარი	დაცლილი
12	მცირე ტბა	თათრი არაგვი	მლეოთა	ლაგურიღვარი	არსებული
13		პირიქითა ალაზანი		კლდეზავი	დაცლილი
14		თორი	თიანეთი	კლდეზავი	დაცლილი
15	უსახელო	ალაზანი	კისისხევი	მეწყერი	არსებული
16	უსახელო	ალაზანი	თურდო	მეწყერი	არსებული
17	უსახელო	ალაზანი	ჭერმისხევი	მეწყერი	არსებული
18		ხრამი	გომარეთი	ლაგური ღვარი	დაცლილი
19	ბერეთი			ლაგური ღვარი/ტექტონიკა	არსებული
20		ქცია	რეხათარსონი	ლაგური ღვარი/ტექტონიკა	დაცლილი
21	უზუმგელი	ხრამი		ლაგური ღვარი	არსებული
22	ლეკანგელი			ლაგური ღვარი/მყინვარი	არსებული
23		ჯიღლა		ლაგური ღვარი	დაცლილი
24	აბულგელი			ლაგური ღვარი/მყინვარი	არსებული
25	სამსარი			ლაგური ღვარი/მყინვარი	არსებული
26	მადათაფი	მტკვარი		ლაგური ღვარი	არსებული
27	ფარავანი	ფარავანი		ლაგური ღვარი	არსებული
28		მბათისწყალი	კაბური	ლაგური ღვარი/ტექტონიკა	დაცლილი
29	კახიხი		ციხისჯვარი	ლაგური ღვარი	არსებული
30	წერო			ლაგური ღვარი	არსებული
31	დაბაძველი		დაბაძველი	ლაგური ღვარი	არსებული
32			ბარაღეთი	ლაგური ღვარი	დაცლილი
33	ხანნალი	ფარავანი		ლაგური ღვარი	არსებული
34	ზრეხი		ახალქალაქი	ლაგური ღვარი	არსებული
35	წუნდი			მეწყერი	არსებული
36	აწყვიტა			მეწყერი	არსებული



ნახ.1. დაბუბუბული ტბების გაერეკლების სქემა

დიდი მნიშვნელობა გააჩნია აგრეთვე მყინვარულ პულსაციასთან დაკავშირებულ მოვლენებს, რომლის დროსაც ერთი და იგივე პროცესი ხშირად მეორდება, რასაც ზოგჯერ კატასტროფული შედეგები მოჰყვება. ამის კლასიკურ მაგალითს წარმოადგენს ყაზბეგის რაიონი, სადაც დაახლოებით XVII-XVIII საუკუნეებში დაიწყო აღრიცხვა და 1776, 1785, 1808, 1817, 1832, 1842, 1854 წლებში გაგრძელდა მყინვარ დეველორაკის პულსაცია, რომლისთვისაც დამახასიათებელი იყო მდინარის ხეობების მასშტაბური გავერცელება, რასაც დამანგრეველი შედეგები მოჰყვებოდა. აქედან მნიშვნელოვანია 1832 წელი, როდესაც მყინვარმა ჩახერგა მდ. თერგის ხეობა სოფ. გველეთთან 2 კმ სიგრძეზე და 100 მ სიგანეზე, შეაჩერა მდ. თერგის

დინება 8 საათით, შემდეგ ტბა (№11) გაირღვა, რასაც ყაზბეგის რაიონში კატასტროფული შედეგები მოჰყვა.

ცხრილი 1

№	საქართველოს ტერიტორიაზე გეოლოგიურ წარსულში დაგუბებული ტბების ჩამონათვალი	მდინარის აუზი	წარმოშობის ქვაბულის დასახელება	ჩაბეჭდვის მიხედვით	ლაგუნების ტიპის თანამედროვე მდგომარეობა
1	2	3	4	5	6
1		ბზიფი	ფსესუ	მეწკერი	დაცლილი
2	ჭვარში			მეინგარი	არსებული
3	ტობაგანხილი	მაგანა	ტობაგანხილი	მეინგარი	არსებული
4	ღიღი და მცირე ტობაგანი	ტესურა		მეინგარი	არსებული
5	ტყიბულის წყალსაცავი		ახალსოფელი	კლდე-ხევი	არსებული
6		ღრამულა	წინი	კლდე-ხევი	დაცლილი
7	ერწო	ყვრილა	ერწო	მეინგარი	არსებული
8		ლიახვი	კაბიზტა	ლაგური ღვარი	დაცლილი
9	ღიღი და მცირე წითელხატი	ქსანი	წითელხატი	ლაგური ღვარი	არსებული
10		თერგი	თერგოკობისნო	ლაგური ღვარი	დაცლილი
11		თერგი		მეინგარი	დაცლილი
12	მცირე ტბა	თათრი არაგვი	მლეთა	ლაგური ღვარი	არსებული
13		პირქიბა ალაზანი		კლდე-ხევი	დაცლილი
14		იორი	თიანეთი	კლდე-ხევი	დაცლილი
15	უსახელო	ალაზანი	კისისხევი	მეწკერი	არსებული
16	უსახელო	ალაზანი	თურდო	მეწკერი	არსებული
17	უსახელო	ალაზანი	ჭყემბისხევი	მეწკერი	არსებული

ცხრილ 1-ის გაგრძელება

1	2	3	4	5	6
18		ხრამი	გომარეთი	ლაგური ღვარი	დაცლილი
19	ბერეთი			ლაგური ღვარი/ტექტონიკა	არსებულნი
20		ძკია	რეხთარსონი	ლაგური ღვარი/ტექტონიკა	დაცლილი
21	უხუმბელი	ხრამი		ლაგური ღვარი	არსებულნი
22	ლკენგელი			ლაგური ღვარი/მყინვარი	არსებულნი
23		ჯიდლა		ლაგური ღვარი	დაცლილი
24	აბულბელი			ლაგური ღვარი/მყინვარი	არსებულნი
25	სამსარი			ლაგური ღვარი/მყინვარი	არსებულნი
26	მადთაფი	მტკვარი		ლაგური ღვარი	არსებულნი
27	ფარავანი	ფარავანი		ლაგური ღვარი	არსებულნი
28		ბუმბათისწყალი	კაბური	ლაგური ღვარი/ტექტონიკა	დაცლილი
29	კახისი		ციხისჯვარი	ლაგური ღვარი	არსებულნი
30	წერო			ლაგური ღვარი	არსებულნი
31	დაბაძეკელი		დაბაძეკელი	ლაგური ღვარი	არსებულნი
32			ბარალეთი	ლაგური ღვარი	დაცლილი
33	ხანალი	ფარავანი		ლაგური ღვარი	არსებულნი
34	ზრესი		ახალქადაქი	ლაგური ღვარი	არსებულნი
35	წუნდი			მეწყერი	არსებულნი
36	აწვიბა			მეწყერი	არსებულნი

გრანდიოზული ჩახერგვები ხდებოდა ლაგური ღვარების მიერ მდინარის ხეობების გადაღობვის შედეგადაც, რის მაგალითს წარმოადგენს ბორჯომის ხეობა და აქ არსებული დაგუბებული ტბები, აგრეთვე ჯავახეთის უახლეს წარსულში წარმოქმნილი ტბები, რომელთაგან ზოგიერთი დღესდღეობით გამქრალია. მათ ეკუთვნის, მაგალითად ბარაღეთის ტბა (№32), რომლის ფსკერი წარმოადგენს ამავე სახელწოდების სოფლის მიდამოებში არსებულ ვაკეს. ასევე ლაგურმა ღვარებმა მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა ჯავახეთის ქედაზე კარწახფარანის ტერიტორიის ჩამოყალიბებაში. აქ მაღალთაფის ვულკანურმა ღვარებმა წარმოშვა მაღალთაფის ტბა (№26), რომელიც ამჟამად დეგრადაციას განიცდის, აგრეთვე ფარანის ტბა (№27). უნდა აღინიშნოს, რომ ყველა ეს ტბა განიცდის ე.წ. “კვდომის” – დაჭაობების სტადიას. მაგალითად, ფარანის ტბის (2100 მ) წყლის სარკის ფართობი ქვედა მეოთხეულში [4] აღწევდა 52 კმ² და სიღრმე 115129 მ. ამჟამად ტბის წყლის სარკის ფართობი უდრის 37,5 კმ², ხოლო სიღრმე არ აღემატება 33,5 მ. [7]

ჩახერგილი ტბების გაჩენაში აგრეთვე მნიშვნელოვანია მეწყრული პროცესები, რომელთა მოქმედებებმა წარსულში მრავალი ჩახერგვები და დაგუბებული რაიონები წარმოშვა. მაგალითად შეიძლება მოყვანილ იქნას ფსხუს ქვაბული (№1), რომელიც ჩახერგა მეწყერთ მდ. ბზიფის შუა წელში, ზღვის დონიდან 500 მ სიმაღლეზე. მეწყერთანაა დაკავშირებული აგრეთვე აწყვიტას ტბის გაჩენა (№35) მდ. კუნცისხევის ხეობაში, ასევე სოფ. ხერთვისის ზემოთ წუნდის ტბის წარმოშობა (№34).

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, მნიშვნელოვანი ყურადღება უნდა მიექცეს ყველა აღნიშნულ რაიონს, რადგან მდინარის ხეობების ჩახერგვები, მათთან დაკავშირებული დაგუბებები, გარღვევები და წყალმოვარდნები დღესაც მიმდინარეობს. ეს პროცესები იცვლება ამა თუ იმ შინაგანი და გარეგანი ფაქტორების ზეგავლენით. ამიტომ აუცილებელია საჭირო სამუშაოების ჩატარება, რათა მოსახლეობას და აგრეთვე ახალ ბუნებრივ ტერიტორიულ კომპლექსს ააცილოს მოსალოდნელი ეკოლოგიური კატასტროფა. კერძოდ, საშიშროების მოახლოებისას დროულად უნდა მოხდეს მოსახლეობის წინასწარი გაფრთხილება, საჭირო შემთხვევაში კი ევაკუაცია, აგრეთვე ისეთ ტექნოლოგიურ ღონისძიებათა განხორციელება, როგორც არის ამ რეგიონებში არსების გაყვანა, კაშხლების აგება, დროულად სპეციალური მიდსადენებით წყლის დაცლა ქვაბულებიდან და ა.შ.

აღნიშნული მასალა საფუძვლად დაედება კლასიფიკაციას, რომელიც სისტემაში მოიყვანს მონაცემებს როგორც საქართველოს გეოლოგიურ წარსულში, აგრეთვე თანამედროვე ეპოქაში მდინარეთა

ხეობების ჩახერგვების შედეგად წარმოშობილი დაგუბებული ტბების შესახებ.

ლიტერატურა REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. ასტახოვი ნ. ჯავახეთის ახალგაზრდა ვულკანიზმისა და ძველი გამყინვარების საკითხისათვის. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის “მოამბე”,ტ.13,№1,თბილისი,1952, გვ.330 386.
2. ასტახოვი ნ., მარუაშვილი ლ. თიანეთის ქვაბულის მდ. იორის ხეობაში, როგორც მაგალითი ხეობის ტექტონიკური შეგუბებებით განპირობებული მორფოგენეზისა. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის “მოამბე”,ტ.15, №4,თბილისი,1954, გვ.106 107.
3. მარუაშვილი ლ. საქართველოს ფიზიკური გეოგრაფია, ნაწილი II,გამომცემლობა,თბილისი,1970,გვ.1419.
4. Апхазова И.С. Озера Джавахетии.В сб. «К изучению климатических и гидрологических элементов Грузии». Изд. «Мецниереба». Тбилиси, 1966,с.4357.
5. Джanelidze А.И. Геологические наблюдения в Окрибе и в смежных частях Рачи и Лечхуми. Изд. «Мецниереба».Тбилиси,1940,с.6068.
6. Маруашвили Л.И. К геоморфологии и четвертичной истории Тушети. «Известия Груз. географ. обва»,№7,Тбилиси,1939,с.142148.
7. Цомаия В.Ш. Прошдое и современное гидрографогидрологическое состояние оз.Паравани и рекомендации по восстановлению его экологических условия.Тр. ЗакНИГМИ, вып. 92(99), 1990,с.1228.

უკ 556.55

საქართველოს გეოლოგიურ წარსულში ჩახერგვებით წარმოშობილი დაგუბებული ტბების გეოგრაფია. /ს.გორგიჯანიძე/. შმის შრომათა კრებული. – 2001. – ტ. 106. –გვ.162-170. –ქართ.,რეზ.ქართ.,ინგლ.,რუს.

დახასიათებულია დაგუბებული ტბები, რომელთა წარმოშობა დაკავშირებულია ტექტონიკურ, კლდეების და მყინვარული ჩამონაქცევის, თოვლის ზგავენის, მდინარეული ყინულების და მეწყერებით ჩახერგვით პროცესებთან. მოყვანილია მათი გეოგრაფია, დაგუბებული ტბების განაწილების რუკით, მათი ტიპების და წარმოშობის ჩვენებით. ილ.1,ცხრ.1,ლიტ.დას.7.

UDC 556.55

Geography of lakes of Georgia, blocked up in geological past /S.Gorgijanidze/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2001.V.106.p.162-170. Georg.: Summ.Georg., Eng., Russ.

Blocked up lakes, origin of which is connected with tectonic processes, mountain landslides and avalanches, river and landslip block ups, etc. are

considered, as well as their physical geography supplied with the map of their distribution indicating type, conditions and origin of these lakes.Fig.1,Tab.1,Ref.7.

УДК 556.55

География запрудных озер завального происхождения, образовавшихся в геологическом прошлом Грузии. /Горгиджанидзе С.Г./ Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2001. – т.106. – с.162-170. – Груз.; рез. Груз.,Анг.,Русск.

Характеризуются завальные озера, происхождение которых связано с тектоническими процесами, сопровождающимися горным и ледниковым обвалами, а также с снеголавинными, речными и оползневыми завалов и др. Дается их география с картой распределения завальных озер, с указанием типов и условий их происхождения.Рис.1,таб.1,лит.7.

უკ 551.577

ნ. კოჭლამაზაშვილი

**შიდატენზომეტრების გამოთვლის მეთოდი მდინარეების
არაბზის, მსნის, ლეხურასა და ლიახვის წყალშემკრები
აუზების მატალიზიზაცია**

ტენზომეტრები წარმოადგენს ერთერთ მნიშვნელოვან პროცესს ბუნებაში. ჰიდროლოგიაში შიდატენზომეტრიული ტენზომეტრები კვლევის აუცილებელ საგანს წარმოადგენს და მისი შესწავლის შედეგებს დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

ამ საკითხის ინტენსიური შესწავლა დაიწყო 70-იან წლებში კაშინის, პოლსიანის, ბუდიკოს და დროზდოვის მიერ ყოფილი სსრკს ევროპული ნაწილისათვის, რომელიც წარმოადგენს ვაკე ტერიტორიას [1,2]. ამ ტერიტორიაზე გაზომილი ნალექების და ჩამონადენის, აგრეთვე აორთქლების გამოთვლილი მონაცემებით, შეფასებული იქნა ტენზომეტრების კოეფიციენტის მნიშვნელობები. ეს კოეფიციენტი გვიჩვენებს აუზის გარედან შემოსული წყლის ორთქლის ნაკადიდან რა ნაწილი გარდაიქმნა აუზის წყალშემკრებზე მოსულ ნალექებად. მთიანი რაიონებისთვის ტენზომეტრების კოეფიციენტის შეფასება არ ჩატარებულა. მოცემულ ნაშრომში გამოთვლილია კოეფიციენტის მნიშვნელობები კავკასიონის ქედის ცენტრალური ნაწილის სამხრეთ ფერდობის მდინარეთა წყალშემკრები აუზებისათვის (მდ. არაგვი, ქსანი, ლეხურა, ლიახვი), რაც მეტად მნიშვნელოვანია თეორიული და პრაქტიკული თვალსაზრისით.

შემოთავაზებული გამოთვლის მეთოდი ეყრდნობა ფაქტიური დაკვირვების მასალებს ნალექებზე და ჩამონადენზე (ცხრ.1). ნალექები დახასიათებულია მეტეოროლოგიური სადგურების მონაცემებით. ჩამონადენისათვის გამოყენებულია განსაზღვრულ ჰიდროლოგიურ კვთებისათვის ჩამონადენის მნიშვნელობათა დამოკიდებულება აუზის საშუალო სიმაღლესთან, იგი მოცემულია გრაფიკის სახით ნახ.1ზე. აორთქლების მნიშვნელობა (Q_z) დადგენილ იქნა წყლის ბალანსის მეთოდით გაზომილი ნალექების (Q_x) და გრაფიკიდან ჩამოღებული ჩამონადენის (Q_y) მნიშვნელობათა მიხედვით:

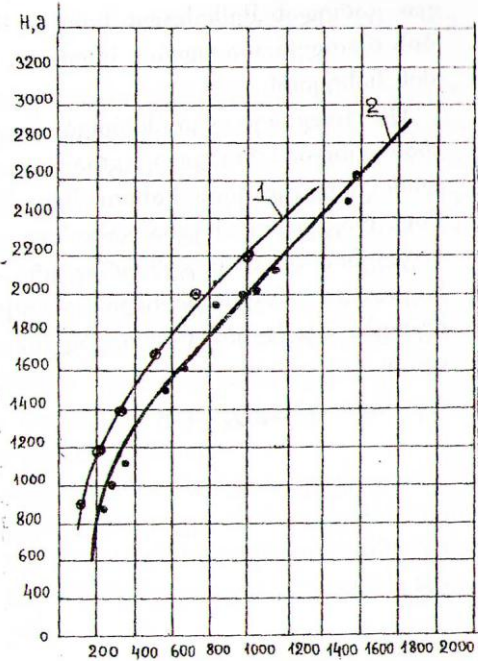
$$Q_z = Q_x - Q_y \quad (1)$$

როგორც ცნობილია, სადგურზე გაზომილი ნალექების მონაცემები შეიცავენ მოცემულ რეგიონში გარედან შემოსული ორთქლის მასებისაგან წარმოქმნილ ნალექებს (Q_x^b) და შიდა, ადგილობრივი ორთქლის მასებისაგან წარმოქმნილ ნალექებს (Q_x^m).

$$Q_x = Q_x^b + Q_x^m \quad (2)$$

ცხრილი I
ტენიანობის მახასიათებლები და ტენზომეტრის კოეფიციენტის გამოთვლილი მნიშვნელობები

ტენიანობის მახასიათებლები და ტენზომეტრის კოეფიციენტის გამოთვლილი მნიშვნელობები	სიმაღლე, მ	ნალექები, მმ	$t^{\circ}C$	ρ	წყარობის ფართობი, ჰა	$Q^b = (Q_x + Q_y) / 2$	$K_T = Q_x / Q^b$	$K_n = 100 Q^b / Q_x$	$Q^b = a Q_x + b$	$K_T = Q_x / Q^b$	$K_n = 100 Q^b / Q_x$
მუხრანის რაიონის სოფ. ლივინო	550	516	13.6	476	40	278	1.85	54	283	1.82	54
ქვემო ქართლი რაიონის სოფ. ლივინო	727	682	10.2	492	190	436	1.56	64	422	1.61	62
ქვემო ქართლი რაიონის სოფ. ლივინო	760	745	9.6	685	60	352	1.83	54	391	1.64	60
ქვემო ქართლი რაიონის სოფ. ლივინო	862	598	9.5	508	90	344	1.73	57	352	1.69	58
ქვემო ქართლი რაიონის სოფ. ლივინო	922	681	9.7	441	240	460	1.48	67	422	1.66	61
ქვემო ქართლი რაიონის სოფ. ლივინო	1070	932	7.8	612	320	626	1.49	67	632	1.47	67
ქვემო ქართლი რაიონის სოფ. ლივინო	1119	966	7.8	774	192	579	1.66	60	661	1.49	68
ქვემო ქართლი რაიონის სოფ. ლივინო	1325	1195	6.7	715	480	837	1.42	70	853	1.40	70
ქვემო ქართლი რაიონის სოფ. ლივინო	1325	1044	6.4	564	480	762	1.37	72	727	1.43	69
ქვემო ქართლი რაიონის სოფ. ლივინო	1760	1247	4.3	467	780	1013	1.23	81	1077	1.15	86
ქვემო ქართლი რაიონის სოფ. ლივინო	1910	1200	4.6	280	920	1060	1.13	88	1038	1.15	86
ქვემო ქართლი რაიონის სოფ. ლივინო	1970	843	2.9	113	730	786	1.07	93	808	1.04	95
ქვემო ქართლი რაიონის სოფ. ლივინო	2198	1452	2.1	282	1170	1311	1.10	90	1319	1.10	90
ქვემო ქართლი რაიონის სოფ. ლივინო	2240	1054	1.9	124	930	992	1.06	94	985	1.07	93
ქვემო ქართლი რაიონის სოფ. ლივინო	2395	1503	-0.2	123	1380	1442	1.04	96	1142	1.04	95



ნახ.1.მდინარეების დიდი ლიახვი, ქსანის, ლეხურას, მეჯუღას (მრ. 1) და არაგვის (მრ. 2) ჩამონადენის (h) დამოკიდებულება აუზის საშუალო სიმაღლეზე (H).

თუ გავითვალისწინებთ [2]ში მოცემულ შეფასებას და ჩავთვლით, რომ ადგილობრივი აორთქლების ხარჯზე წარმოშობილი ატმოსფერული ნალექები ტოლია მოცემულ მთლიან ტერიტორიაზე აორთქლების შედეგად წარმოქმნილი წყლის ორთქლის ნახევრისა, მაშინ მივიღებთ:

$$Q_x^m = 0.5 Q_z \quad (3)$$

(1)განტოლების (3)ში ჩასმით გვაქვს:

$$Q_x^m = 0.5 (Q_x Q_y) \quad (4)$$

ე.ი. რეგიონში აორთქლების შედეგად წარმოშობილი ატმოსფერული

ნალექები ტოლია სადგურზე გაზომილი ნალექებისა და ჩამონადენის სხვაობის ნახევრის.

(4)დან Q_x^b -ის ფორმულა (2)ში ჩასმით მივიღებთ

$$Q_x = Q_x^b + 0.5(Q_x - Q_y).$$

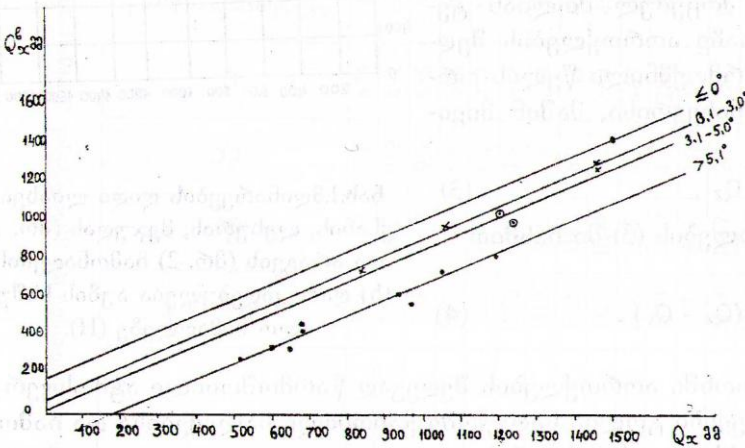
აქედან:

$$Q_x^b = Q_x - 0.5Q_x + 0.5Q_y = 0.5(Q_x + Q_y). \quad (5)$$

ე.ი. გარედან შემოსული ნოტიო მასებიდან წარმოქმნილი ნალექების რაოდენობა უდრის საერთო ნალექებისა და ჩამონადენის ჯამის ნახევარს.

Q_x^b სიდიდეს უკავშირდება ტერიტორიაზე მოსული ნალექების რაოდენობა, რომელიც გრაფიკულად ასახულია ნახ. 2ზე წრფივი დამოკიდებულების სახით. მოცემულ დამოკიდებულებათა თანახმად, რაც უფრო მეტია გაზომილი ნალექების რაოდენობა და რაც ნაკლებია ჰაერის ტემპერატურა, მით მეტია გარედან შემოსული ნაკადიდან წარმოქმნილი ნალექების რაოდენობა. ეს დამოკიდებულება შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი ემპირიული ფორმულით:

$$Q_x^b = aQ_x + b, \quad (6)$$



ნახ.2. გარედან მოსული ნალექების (Q_x^b) დამოკიდებულება მოსულ ნალექთა რაოდენობაზე (Q_x)

სადაც, a არის წრფის დახრილობის კუთხის ტანგენსი, ხოლო b მონაკვეთის სიდიდე, რომელიც აღებულია გარედან მოსული ნალექების ღერძზე კოორდინატთა სათავიდან გადაკვეთის წერტილამდე. ნახაზის თანახმად $a=0,84$, ხოლო b -ს მნიშვნელობა დამოკიდებულია ტემპერა-

ტურაზე. კერძოდ, როცა ტემპერატურის მნიშვნელობა ასეთ საზღვრებშია: $t \leq 0^{\circ}$, $0.13 \cdot 0^{\circ}$, $3.15 \cdot 0^{\circ}$ და $t > 5^{\circ}$ ზე, მაშინ, შესაბამისად, $b=180, 100, 30150$.

მოცემული (5) და (6) ფორმულებით გამოთვლილი კოეფიციენტის მნიშვნელობათა შედარებამ ფაქტიურ სიდიდეებთან მოგვცა ცდომილება 11%მდე, საშუალოდ კი იგი ტოლი აღმოჩნდა 5%-ს, რაც ნაკლებია დასაშვებ ცდომილებაზე. ამიტომ, ფორმულა (6) შეიძლება გამოვიყენოთ პრაქტიკაში, გარედან მოსული ნალექების გამოსათვლელად.

უნდა აღვნიშნოთ, რაც უფრო მცირეა ტერიტორია, მით უფრო დიდია გარედან შემოსული ორთქლისაგან წარმოქმნილი ნალექების როლი შიდა ტერიტორიულ ტენზრუნვაში. ტერიტორიის გაზრდასთან ერთად, იზრდება ადგილობრივი ორთქლისგან წარმოქმნილი ნალექების წვლილი ტენზრუნვაში.

აღნიშნული მონაცემების საფუძველზე, როდესაც გვეცოდინება სადგურზე გამოზომილი ნალექების სიდიდე, ამ სადგურისათვის შესაბამისი ჩამონადენის და ამ ორი მახასიათებლის გამოყენებით გამოთვლილი ორთქლების მნიშვნელობები, ადვილად შეგვიძლია განვსაზღვროთ ფარდობა:

$$K_T = Q_x / Q_x^b, \quad (7)$$

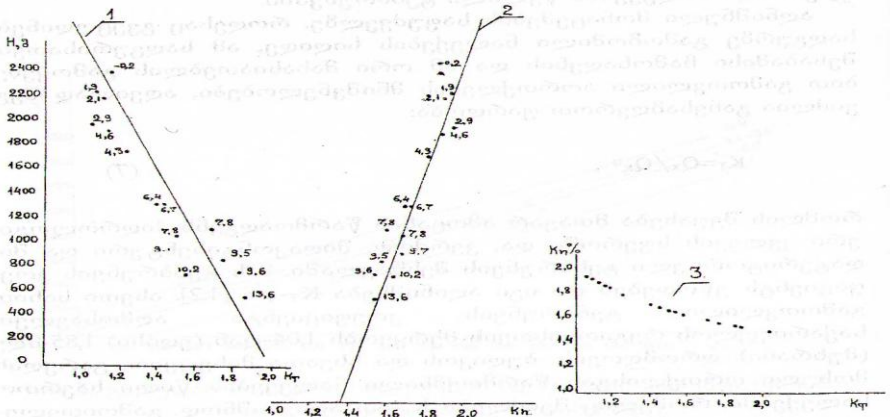
რომლის შეფასება მთავარ ამოცანას წარმოადგენს ჰიდროლოგიური კვლევის სფეროში და, კერძოდ, შიდაკონტინენტური და შიდატერიტორიული ტენზრუნვის შესწავლაში. მას ტენზრუნვის კოეფიციენტს უწოდებენ და იგი აღინიშნება K_T თი [1,2]. ასეთი სახით გამოთვლილი ტენზრუნვის კოეფიციენტი აღმოსავლეთ საქართველოს რეგიონისთვის მერყეობს 1,04დან (ედისი) 1,85მდე (მუხრანი). დროზდოვის, ბუდიკოს და სხვათა მიხედვით, გარედან მოსული ორთქლისგან წარმოქმნილი ნალექების წილი საერთო ნალექებში, რომელიც შეიძლება ით აღვინიშნოდ, გამოითვლება ფორმულით[1,2]:

$$K_n = 100 Q_x^b / Q_x. \quad (8)$$

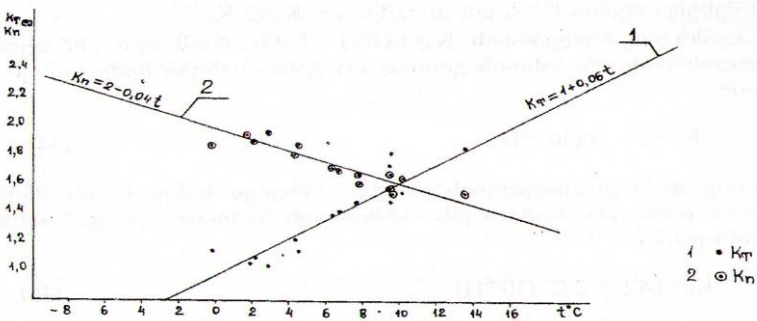
ტენზრუნვის კოეფიციენტის სიდიდე მთიან რეგიონებში მცირდება ადგილის სიმაღლის ზრდასთან ერთად, რადგან ამ მიმართულებით იზრდება გარედან მოსული ნალექების რაოდენობა ადგილობრივი ორთქლების შემცირების ხარჯზე და უახლოვდება მოსული საერთო ნალექების რაოდენობას.

საკითხის უკეთ შესწავლის მიზნით, აგებულ იქნა გრაფიკები K_T და K_n ტენიანობის კოეფიციენტების დამოკიდებულებისა ადგილის სიმაღლეზე (ნახ.3). წერტილებთან დატანილია ჰაერის ტემპერატურის მნიშვნელობები. ასევე, შედგენილ იქნა გრაფიკული კავშირი თვით K_n ტენზრუნვის კოეფიციენტსა და მის შესაბამის K_T სიდიდეს შორის,

რომეიც გვაძლევს საშუალებას გამოვითვალოთ გარედან მოსული ჰაერის მასებისაგან წარმოქმნილი ნალექების წილი შიდა ტერიტორიულ ტენზონებაში (ნახ. 3 და 4).



ნახ.3. K_T (მრუდი 1) და K_n (მრუდი 2) დამოკიდებულება ადგილის სიმაღლეზე (H) და K_T დამოკიდებულება K_n -ზე (მრუდი 3). წერტილებთან ნაჩვენებია ჰაერის ტემპერატურის მნიშვნელობები.



ნახ.4. K_n ტენიანობის კოეფიციენტის (მრ. 1) და ტენიანობის პროცენტული სიდიდის K_T (მრ. 2) დამოკიდებულება ჰაერის ტემპერატურაზე (t).

წარმოდგენილი დამოკიდებულებები ხასიათდებიან მაღალი კორელაციური კოეფიციენტით, რომელიც თავისთავად გვიჩვენებს კვლევის დადებით შედეგიანობას.

მიღებული მონაცემების შემდგომ ანალიზში ყურადღება მიექცა ტენიანობის კოეფიციენტების ცვალებადობის კანონზომიერების გამოვლენას მაფორმირებელი ფაქტორების გათვალისწინებით. კერძოდ, ნახ. 3 და 4ზე მოყვანილი დამოკიდებულებებით

$$K_T=f_1(H), \quad K_n=f_2(H), \quad (10)$$

$$K_T=f_3(t), \quad K_n=f_4(t), \quad (11)$$

შეიძლება განვსაზღვროთ K_T სა და K_n ს შორის არსებული კავშირი

$$K_n=f_5(K_T), \quad (12)$$

რომლის გრაფიკული წარმოდგენა ნახვენებია ნახ. 3ზე (მრ. 3). ეს დამოკიდებულება ასახავს მრუდხაზოვან კლებად ფუნქციას, რომლის ანალიზური გამოსახულებაა შემდეგი ფორმულა:

$$K_n=C/K_T^m. \quad (13)$$

აქ C და m ემპირიული პარამეტრებია, მათი რიცხვითი მნიშვნელობებია $C=2$, და $m=0,43$. ე.ი. $K_n=2/K_T^{0,43}$.

დამოკიდებულებიდან $K_n=f_5(K_T)$ ჩანს, რომ იგი იზრდება სიმაღლის შემცირებასთან ერთად და გამოისახება შემდეგი ფორმულით:

$$K_T=2 \cdot 36(10^{-5}H). \quad (14)$$

მეორე დამოკიდებულებასაც აქვს წრფივი სახე. ეს მნიშვნელობა იზრდება სიმაღლის ზრდასთან ერთად და გამოისახება ფორმულით:

$$K_n=1.42 + 232(10^{-6}H). \quad (15)$$

თუ ავიღებთ (13) და (15) ფორმულების ჯამს და მასში ჩავსვამთ m ს მნიშვნელობას ფორმულა (14)დან, გარდაქმნის საფუძველზე, მივიღებთ უფრო საიმედო ფორმულას:

$$K_n=0.71+116(10^{-6}H)+[2 \cdot 36(10^{-5}H)]^{0,43}. \quad (16)$$

ფორმულა (16) მეტად მნიშვნელოვანია, რადგან განსაზღვრავს მთიან რეგიონში ნებისმიერ სიმაღლეზე გარედან შემოსული ტენით წარმოქმნილი ნალექების წილს საერთო ნალექებში და გვაძლევს საშუალებას დასაშვები სიზუსტით შევაფასოთ ტენბრუნვის კოეფიციენტის მნიშვნელობა მოცემული წყალშემკრებისათვის.

ლიტერატურა REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. Мировой водный баланс и водные ресурсы. Л., Гидрометеиздат, 1974, 638 с.
2. Чеботарев А.И. Общая гидрология (воды суши). Л., Гидрометеиздат, 1975, 544 с.

უკ 551.577

შიდატენბრუნვის გამოთვლის მეთოდი მდინარეების არავის, ქსნის, ლეხურასა და ლიახვის წყალშემკრები აუხების მაგალითზე. /ნ.კოჭ-

ლამაზაშვილი/. ჰმის შრომათა კრებული. – 2001. – ტ. 106. – გვ.171-178. – ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

მოყვანილია ტენბრუნვის კოეფიციენტის გამოთვლის შედეგები 15 ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურისა და საგუშაგოს მრავალწლიური მონაცემების გამოყენებით. დადგენილია კოეფიციენტების ცვლილების კანონზომიერებანი ადგილის სიმაღლისა და ჰაერის ტემპერატურასთან მიმართებაში. შემოთავაზებულია ემპირიული სტატისტიკური ფორმულები ტენბრუნვის კოეფიციენტების გამოსათვლელად რეგიონის ნებისმიერი ადგილისათვის, რომელთა საფუძველზე შეიძლება გამოვიანგარიშოთ აუხის ტერიტორიაზე “შიდა” და “გარე” ნალექების რაოდენობა, შევაფასოთ მათი როლი აუხის ტენბრუნვაში. ილ.4,ცხრ.1,ლიტ.დას.2.

UDC 551.577

Method for the estimation of moisture circulation within the river basin. Case study for the watersheds of Aragvi, Ksani, Lekhura and Liakhvi rivers. /N.Kochlamazashvili/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2001.V.106.p.171-178.Georg.: Summ.Georg., Eng., Russ.

Results of calculation of moisture circulation coefficient according to many year data of 15 hydrometeorological stations and posts are presented. On their basis, main regularities of coefficient variation with the altitude and air temperature have been established. Empirical statistical formulae are suggested to calculate moisture circulation coefficients over any territory of the region and on their basis amount of local and outer precipitation may be estimated as well as its role in water circulation within the basin.Fig.4,Tab.1,Ref.2.

УДК 551.577

Метод расчета внутреннего влагооборота на примере бассейнов рек Арагви, Ксани, Лехура и Лиахви. /Кочламазашвили Н.Л./ Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2001. – т.106. – с.171-178. – Груз.; рез. Груз.,Анг.,Русск.

Приведены результаты расчета коэффициента влагооборота по многолетним данным 15 гидрометеорологических станций и постов. Установлены основные закономерности изменения коэффициентов с высотой местности и температурой воздуха. Предложены расчетные эмпирико-статистические формулы для расчета коэффициентов влагооборота на любой территории региона, с помощью которых можно вычислить количество «местных» и «внешних» осадков, выпавших на водосборе, оценить их роль во влагообороте внутри бассейна Рис.4,таб.1, лит.2.

უკ 551.578.48

ლ.ქაღლაძე

საქართველოს ტერიტორიის ზვავაქტიურობა

ზვავაქტიურობის რეგიონების საზღვრების და ზვავაქტიურობის ხარისხის დადგენა ამ რეგიონების გეოგრაფიაზე ზვავაქტიურობის თავისებურებათა გამოვლენის აუცილებლობას განაპირობებს. ამავ დროს, ზვავაქტიურობის რეგიონების საზღვრების დადგენასთან ერთად, ზვავაქტიურობის ხარისხის განსაზღვრა გლაციოლოგიური კვლევის ერთერთი მნიშვნელოვანი საკითხია.

ტერიტორიის ზვავაქტიურობის გამოვლენის მეთოდების განხილვამდე მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ტერმინ "ტერიტორიის ზვავაქტიურობის" განმარტება, რადგან მას ხშირად ტერმინ "ტერიტორიის ზვავაქტიურობასთან" აიგივებენ. ტერიტორიის ზვავაქტიურობა გვიჩვენებს, თუ ტერიტორიის რა ნაწილია ზვავაქტიურობის, ანუ ტერიტორიის რა ნაწილზე შეიძლება გავრცელდეს ზვავის მოქმედება. ტერიტორიის ზვავაქტიურობა კი გვიჩვენებს, თუ ტერიტორიის რა ნაწილზე შეიძლება წარმოიქმნეს ზვავი, ანუ ტერიტორიის რა ნაწილია აქტიური ზვავის წარმოქმნის თვალსაზრისით. ზვავაქტიურობა არემ შეიძლება მოიცავს როგორც ზვავაქტიური, ისე არაზვავაქტიური ტერიტორიაც, რადგან ზვავაქტიურ ტერიტორიაზე წარმოიქმნილი ზვავი შეიძლება არაზვავაქტიურ ტერიტორიაზეც გავრცელდეს. საერთოდ, ზვავაქტიურობის მთლიანად ზვავაქტიურობა, მაგრამ ამავ დროს მისი სამი შემადგენელი ნაწილისაგან ზვავის კერა ყოველთვის არის ზვავაქტიური, ზვავადენი (ზვავის კალაპოტი) ძირითადად ზვავაქტიური, ხოლო ზვავის გამოზიდვის კონუსის ზედაპირი კი უმეტესად არაზვავაქტიური (მისი ზედაპირის დახრილობა ხშირად ნაკლებია 15%-ზე და ამრიგად, მასზე არ შეიძლება წარმოიქმნას ზვავები). ამასთან, ზვავაქტიური ტერიტორია შეიძლება არაზვავაქტიურობის კი იყოს. ეს იმ შემთხვევაში, როცა არსებობს დიდი დახრილობის მქონე უტყეო ფერდობი (ზვავაქტიურობის უტყეო პირობები), მაგრამ მასზე ზვავები არ წარმოიქმნება იმის გამო, რომ მთიანი რეგიონის ამ ნაწილში არ მოდის ზვავების წარმოქმნისათვის საკმარისი რაოდენობის თოვლი ან საერთოდ თოვლი აქ არ დაიკვირვება.

ამრიგად, ზემოთაღნიშნულიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ ტერიტორიის ზვავაქტიურობა გვიჩვენებს, თუ ტერიტორიის რა ნაწილზე შეიძლება გავრცელდეს ზვავი, ხოლო ტერიტორიის ზვავაქტიურობა თუ ტერიტორიის რა ნაწილზე შეიძლება წარმოიქმნას ზვავი.

ტერიტორიის ზეგვაქტიურობის გამოვლენა საშუალებას იძლევა დადგინდეს იქნას მთიანი სისტემის, მდინარის აუზის, ან ცალკეული ფერდობის რა ნაწილზე შეიძლება წარმოიქმნას ზვავი, ანუ მათი რა ნაწილი დებულობს აქტიურ მონაწილეობას ზვავის წარმოქმნასა და გავრცელებაში.

ზეგვაქტიური ცალკეული ფერდობის და თვით ცალკეული ზვავ-შემკრების საზღვრების დადგენისა და მათი მსხვილმასშტაბიან რუკებსა და გეგმებზე ცალკე გამოსახვის მრავალი მეთოდი არსებობს. ამავე დროს დიდი ფართობის მქონე ტერიტორიისათვის (მთიანი სისტემა, მდინარის აუზი და სხვ.), ზვავსაშიშროების დადგენის დროს, ზეგვაქტიური ტერიტორიის ცალკე გამოყოფა და მისი საშუალო და წვრილმასშტაბიანი კარტოგრაფირება შეუძლებელია. აღნიშნული ვითარება იმითაა განპირობებული, რომ ცალკეულ ფერდობზე და თვით ცალკეულ ზვავშემკრების ფარგლებშიც კი ხშირია ზეგვაქტიური და არაზეგვაქტიური მონაკვეთების მონაცვლეობა. დიდი ფართობის მქონე ტერიტორიის ზვავსაშიშროების რუკების შედგენის დროს ზეგვაქტიური და არაზეგვაქტიური მონაკვეთების ხშირი მონაცვლეობის გამოსახვის საშუალებას მასშტაბი არ იძლევა. გარდა ამისა, ზეგვაქტიური ტერიტორიის გავრცელებასა და ფართობზე ამჟამად არსებული ფაქტიური მონაცემები მთიანი რეგიონების ტერიტორიის ზვავსაშიშროების ხარისხის შესაფასებლად არასაკმარისია.

ხემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, ტერიტორიის ზეგვაქტიურობის დადგენა, ძირითადად, წარმოებს ზვავწარმოქმნელი ფაქტორების (რელიეფი, მცენარეული საფარის და სხვ.) თავისებურებების ანალიზის საფუძველზე, ხოლო ზეგვაქტიური ტერიტორიის სიდიდის ანუ მისი ხვედრითი წილის გამოსახვა რუკებზე არა აბსოლუტურ, არამედ შეფარდებით სიდიდეებში.

დიდი ტერიტორიის ზეგვაქტიურობის გამოვლენას ყველა მკვლევარი ზეგვაქტიური ფერდობებისა და საერთოდ, ფერდობების ურთიერთდამოკიდებულების თავისებურებების ანალიზის საშუალებით ცდილობს, კერძოდ კი, ზეგვაქტიური ფერდობის ფართობის შეფარდებით საერთო ფართობთან (გამოსახულს პროცენტებში), მაგრამ თვითონ ტერიტორიის ზეგვაქტიურობის სახელწოდება და მისი დადგენის მეთოდები განსხვავდება ერთმანეთისაგან.

ტერიტორიის ზეგვაქტიურობაზე, როგორც ზვავსაშიშროების ხარისხის ერთერთ ძირითად განმსაზღვრელ მახასიათებელზე, ვ.ცომიამ და კაბდუშელიშვილმა ყურადღება ჯერ კიდევ 1968 წელს გაამახვილეს და შეიმუშავეს ტერიტორიის ზეგვაქტიურობის (ზეგვაქტიურობის კოეფიციენტის სახელწოდებით) დადგენის მეთოდი სათანადო ფორმულით. მ.ხალიხანოვიმა გააანალიზა რა ტერიტორიის ზეგვაქტიურობის დადგენის მეთოდები, დაასკვნა, რომ „მხოლოდ მახასიათე-

ბელს, რომელიც გამოხატავს ტერიტორიის ზეავაქტიური ფართობის შეფარდებას საერთო ფართობთან, შეუძლია მეტნაკლებად ობიექტურად მოგვცეს მოცემული ტერიტორიის ზეავსაშიშროების რაოდენობრივი დახასიათება. ეს დახასიათება შეიძლება გამოყენებულ იქნას შედარებით ან პრაქტიკული მიზნებისათვის. ამიერკავკასიის ტერიტორიისათვის ასეთი დარაიონების მეთოდი შემოთავაზებული იქნა ვ.ცომაიასა და კ.აბდუშელიშვილის მიერ (1968)“.

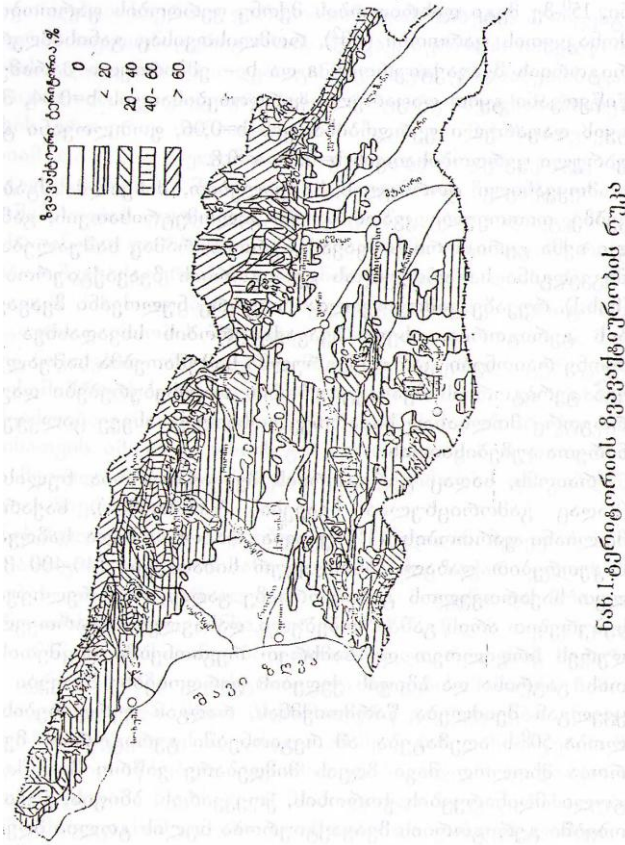
უკანასკნელი წლები, დაწყებული 1971 წლიდან, ზეავების მნიშვნელოვანი გააქტიურებით ხასიათდება, რამაც საქართველოს მოსახლეობას დიდი მატერიალური ზარალი მიაყენა და მრავალი ადამიანი იმსხვერპლა. განსაკუთრებით 1971 წლის თებერვალი, 1976 და 1987 წლების იანვარი გამოირჩეოდა, როდესაც საქართველოს ტერიტორიაზე კატასტროფული ზეავების მასიური ჩამოსვლა დაიკვირვებოდა, მათი მაქსიმალური გავრცელება ცნობილ საზღვრებს მნიშვნელოვნად გასცდა. ამ ზეავების დინამიკურმა მახასიათებლებმაც არსებულ მაქსიმალურ სიდიდეებს გადააჭარბა. სწორედ ამ წლებში ჩვენს მიერ მოპოვებული საველე მასალების ანალიზმა მოგვცა საშუალება ვ.ცომაიასა და კ.აბდუშელიშვილის მიერ შემუშავებული ტერიტორიის ზეავაქტიურობის დადგენის მეთოდში მოყვანილი ფორმულის ცალკეული პარამეტრები დაგვეზუსტებინა, რის შემდეგ ფორმულამ შემდეგი სახე მიიღო:

$$K = (af_{ut} + bf_{iy}) / F * 100, \quad (1)$$

სადაც K არის ტერიტორიის ზეავაქტიურობა %ში; f_{ut} უტყეო, 15⁰ზე მეტი დახრილობის მქონე ფერდობის ფართობი; f_{iy} ტყიანი, 15⁰ზე მეტი დახრილობის მქონე ფერდობის ფართობი; F იმ მონაკვეთის ფართობი (კმ²), რომლისთვისაც განისაზღვრება ტერიტორიის ზეავაქტიურობა; a და b – ემპირიული პარამეტრებია; წიწვოვანი ტყით დაფარული ფერდობებისათვის b=0,04, შერეული ტყის დაფარული ფერდობებისათვის b=0,06, ფოთლოვანი ტყით დაფარული ფერდობისათვის b=0,08, a=0,8.

მოყვანილი ფორმულის საშუალებით, მსხვილმასშტაბიან რუკებზე, თითოეული კვადრატული კილომეტრისათვის, გამოთვლილი იქნა ტერიტორიის ზეავაქტიურობა, რამაც საშუალება მოგვცა შეგვედგინა საქართველოს ტერიტორიის ზეავაქტიურობის რუკა (ნახ.1). რუკაზე გამოყოფილია როგორც ნულოვანი ზეავაქტიურობის ტერიტორია, ასევე ზეავაქტიურობის სხვადასხვა სიდიდის მქონე რაიონები. კარტომეტრულმა სამუშაოებმა საშუალება მოგვცა ტერიტორიის ზეავაქტიურობის რუკის დადგენის მეთოდში მოყვანილი ფორმულის ცალკეული პარამეტრები დაგვეზუსტებინა, რის შემდეგ ფორმულამ შემდეგი სახე მიიღო:

ტიურობის თავისებურებები დაგვედგინა როგორც მთლიანად საქართველოსათვის, ასევე ცალკეული მდინარეთა აუზებისათვის.



რაიონს, სადაც ტერიტორიის ზევაქტიურობა ნულის ტოლია (სადაც გამორიცხულია ზევაების წარმოქმნა), საქართველოს მთლიანი ფართობის 43% უკავია. რაიონის ზედა საზღვარი განსაკუთრებით დაბალ აბსოლუტურ სიმაღლეზე (40400 მ) დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე გადის, რაც რელიეფის თავისებურებით არის განპირობებული. დასავლეთ საქართველოს უკიდურეს ჩრდილოეთ და სამხრეთ რეგიონებში შავშეთის, მესხეთის, გაგრისა და ბზიფის ქედების ფერდობებზე ზევაები თითქმის ყველგან შეიძლება წარმოიქმნას,

რადგან ფერდობების დახრილობა 50⁰ს აღემატება. ამ რეგიონებში ტერიტორიის ზევაქტიურობა მხოლოდ შავი ზღვის მიმდებარე ვიწრო ზოლშია ნულის ტოლი. მდინარეების ჭოროხის, ჟოგვარას, ბზიფის, გუმისთის ხეობებში ტერიტორიის ზევაქტიურობა ნულის ტოლია ზღვის დონიდან 4050 მმდე, ხოლო დასავლეთ საქართველოს შიდა რაიონებში — ზღვის დონიდან 100400 მმდე. აღმოსავლეთ საქართველოში ტერიტორიის ზევაქტიურობა ნულის ტოლია მდ. ალაზნის მარცხენა შენაკადების აუზებში ზღვის დონიდან 550700 მმდე, ხოლო სხვა მდინარეების აუზებში უფრო მაღალ ნიშნულზე გადის და მდინარეების ქვაბლიანის, აბასთუმნის, დიდი ლიახვისა და იორის ხეობებში ტერიტორიის ზევაქტიურობა ნულის ტოლია ზღვის დონიდან 10001200 მმდე.

დასავლეთ საქართველოში რაიონი, სადაც ტერიტორიის ზევაქტიურობა ნულის ტოლია, მოიცავს რეგიონის მთლიანი ფართობის 33%-ს (საქართველოს ტერიტორიის მთლიანი ფართობის 15%). აღნიშნულ რაიონს უკავია, ძირითადად, კოლხეთის დაბლობი, მისი მოსაზღვრე დამრეცი (15⁰ზე ნაკლები დახრილობის მქონე) ფერდობები, ზღვისპირა ვიწრო ზოლი აჭარისა და აფხაზეთის ტერიტორიაზე. დასავლეთ საქართველოს მთიან რეგიონებში მოცემულ რაიონს უკავია მცირე ფართობის მქონე ცალკეული უბნები დიდი მდინარეების ცალკეული ტერასები, მოსწორებული ზედაპირები და დიდი მყინვარების ცალკეული მონაკვეთები. დასავლეთ საქართველოში რაიონს შედარებით მცირე ფართობი უკავია იმ მდინარეთა აუზებში, რომელთა უმეტესი ნაწილი მდებარეობს საშუალომთიან და მაღალმთიან ზონებში, მდ. ბზიფის აუზში უკავია მთელი ფართობის მხოლოდ 3%, მდ. ჭოროხის აუზში 10%, მდ. კოდორის აუზში 10%, ხოლო მდ. ენგურის აუზში 20%. გამონაკლისს წარმოადგენს მდ. რიონის აუზი (მთელი ფართობის 37%), რაც გამოწვეულია იმ ფაქტორით, რომ ამ მდინარის აუზის მნიშვნელოვანი ნაწილი კოლხეთის დაბლობზე მდებარეობს

აღმოსავლეთ საქართველოში რაიონს, სადაც ტერიტორიის ზევაქტიურობა ნულის ტოლია, უკავია რეგიონის მთლიანი ფართობის 52% (საქართველოს ფართობის 28%) და მოიცავს შიდა ქართლის, ქვემო ქართლისა და ალაზნის ვაკეებს, იგრის ზეგანსა და ციგეომბორის ქედის აღმოსავლეთი ნაწილის ფერდობებს, ახალციხის ქვაბულს. რაიონს მნიშვნელოვანი ფართობი უკავია საშუალომთიან და მაღალმთიან ზონაშიც ჯავახეთის პლატოსა და მდინარეების მაშავერას, ხრამისა და ალგეთის აუზებში.

აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოს შორის ნულოვანი ზევაქტიურობის ტერიტორიების ფართობებს შორის მნიშვნელოვანი განსხვავება ბუნებრივი პირობებით არის გამოწვეული, კერძოდ, რელიეფის თავისებურებით აღმოსავლეთ საქართველოში, დასავლეთ

საქართველოსთან შედარებით, დამრეც (15⁰წე ნაკლები დახრილობის მქონე) ფერდობებს გაცილებით მეტი ფართობი უჭირავს.

რაიონს, სადაც ტერიტორიის ზევაჰქტიურობა 20%-ზე ნაკლებია (ზევაჰქტიურია ფერდობთა 20%-ზე ნაკლები), უკავია საქართველოს მთლიანი ფართობის 28%; ის განსაკუთრებით ფართო გავრცელებით ხასიათდება დასავლეთ საქართველოში, სადაც რეგიონის მესამედზე მეტს (მთლიანი ფართობის 35%) მოიცავს, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში მას რეგიონის მთლიანი ფართობის მხოლოდ 23% უჭირავს. დასავლეთ საქართველოში ასეთი რაიონის შედარებით დიდი მასშტაბები განპირობებულია წიწვოვანი და შერეული ტყეების ფართო გავრცელებით, როგორც აჭარაიმერეთის მთიანი სისტემის დასავლეთი ნაწილის, ასევე კავკასიონის მთავარი ქედისა და მისი სამხრეთი განშტოებების დაბალმთიან და საშუალომთიან ზონებში. დასავლეთ საქართველოში რაიონს განსაკუთრებით დიდი ფართობი უჭირავს მდ. ჭოროხის აუზში (აუზის მთლიანი ფართობის 47%), მდ. ბზიფის აუზში (44%), მდ. კოდორის აუზში (39%), მდ. რიონის აუზში (35%); შედარებით მცირე ფართობი (მთლიანი ფართობის 20%) მდ. ენგურის აუზში, რაც იმითაა გამოწვეული, რომ მდ. ენგურის აუზის დიდი ნაწილი მთლიანი ფართობის 45% მაღალმთიან ზონაში მდებარეობს და ამ უტყეო, ციცაბო ფერდობებზე ტერიტორიის ზევაჰქტიურობა 20%-ზე მეტია. რაიონს განსაკუთრებით მცირე ტერიტორია (მთლიანი ფართობის 17%) უკავია მდ. ხობის აუზში, სადაც ზევაჰქტიურია მთლიანი ფართობის მხოლოდ 30%. აღმოსავლეთ საქართველოში მოცემულ რაიონს აუზების მთლიანი ფართობის 2029% უკავია; მათ შორის მდ. მტკვრის აუზში 29%, მდ. ხრამის აუზში 25% და მდ. ალაზნის აუზში 20%. განსაკუთრებით მცირე ფართობი (10%) რაიონს მდ. იორის აუზში უჭირავს და ეს გასაგებია, რადგან მოცემული მდინარის აუზში ზევაჰქტიურია მთლიანი ფართობის მხოლოდ 24%.

საქართველოს მთლიანი ფართობის 12% მოდის რაიონზე, სადაც ტერიტორიის ზევაჰქტიურობა არის 2040%. ის ძირითადად მოიცავს ტყის დაფარულ საშუალომთიან ზონაში მდებარე ტერიტორიას და შედარებით დიდი ფართობი უკავია იმ მდინარეთა აუზებში, რომელთა ტერიტორიის უმეტესი ნაწილი საშუალომთიან ზონაში მდებარეობს. მდ. ჭოროხის აუზში რაიონს უკავია მთლიანი ფართობის 34%, მდ. ცხენისწყლის აუზში 22%, მდ. ბზიფის აუზში 21%, მდ. არაგვის აუზში 18%, მდ. კოდორის აუზში 17%, მდ. ენგურის აუზში 15%; რაიონს განსაკუთრებით მცირე ტერიტორია (მთლიანი ფართობის 58%) უკავია მდინარეების ალაზნის, ხრამის, იორისა და ხობის აუზებში.

რაიონს, სადაც ტერიტორიის ზეგავაქტიურობა დიდია (4060%), საქართველოს ტერიტორიის 8% უკავია. მას შედარებით მნიშვნელოვანი ფართობი იმ მდინარეთა აუზებში უჭირავს, რომლებიც სათავეს იღებენ კავკასიონის მთავარი ქედის ფერდობებზე. რაიონი მოიცავს უტყეო ან მეჩხერტყიან ტერიტორიას და მისი უდიდესი ნაწილი სუბალპურ ზონაში მდებარეობს. მას დიდი ტერიტორია (აუზის მთლიანი ფართობის 1522%) უჭირავს მდინარეების ბზიფის, კოდორის, ენგურის, არაგვის, ცხენისწყლის, თერგის, ასას, არღუნის, პირიქითა ალაზნისა და თუშეთის ალაზნის აუზებში, ხოლო დანარჩენი მდინარეების (ხობი, რიონი, ჭოროხი, მტკვარი, იორი, ალაზანი, ხრამი) აუზებში რაიონი მთლიანი ფართობის მხოლოდ 39%-ს მოიცავს.

ტერიტორიის ზეგავაქტიურობა ანუ ზეგავაქტიური ფერდობების წილი დიდ ფარგლებში 0დან 80%-მდე იცვლება. თვით უტყეო, ციცაბო ფერდობების ზეგავაქტიურობაც კი არ აღემატება 80%-ს, ე.ი. ასეთი ფერდობების 20% მაინც არაზეგავაქტიურია. უტყეო, ციცაბო ფერდობებზე ტერიტორიის ზეგავაქტიურობა მაქსიმალურია და აღწევს 6080%-ს. რაიონს, სადაც ტერიტორიის ზეგავაქტიურობა 6080%ია საქართველოს მთლიანი ფართობის 9% უჭირავს. ის განსაკუთრებით დიდ ტერიტორიას (აუზის მთლიანი ფართობის 66%) მოიცავს კავკასიონის მთავარი ქედის ჩრდილოეთ ფერდობებზე მდინარეების თერგის, ასას, არღუნის, პირიქითა ალაზნისა და თუშეთის ალაზნის აუზებში, რაც აიხსნება იმ ფაქტორით, რომ საქართველოს ტერიტორიის ფარგლებში, ძირითადად, ამ მდინარეების სუბალპური და ალპური ზონის უტყეო, ციცაბო ფერდობები მდებარეობს და ასეთ ფერდობებზე ტერიტორიის ზეგავაქტიურობა, ცხადია, ძალზე დიდია. კავკასიონის მთავარი ქედის სამხრეთით მდებარე საქართველოს ტერიტორიის იმ რაიონს, სადაც ზეგავაქტიურობა 6080%-ს შეადგენს, განსაკუთრებით დიდი ფართობი (აუზის მთლიანი ფართობის 30%) მდ. ენგურის აუზში უჭირავს, რაც ბუნებრივია, რადგან ამ აუზის 45% მაღალმთიან ზონაშია, ხოლო აუზის მთიანი (მდ. მაგანის შესართავის ზემოთ მდებარე) ნაწილის 95%-ზე ზედაპირის დახრილობა 15⁰ს აღემატება. რაიონს შედარებით დიდი ტერიტორია (მთლიანი ფართობის 1419%) იმ მდინარეთა (ბზიფი, კოდორი, ცხენისწყალი, არაგვი) აუზებში უკავია, რომელთა ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ნაწილი მაღალმთიან ზონაში მდებარეობს; ის შედარებით მცირე ტერიტორიაზე (მთლიანი ფართობის 24%) ვრცელდება მდინარეების ხობის, იორის, ხრამის, შავი ზღვის მცირე შენაკადებისა და ჭოროხის აუზებში.

უაკ 551.578.48

საქართველოს ტერიტორიის ზეგავაქტიურობა. /ლ.ქაღდანი/. შპის შრომათა კრებული. – 2001. – ტ. 106. –გვ.179-187. –ქართ.,რუს. ქართ.-ინგლ.,რუს.

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის თანამშრომლების მიერ შემუშავებული მეთოდის გამოყენებით დადგენილია საქართველოს ტერიტორიის ზევაქტიურობა. გამოყოფილია რაიონები, სადაც ტერიტორიის ზევაქტიურობა არის: 20%-ზე ნაკლები, 20–40%, 40–60%, 60%-ზე მეტი. ამ რაიონების შესაბამისად საქართველოს მთლიანი ფართობის 28, 12, 8 და 9% უკავიათ.

არაზევაქტიურია საკვლევი ტერიტორიის 43%, კერძოდ ის ნაწილი, რომლის ზედაპირის დახრილობა 15⁰ს არ აღემატება.

რაიონები 20%-ზე ნაკლები და 20–40%-ის ზევაქტიურობით, ძირითადად მოიცავენ დასავლეთ საქართველოს დაბალმთიანი და საშუალომთიანი ზონების ტყიან ფერდობებს და აღმოსავლეთ საქართველოს საშუალომთიან ზონას. აღნიშნულ რაიონებს განსაკუთრებით დიდი ტერიტორია (21–47%) უკავია მდინარეების ბზივის, ცხენისწყლისა და ჭოროხის აუზებში. შაშუალომთიანი ზონის უტყეო და მენხერტყიანი ციცაბო ფერდობები და სუბალპური ზონის ფერდობები უკავია რაიონს, სადაც ტერიტორიის ზევაქტიურობა არის 40–60%. აღნიშნულ რაიონს უჭირავს მდინარეების ბზივის, კოლორის, ენგურის, ცხენისწყლის, არაგვის, ასას, პირიქითა ალაზნისა და თუშეთის ალაზნის აუზებში მთლიანი ფართობის 15–22%. უტყეო დამრეც, ძირითადად, მაღალმთიან ზონაში მდებარე ფერდობებზე ტერიტორიის ზევაქტიურობა აღწევს 70–80%. რაიონი, ტერიტორიის 60–80% ზევაქტიურობით, მდინარეების თერგის, ასას, არღუნის, პირიქითა ალაზნისა და თუშეთის ალაზნის აუზებში ფართობის 66%-ს მოიცავს, ხოლო მდ.ენგურის აუზში – 30%-ს. ზემოთ აღნიშნული მდინარეების აუზების მნიშვნელოვანი ნაწილი გამოირჩევა დიდი აბსოლუტური სიმაღლეებით და ფერდობების დახრილობით, რითაც არის გამოწვეული ამ აუზების ტერიტორიის უდიდესი ზევაქტიურობა. ილ.1.

UDC 551.578.48

The avalanche activity of the territory of Georgia /L.Kaldani./Transactions of the Institute of Hydrometeorology.2001.V.106.p.179-187. Georg.:Summ.Georg., Eng., Russ.

The avalanche activity of the territory of Georgia has been determined on the basis of the method, worked out by the scientists of the Institute of Hydrometeorology. The areas with less than 20%, 20-40%, 40-60% and over 60% of avalanche activity have been separated, covering 28, 12, 8 and 9% of a total area of Georgia, respectively.

43% of the territory under investigation is not avalanch active, particularly, that part of it, the inclination of the surface of which does not exceed 15⁰.

Areas of less than 20% and 2040% avalanche activity occupy mainly the slopes of low mountain and middle mountain zones of Western Georgia, covered by forests and middle mountain zones of Eastern Georgia. Indicated areas occupy particularly large territories (2147%) in the basins of Bzipi, Tskhenistskali and Chorokhi rivers. The forestless and steeply inclining slopes with scarce forest of middle mountain zones, as well as subalpine zone slopes constitute the region with avalanche activity 4060%. This region occupies 1522% of a total area of the basins of Bzipi, Kodori, Enguri, Tskhenistskali, Aragvi, Asa, Pirikita Alazani and Tushetis Alazani rivers. The area of 6080% avalanche activity makes 66% of the territory in the basins of Tergi, Asa, Arguni, Pirikita Alazani and Tushetis Alazani rivers, and in the basin of the River Enguri this value makes 30%. Considerable part of abovementioned river basins is distinguished for its great absolute altitude and inclination of slopes, stipulating the substantial avalanche activity of these territories. Fig.1.

УДК 551.578.48

Лавиноактивность территории Грузии. /Калдани Л.А./ Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2001. – т.106. – с.179-187. – Груз.; рез. Груз., Англ.,Русск.

На основе метода, разработанного сотрудниками Института гидрометеорологии, установлена лавиноактивность территории Грузии. Выделены районы с лавиноактивностью территории: менее 20%, 2040%, 4060% , более 60%, которые занимают соответственно 28,12,8 и 9% всей площади Грузии.

Нелавиноактивной является 43% изучаемой территории, крутизна поверхности которой не превышает 15⁰.

Районы с лавиноактивностью территории менее 20% и 2040%, в основном, занимают лесные склоны низкогорной и среднегорной зоны Западной Грузии и среднегорной зоны Восточной Грузии. Данные районы особенно большие территории (2147% всей площади Грузии) занимают в бассейнах рек Бзыбь, Цхенисцкали и Чорохи. Безлесные и редколесные крутые склоны среднегорной зоны и склоны субальпийской зоны занимает район с лавиноактивностью территории 4060%. Данный район в бассейнах рек Бзыбь, Кодори, Ингури, Цхенисцкали, Арагви, Терек, Асса, Пирикита Алазани, Тушетис Алазани занимает 1522% всей площади. На безлесных крутых, расположенных, в основном, в высокогорной зоне склонах лавиноактивность территории достигает 7080%. Район с лавиноактивностью 6080% охватывает 66% площади бассейнов рек Терек, Асса, Аргун, Пирикита Алазани, Тушетис Алазани и 30% бассейна р. Ингури. Значительная часть бассейнов вышеуказанных рек отличается большой абсолютной высотой и крутизной склонов, чем и вызвана наибольшая лавиноактивность территории этих бассейнов. Рис.1.

უაკ 551.578.46

ლ.ქაღდანი, მ.სალუქვაძე

**საქართველოს ტერიტორიის ფარდობითი თოვლიანობის
მიხედვით**

ტერიტორიის თოვლიანობას განსაკუთრებით კარგად ახასიათებს მოსული თოვლის რაოდენობა და თოვლის საფარის სიმაღლე.

თოვლის საფარის მახასიათებლების დროსა და სივრცეში ცვლილების დასადგენად გამოყენებული იქნა საქართველოს ტერიტორიაზე მდებარე ყველა მეტეოროლოგიური სადგურისა და საგუშაგოს მრავალწლიური მონაცემები და თოვლის მარშრუტული აგეგმვის მასალები. უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოში თოვლის საფარის სიმაღლეზე დაკვირვების ბოლო წლების (განსაკუთრებით 197576, 198687 და 198889 წლების ზამთრები) მონაცემებმა თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლის განაწილებაში დიდი შესწორება შეიტანა. საქართველოს ტერიტორიის უმეტეს ნაწილზე, აღნიშნულ წლებში, თოვლის საფარის სიმაღლემ მანამდე აღრიცხულ აბსოლუტურ მაქსიმუმს მნიშვნელოვნად გადააჭარბა [15]. რიწაზე 1976 წელს თოვლის საფარის სიმაღლემ მიაღწია 490 სმს (მანამდე აღრიცხული თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლის 190%), ფსხუში 1976 წელს 290 სმს (121%), მესტიაში 1987 წელს 298 სმს (199%), ლენტეხში 1976 წელს 295 სმს (167%), ხოლო 1987 წელს 390 სმს (220%), ლეგარდეში 1976 წელს 456 სმს (144%), ხოლო 1987 წელს 480 სმს (149%), შოგში 1987 წელს 365 სმს (163%), წიფაში 1989 წელს 119 სმს (118%), ხულოში 1989 წელს 318 სმს (131%), მთა საბუეთში 1989 წელს 269 სმს (117%), ჯვრის უღელტეხილზე 1987 წელს 455 სმს (136%), ყაზბეგში 1976 წელს 112 სმს (102%), ომალოში 1987 წელს 140 სმს (107%), მანგლისში 1993 წელს 82 სმს (126%), რადიონოკაში 1988 წელს 147 სმს (127%), გოდერძის უღელტეხილზე 1989 წელს 336 სმს (118%).

საქართველოს ტერიტორიაზე მყარი ნალექების დაკვირვება მხოლოდ მცირერიცხოვან მეტეოროლოგიურ სადგურებზე ხდება და ამ სადგურებზეც დაკვირვების პერიოდი დიდი ხანგრძლივობით არ გამოირჩევა. ცხადია, აღნიშნული სადგურების დაკვირვების მასალები მყარი ნალექების დროსა და სივრცეში ცვლილების დასადგენად არასაკმარისია [5]. კარგ შედეგს იძლევა, ჰაერის ტემპერატურასა და ატმოსფერულ ნალექებზე არსებული მონაცემების საშუალებით, მყარი ნალექების გამოთვლის ვ.ცომიას მიერ შემუშავებული მეთოდი [6]. ვ.ცომიას მეთოდის საშუალებით დაკვირვების მრავალწლიანი

პერიოდის მქონე ყველა მეტეოროლოგიური სადგურისათვის გამოთვლილი იქნა თვითოეული ზამთრის მყარი ნალექების რაოდენობა.

მყარი ნალექების რაოდენობის და თოვლის საფარის სიმაღლის დროში ცვალებადობის (რყევის) გამოსავლენად მრავალწლიური (სადგურებსა და პოსტებზე დაკვირვების მთელი პერიოდის) მონაცემების ანალიზის საფუძველზე დადგენილი იქნა მათი ზღვრული მაქსიმალური და მინიმალური, აგრეთვე საშუალო მნიშვნელობები. მყარი ნალექების რაოდენობისა და თოვლის საფარის სიმაღლის მაქსიმალური, საშუალო და მინიმალური სიდიდეების დადგენით ვსაზღვრავთ მათი დროში ცვალებადობის (რყევის) საზღვრებს. სივრცეში (საქართველოს ტერიტორიაზე) თოვლის საფარის სიმაღლისა და მყარი ნალექების რაოდენობის ცვლილებების თავისებურებათა გამოსავლენად აგებული იქნა მათი მნიშვნელობების ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლესთან დამოკიდებულების გრაფიკები.

ჩატარებული სამუშაოების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ საქართველოს ტერიტორიაზე თოვლიანობის მიხედვით გამოიყოფა ოთხი რაიონი: განსაკუთრებით უხვთოვლიანი, უხვთოვლიანი, საშუალოთოვლიანი და მცირეთოვლიანი. თითოეული გამოყოფილი რაიონისათვის ადგილი აქვს მყარი ნალექებისა და თოვლის საფარის მახასიათებლების ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მიხედვით ცვლილების თითქმის ერთნაირ კანონზომიერებს.

თოვლიანობის მიხედვით ტერიტორიის დარაიონების დროს მხედველობაშია მიღებული მოსული მყარი ნალექებისა და თოვლის რაოდენობა თანაბარი აბსოლუტური სიმაღლის მქონე ტერიტორიაზე და არა საერთოდ, რადგან, ცხადია, რომ ბახმაროში (1920 მ) და ჯვრის უღელტეხილზე (2395 მ) გაცილებით მეტი რაოდენობის მყარი ნალექი მოდის, ვიდრე შავი ზღვის სანაპიროზე.

დასახელებულ რაიონებში მყარი ნალექებისა და თოვლის საფარის ძირითადი მახასიათებლების ცვლილების გამოსავლენად აგებული იქნა ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლესთან მყარი ნალექების რაოდენობის, თოვლის საფარის მაქსიმალური, საშუალო და მინიმალური სიმაღლეების დამოკიდებულების გრაფიკები და შედგენილი იქნა შესაბამისი განტოლებები.

ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლესთან მყარი ნალექების საშუალო მრავალწლიური რაოდენობის დამოკიდებულების განტოლებებს აქვთ შემდეგი სახე:

- | | | |
|----------------------------------|-------------------|-----|
| განსაკუთრებით უხვთოვლიან რაიონში | $X=0,69HH + 8;$ | (1) |
| უხვთოვლიან რაიონში | $X=0,45HH + 113;$ | (2) |
| საშუალოთოვლიან რაიონში | $X=0,38HH + 230;$ | (3) |
| მცირეთოვლიან რაიონში | $X=0,21HH + 193;$ | (4) |

(14) ფორმულებში X არის მყარი ნალექების სეზონური რაოდენობა მმში, ხოლო ადგილის აბსოლუტური სიმაღლე მში; თითოეული განტოლებისათვის კორელაციის კოეფიციენტი ტოლია 0.85–0.90, ხოლო განტოლებების ცდომილება არ აღემატება 1335 მმს.

თოვლის საფარის საშუალო მრავალწლიური სიმაღლის (h) დამოკიდებულება ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლესთან (H) გამოისახება შემდეგი განტოლებებით:

განსაკუთრებით უხვთოვლიან რაიონში

$$h=2,3588HH+0,0046HH^2+0,0925; \quad (5)$$

უხვთოვლიან რაიონში

$$h=0,1428HH+0,5762HH^2+0,4478; \quad (6)$$

საშუალოთოვლიან რაიონში

$$h=0,1081HH+0,4265HH^2+0,1651; \quad (7)$$

მცირეთოვლიან რაიონში

$$h=0,4621HH+0,316HH^2+0,3073. \quad (8)$$

(5)(8) ფორმულებში h არის თოვლის სიმაღლე მში, ხოლო H ადგილის აბსოლუტური სიმაღლე კმში. მოყვანილ განტოლებებში კორელაციის კოეფიციენტები ტოლია 0.80–0.85, ხოლო განტოლების ცდომილება 530 სმს არ აღემატება.

ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მიხედვით თოვლის საფარის საშუალო სიმაღლის, აგრეთვე მყარი ნალექების საშუალო რაოდენობის ცვლილების განტოლებებიდან კარგად ჩანს, თუ რა მნიშვნელოვანია განსხვავება განსაკუთრებით უხვთოვლიან, უხვთოვლიან, საშუალოთოვლიან და მცირეთოვლიან რაიონებს შორის თოვლიანობისა და მყარი ნალექების მახასიათებლების მიხედვით. აქვე უნდა აღვნიშნოთ ის ფაქტი, რომ მოსაზღვრე რაიონებს შორის მკვეთრი საზღვარი არ არსებობს, ერთიდან მეორეში გადასვლა თანდათანობით ხდება; თოვლის საფარის სიმაღლისა და მყარი ნალექების რაოდენობის ადგილის სიმაღლეზე დამოკიდებულების გრაფიკის ფორმაც ერთი რაიონიდან მეორეში გადასვლისას თანდათან იცვლება.

განსაკუთრებით უხვთოვლიან რაიონს უკავია შავი ზღვის მიმდებარე საქართველოს ჩრდილოდასავლეთი, დასავლეთი და სამხრეთდასავლეთი ტერიტორია, სადაც ზღვის ნოტიო ჰაერის მასები შედარებით დაუბრკოლებლად აღწევენ მას. იგი მოიცავს დასავლეთ კავკასიონისა და მისი სამხრეთი განშტოებების (გაგრის, ბზიფის, აფხაზეთისა და კოდორის ქედები), აგრეთვე აჭარაიმურეთის მთიანი სისტემის დასავლეთი ნაწილის (მესხეთისა და შავშეთის ქედების დასავლეთი ნაწილი) ფერდობებს, კოლხეთის დაბლობის დასავლეთ

ნაწილს. განსაკუთრებით უხვთოვლიანი რაიონის ჩრდილოეთ ნაწილს აღმოსავლეთიდან მდ. ენგურის აუზის დასავლეთი ნაწილი, ხოლო სამხრეთ ნაწილს ბახმაროხულოს მერიდიანის დასავლეთის მხრიდან მიმდებარე ტერიტორია ესაზღვრება.

გეოგრაფთა გარკვეული ნაწილის აზრით, საქართველოში მყარი ნალექებისა და თოვლის განსაკუთრებით დიდი სიუხვით მხოლოდ აჭარის დასავლეთი ნაწილი (მთა მტირალა და მისი მიმდებარე ტერიტორია) გამოირჩევა. 197576 და 198687 წლების უხვთოვლიანი ზამთრის მონაცემებმა დაამტკიცა, რომ საქართველოში არსებობს ერთი განსაკუთრებით უხვთოვლიანი რაიონი, რომელიც შავი ზღვის მიმდებარე ტერიტორიას დასავლეთ კავკასიონისა და მისი სამხრეთ განშტოებების, აგრეთვე მესხეთისა და შავშეთის ქედების დასავლეთი ნაწილის ფერდობებს მოიცავს. აღნიშნულ ფაქტს ადასტურებს განსაკუთრებით უხვთოვლიანი რაიონის დასავლეთიდან მოსაზღვრე მდ. მზიმთის აუზში მდებარე აჩიშხოში ჩატარებული დაკვირვების მასალებიც.

განსაკუთრებით უხვთოვლიან რაიონში მყარი ნალექების საშუალო სეზონური რაოდენობა იცვლება 16 მმდან (მახინჯაური) 877 მმმდე (ვისკარა); ვერტიკალური გრადიენტი ყოველ 100 მზე 6570 მმს შეადგენს. მყარი ნალექების მაქსიმალური რაოდენობა იცვლება 392 მმდან 1426 მმმდე (გრადიენტი 100105 მმ), ხოლო მინიმალური რაოდენობა 13 მმდან 616 მმმდე (გრადიენტი 5055 მმ). ტერიტორიის თოვლიანობის მახასიათებლებს მყარი ნალექების თავისებურება განაპირობებს; თოვლის სიუხვე ან სიმცირე მყარი ნალექების რაოდენობაზეა დამოკიდებული. მყარი ნალექების რაოდენობას კი ჰაერის ტემპერატურა და ატმოსფერული ნალექები განაპირობებს.

განსაკუთრებით უხვთოვლიანი რაიონის სამხრეთ ნაწილში, ჩრდილოეთ ნაწილთან შედარებით, ზღვის დონიდან ერთი და იგივე სიმაღლეზე, როგორც მთელი წლის, ასევე ცივი პერიოდის განმავლობაში მოსული ნალექების რაოდენობა მეტია და ჰაერის ტემპერატურაც უფრო მაღალია. ამ რაიონის ჩრდილოეთ ნაწილში დაბალი ტემპერატურის დროს მოსული ნალექების ნაკლები რაოდენობა იმდენივე მყარ ნალექსა და თოვლს იძლევა, რამდენსაც განსაკუთრებით უხვთოვლიანი რაიონის სამხრეთ ნაწილში შედარებით მაღალი ტემპერატურის დროს მოსული ნალექების მეტი რაოდენობა.

განსაკუთრებით უხვთოვლიან რაიონში თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლე იცვლება 113 სმდან (მახინჯაური) 751 სმმდე (აჩიშხო), საშუალო სიმაღლე 32დან 481 სმმდე, ხოლო მინიმალური სიმაღლე 1 სმდან 235 სმმდე. თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლის ვერტიკალური გრადიენტი ყოველ 100 მზე დაბალმთიან ზონაში შეადგენს 4054 სმს, ხოლო საშუალომთიან ზონაში 1520 სმს; თოვ-

ლის საფარის საშუალო სიმაღლის ვერტიკალური გრადიენტი კი პირიქით საშუალომთიან ზონაში დიდია (3035 სმ), ხოლო დაბალმთიან ზონაში 1317 სმს არ აღემატება. თოვლის საფარის მინიმალური სიმაღლის ვერტიკალური გრადიენტი დაბალმთიან ზონაში არის 56 სმ, ხოლო საშუალომთიან ზონაში 2530 სმ. აღნიშნულ რაიონში, ზღვის დონიდან 400500 მზე მაღლა მდებარე ტერიტორიაზე თოვლი ყოველ ზამთარში მოდის; 1000 მზე მაღლა მდებარე ტერიტორიაზე ზამთარში მოსული თოვლის სიმაღლე ყოველთვის აღემატება 4050 სმს, ხოლო 15001600 მზე მაღლა მდებარე ტერიტორიაზე 190200 სმს.

განსაკუთრებით უხვთოვლიან რაიონში დიდია თოვლის საფარის სიმაღლის ნამატი, როგორც ერთი თოვის დროს, ისე დღეღამეში. ერთი თოვის დროს მოსული თოვლის საფარის სიმაღლის მაქსიმალურმა ნამატმა ავადხარაზე შეადგინა 212 სმ (1931.01.1953 წ.), ცისკარაზე 329 სმ (31.01.10.02.1960 წ.), რიწაზე 155 სმ (47.01.1976 წ.), ფსხუში 164 სმ (12.19.01.1976 წ.), ქედაში 195 სმ (16.24.02.1985 წ.). თოვლის საფარის სიმაღლის დღეღამური ნამატი ავადხარაზე იყო 99 სმ (24.25.01.1964 წ.), ფსხუში 96 სმ (34.03.1943 წ.), ქედაში 80 სმ (31.12.1987 წ. 1.01.1988 წ.). ერთი თოვის დროს თოვლის საფარის სიმაღლის ნამატის განმეორადობა დიდი ცვალებადობით ხასიათდება. თოვლის საფარის სიმაღლის 30 სმზე მეტი ნამატით თოვის განმეორადობა შეადგენს ყველა თოვის 3040%ს, 50 სმზე მეტი ნამატით 3035%ს, 100 სმზე მეტი ნამატით 1020%ს, ხოლო 200 სმზე მეტი ნამატით მხოლოდ 23%ს. ცალკეულ უხვთოვლიან ზამთარში რამდენიმე თოვა დაიკვირვება თოვლის სიმაღლის დიდი ნამატით. ასე მაგალითად, ცისკარაზე 195960 წწ. ზამთარში ოთხჯერ იყო ისეთი თოვა, როცა თოვლის საფარის სიმაღლის ნამატმა გადააჭარბა 140 სმს; რიწაზე 197576 წწ. ზამთარში 120 სმზე მეტი თოვლის საფარის სიმაღლის ნამატი სამჯერ აღინიშნა. მთელ საკვლევე ტერიტორიაზე ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მატებასთან ერთად თოვლის საფარიან დღეთა რაოდენობის კანონზომიერი ზრდა აღინიშნება. ზღვის დონიდან 100 მზე დაბლა მდებარე ტერიტორიაზე თოვლის საფარიან დღეთა საშუალო რაოდენობა არის 520, 100 მდან 500 მმდე 2050, 500 მდან 1000 მმდე 5080. თოვლის საფარიან დღეთა მატების ვერტიკალური გრადიენტი ყოველ 100 მზე არის 1213 დღე. საკვლევი რაიონის ცალკეულ საშუალომთიან რეგიონებში, უხვთოვლიან ზამთარში, თოვლი 57 თვე დევს. ასე, მაგალითად, ცისკარაზე 196364 წწ. ზამთარში 10 სმზე მეტი სიმაღლის თოვლი იღო 183 დღე, 100 სმზე მეტი 136 დღე, 200 სმზე მეტი 109 დღე, 300 სმზე მეტი 78 დღე, 400 სმზე მეტი 59 დღე, 500 სმზე მეტი 21 დღე, ხოლო 600 სმზე მეტი 1 დღე.

უხვთოვლიან რაიონს უკავია განსაკუთრებით უხვთოვლიანი რაიონის აღმოსავლეთით მდებარე დასავლეთ საქართველოს ტერი-

ტორია, ანუ დასავლეთ საქართველოს უმეტესი ნაწილი, რომელიც მოიცავს კოლხეთის დაბლობის აღმოსავლეთ ნაწილს და მდინარეების ენგურის, ხობის, რიონის, სუფსის აუზების მთიან ნაწილს, აგრეთვე მდ. აჭარისწყლის აუზის აღმოსავლეთ ნაწილს.

უხვთოვლიან რაიონში მოსული მყარი ნალექების რაოდენობა კლებულობს დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ შავი ზღვის გავლენის შემცირების გამო; მისი რაოდენობა შედარებით ნაკლებია ჩაკეტილ რეგიონებში (მდინარეების ენგურის, რიონის, აჭარისწყლისა და მათი მთავარი შენაკადების სათავეები მიმდებარე ტერიტორიით), რაც ოროგრაფიით არის განპირობებული.

უხვთოვლიან რაიონში მყარი ნალექების საშუალო სეზონური რაოდენობა იცვლება 32 მმდან (ხარაგაული) 726 მმდე (ბახმარო); ვერტიკალური გრადიენტი ყოველ 100 მზე შეადგენს 4045 მმს. მყარი ნალექების მაქსიმალური რაოდენობა იცვლება 285 მმდან 1197 მმდე (გრადიენტი 6070 მმ), ხოლო მინიმალური რაოდენობა 36 მმდან 300 მმდე (გრადიენტი 1520 მმ).

უხვთოვლიანი რაიონის ტერიტორია, განსაკუთრებით უხვთოვლიან რაიონთან შედარებით, უფრო დაშორებულია შავი ზღვისაგან და, ამრიგად, ზღვის ნოტიო ჰაერის მასებისაგანაც, ამიტომ, აქ თოვლის საფარის სიმაღლე უფრო ნაკლებია. თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლე იცვლება 111 სმდან (ქუთაისი) 580 სმმდე (ბახმარო), საშუალო სიმაღლე 32 სმდან 300 სმმდე, ხოლო მინიმალური სიმაღლე 6დან 115 სმმდე. თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლის მატების ვერტიკალური გრადიენტი ყოველ 100 მზე განსაკუთრებით დიდია (4045 სმ) ზღვის დონიდან 300400 მმდე, უფრო მაღლა ის მცირდება და შეადგენს 2025 სმს. თოვლის საფარის საშუალო სიმაღლის მატების ვერტიკალური გრადიენტი დაბალმთიან (300 მზე დაბლა, და საშუალომთიან (10001100 მზე მაღლა) ზონებში შედარებით დიდია და შეადგენს 2025 სმს, თოვლის საფარის მინიმალური სიმაღლის მატების ვერტიკალური გრადიენტი 1500 მზე დაბლა მდებარე ტერიტორიაზე 35 სმს შეადგენს, ხოლო უფრო მაღლა მდებარე ტერიტორიაზე 1520 სმს.

უხვთოვლიანი რაიონის ცალკეულ რეგიონებში, მაგალითად, მდ. ენგურისა და მდ. რიონის აუზების შედარებით ჩაკეტილ ნაწილებში, განსაზღვრულ აბსოლუტურ სიმაღლეებს შორის მდებარე ტერიტორიაზე, თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლე ადგილის სიმაღლის მატებასთან ერთად კი არ იზრდება, არამედ კლებულობს; თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლე, მდ. ენგურის აუზში ზღვის დონიდან 1200 მზე იყო 516 სმ (ლახამულა), 1270 მზე 421 სმ (ბეჩო), 1441 მზე 298 სმ (მესტია), ხოლო მდ. რიონის აუზში 544 მზე 154 სმ (ამბროლაური), 788 მზე 127 სმ (ონი); ორივე მდინარის აუზ-

ში, უფრო მაღლა მდებარე ტერიტორიაზე, თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლე ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მატეხასთან ერთად იზრდება. აღნიშნული მდგომარეობა განპირობებულია ოროგრაფიის გავლენით, კერძოდ, ეგრისის, სვანეთის, ლეჩხუმისა და რაჭის ქედების ზემოქმედებით, რომლებიც აღნიშნული აუზების განსახედურულ ნაწილში ხელს უშლიან ზღვის ნოტიო ჰაერის მასების დაუბრკოლებლად გავრცელებას.

უხვთოვლიან რაიონში დიდია თოვლის საფარის სიმაღლის ნამატი, როგორც ერთი თოვისთვის, ისე დღეღამეში. ერთი თოვის დროს მოსული თოვლის საფარის მაქსიმალურმა ნამატმა ქუთაისში შეადგინა 111 სმ (27.12.1988 წ. 5.01.1989 წ.), წიფაში 228 სმ (31.02.1959 წ.), ხულოში 227 სმ (25.12.1988 წ. 6.01.1989 წ.), ლებარდეში 333 სმ (20.12.1986 წ. 10.01.1987 წ.), ბახმაროში 314 სმ (31.01.11.02.1985 წ.). თოვლის საფარის სიმაღლის დღეღამური მაქსიმალური ნამატი ქუთაისში იყო 65 სმ (45.01.1989 წ.), წიფაში 72 სმ (12.01.1989 წ.), ხულოში 96 სმ (23.03.1975 წ.), ლებარდეში 166 სმ (13.01.1976 წ.), ბახმაროში 139 სმ (67.01.1950 წ.).

უხვთოვლიანი რაიონი ერთი თოვის დროს მოსული თოვლის საფარის სიმაღლის ნამატის დიდი ცვალებადობით ხასიათდება. აქ დიდია თოვლის საფარის სიმაღლის მნიშვნელოვანი ნამატის განმეორადობა. თოვის განმეორადობა თოვლის საფარის სიმაღლის 30 სმზე მეტი ნამატით შეადგენს ყველა შემთხვევების 2530%ს, 50 სმზე მეტი ნამატით 2025%ს, 100 სმზე მეტი ნამატით 1015%ს, ხოლო 200 სმზე მეტი ნამატით მხოლოდ 12%ს. ცალკეულ უხვთოვლიან ზამთრებში რამდენიმე თოვა დაიკვრევა თოვლის საფარის სიმაღლის დიდი ნამატით. ასე მაგალითად, ბახმაროში 196768 წწ. ზამთარში ოთხჯერ იყო ისეთი თოვა, როცა თოვლის საფარის სიმაღლის ნამატმა გადააჭარბა 100 სმს, ხოლო 196465 წწ. ზამთარში სამი თოვის დროს თოვლის საფარის სიმაღლის ნამატი მეტი იყო 140 სმზე; ლებარდეში 195354 წწ. ზამთარში სამჯერ იყო ისეთი თოვა, როცა თოვლის საფარის სიმაღლის ნამატმა 107 სმს გადააჭარბა.

უხვთოვლიანი რაიონის მთელ ტერიტორიაზე, ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მატეხასთან ერთად, ადგილი აქვს თოვლის საფარიან დღეთა რაოდენობის კანონზომიერ ზრდას. თოვლის საფარიან დღეთა საშუალო რაოდენობა იცვლება 15დან (ქუთაისი) 189 მდე (ბახმარო); თოვლის საფარიან დღეთა რაოდენობის მატეხის ვერტიკალური გრადენტი ყოველ 100 მზე 1011ია. ცალკეულ უხვთოვლიან ზამთარში საკვლევი რაიონის მაღალმთიან ზონაში თოვლი 78 თვე დევს.

საშუალოთოვლიან რაიონს უკავია აღმოსავლეთ საქართველოს დასავლეთი ნაწილი, ანუ უხვთოვლიანი რაიონის მიმდებარე

ტერიტორია და მოიცავს მდ. მტკვრისა და მისი შენაკადების აუზებს მდ. ფოცხოვისწყლისა და მდ. არაგვის შესართავებს შორის ამ ორი მდინარის აუზების ჩათვლით. ის შედარებით ვიწრო სამხრეთ ნაწილში, ხოლო ჩრდილოეთ ნაწილში (კავკასიონის მთავარი ქედისა და მისი განშტოებების ფერდობები) უფრო განიერია.

საშუალოთოვლიანი რაიონის ტერიტორიის დასავლეთ ნაწილზე ისევ იგრძნობა ზღვის ნოტიო ჰაერის მასების გავლენა და მათ მიერ არის გამოწვეული მყარი ნალექებისა და თოვლის შედარებით დიდი სიუხვე. მყარი ნალექების საშუალო სეზონური რაოდენობა იცვლება 94 მმდან (ბორჯომი) 680 მმდე (ჯვრის უღელტეხილი); მყარი ნალექების მატების ვერტიკალური გრადიენტი ყოველ 100 მზე 3540 მმს შეადგენს. მყარი ნალექების მაქსიმალური სეზონური რაოდენობა იცვლება 146 მმდან 1396 მმდე (გრადიენტი 7580 მმ), ხოლო მინიმალური სეზონური რაოდენობა 41 მმდან 424 მმდე (გრადიენტი 2025 მმ).

საშუალოთოვლიან რაიონში თოვლის საფარის მაქსიმალური, საშუალო და მინიმალური სიმაღლე და სიმაღლის მატების ვერტიკალური გრადიენტი ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მატებასთან ერთად კანონზომიერად იზრდება. თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლე იცვლება 74 სმდან (გორი) 455 სმმდე (ჯვრის უღელტეხილი), საშუალო სიმაღლე 23 სმდან 232 სმმდე, ხოლო მინიმალური სიმაღლე 0დან 138 სმმდე. ზღვის დონიდან 12501350 მზე დაბლა მდებარე ტერიტორიაზე თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლის მატების ვერტიკალური გრადიენტი ყოველ 100 მზე არის 1015 სმ, საშუალო სიმაღლის ვერტიკალური გრადიენტი 510 სმ, ხოლო მინიმალური სიმაღლის 5 სმზე ნაკლები. ზღვის დონიდან 12501350 მზე მაღლა მდებარე ტერიტორიაზე თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლის ვერტიკალური გრადიენტი არის 2025 სმ, საშუალო სიმაღლის გრადიენტი 1015 სმ, ხოლო მინიმალური სიმაღლის გრადიენტი 510 სმ.

საშუალოთოვლიან რაიონში საკმაოდ დიდია თოვლის საფარის სიმაღლის ნამატი, როგორც ერთი თოვის დროს, ისე დღეღამეში. ერთი თოვის დროს მოსული თოვლის საფარის მაქსიმალურმა ნამატმა გორში შეადგინა 74 სმ (31.02.1976 წ.), ბორჯომში 85 სმ (25.28.11.1964 წ.), ცხინვალში 95 სმ (22.01.3.02.1988 წ.), ფასანაურში 107 სმ (13.19.01.1976 წ.), ბარისახოში 151 სმ (28.019.02.1956 წ.), ჯვრის უღელტეხილზე 205 სმ (51.01.1987 წ.), თოვლის საფარის დღეღამური მაქსიმალური ნამატი გორში იყო 46 სმ (10.11.02.1976 წ.), ბორჯომში 43 სმ (27.28.11.1964 წ.), ცხინვალში 58 სმ (34.12.1967 წ.), ფასანაურში 70 სმ (12.01.1942 წ.), ბარისახოში 63 სმ (15.03.1983 წ.), ჯვრის უღელტეხილზე 121 სმ (17.18.01.1968 წ.).

საშუალოთოვლიან რაიონში ერთი თოვის დროს თოვლის საფარის სიმაღლის დიდი ნამატის განმეორადობა უხვთოვლიან რაიონთან შედარებით ნაკლებია. თოვების განმეორადობა თოვლის საფარის სიმაღლის 30 სმზე მეტი ნამატით შეადგენს ყველა შემთხვევების 1520%, 50 სმზე მეტი ნამატით 1015%, 50 სმზე მეტი ნამატით 10%-ზე ნაკლებს, ხოლო 100 სმზე მეტი ნამატით 1%-ზე ნაკლებს.

საშუალოთოვლიან რაიონში ცალკეულ უხვთოვლიან ზამთარში რამდენიმე თოვა დაიკვირვება თოვლის საფარის მნიშვნელოვანი ნამატით. ბარისახოში 198687 წწ. ზამთარში სამჯერ იყო ისეთი თოვა, როცა თოვლის საფარის ნამატმა გადააჭარბა 44 სმს. 198687 წწ. ზამთარში ჯერის უღელტეხილზე ექვსჯერ ჰქონდა ადგილი თოვას, როცა თოვლის საფარის ნამატი მეტი იყო 44 სმზე, ხოლო სამჯერ კი ნამატი აღემატებოდა 145 სმს. საკვლევი რაიონის მთელ ტერიტორიაზე ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მატებასთან ერთად თოვლის - საფარიან დღეთა საშუალო რაოდენობა იზრდება 34 დღიდან (გორი) 218 დღემდე (ჯვრის უღელტეხილი); თოვლის საფარიან დღეთა მატების ვერტიკალური გრადიენტი ყოველ 100 მზე 89 დღეს შეადგენს.

მცირეთოვლიან რაიონს უკავია საშუალოთოვლიანი რაიონის აღმოსავლეთი ნაწილი, ანუ საქართველოს ტერიტორიის ჩრდილოაღმოსავლეთი, აღმოსავლეთი და სამხრეთაღმოსავლეთი რეგიონები. მცირეთოვლიანი რაიონი, ძირითადად, მოიცავს მდინარეების თერგის, ასას, არღუნის და ანდის ყოისუს აუზების საშუალო და მაღალმთიან ზონებს, იორის აუზის დაბალმთიან ზონას, აგრეთვე მდინარეების ალაზნის, ალგეთის, ქვიახრამის და ფარავნის აუზებს.

მცირეთოვლიან რაიონში მყარი ნალექების საშუალო სეზონური რაოდენობა 77 მმდან (დმანისი) 263 მმმდე (რადიონოვკა) იცვლება; მყარი ნალექების მატების ვერტიკალური გრადიენტი ყოველ 100 მზე 2025 სმს შეადგენს. მყარი ნალექების მაქსიმალური რაოდენობა იცვლება 143 მმდან 453 მმმდე (გრადიენტი 3540 მმ), ხოლო მინიმალური რაოდენობა 36 მმდან 165 მმმდე (გრადიენტი 1520 მმ).

მცირეთოვლიან რაიონში დასავლეთის ნოტიო ჰაერის მასები ვერ აღწევენ, რაც განაპირობებს მოსული მყარი ნალექებისა და თოვლის მცირე რაოდენობას. მცირეთოვლიან რაიონში თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლე ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლის მატებასთან ერთად კანონზომიერად იზრდება 35 სმდან (მარნეული) 147 სმმდე (რადიონოვკა); აქ თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლის მატების ვერტიკალური გრადიენტი ყოველ 100 მზე 310 სმს შეადგენს. თოვლის საფარის საშუალო სიმაღლე იცვლება 11 სმდან 40 სმმდე, ხოლო მინიმალური სიმაღლე 0-დან 10 სმმდე. დაბალმთიან და საშუალომთიან ზონებში თოვლის საფარის საშუალო და მინიმალური სიმაღლის მატების ვერტიკალური გრადიენტი ძალიან მცირეა და ყო-

ველ 100 მზე 12 სმს და 1 სმზე ნაკლებს შეადგენს, შესაბამისად. მაღალმთიან ზონაში თოვლის საფარის საშუალო და მინიმალური სიმაღლის მატება ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან ერთად შედარებით უფრო დიდია და ყოველ 100 მზე 23 სმს შეადგენს.

მცირეთოვლიან რაიონში მცირეა თოვლის საფარის სიმაღლის ნამატი, როგორც ერთი თოვის დროს, ისე დღეღამეში. ერთი თოვის დროს მოსული თოვლის საფარის სიმაღლის მაქსიმალურმა ნამატმა მარნეულში შეადგინა 35 სმ (711.02.1976 წ.), საგარეჯოში 45 სმ (2628.02.1962 წ.), დმანისში 48 სმ (1315.02.1984 წ.), წალკაში 58 სმ (811.03.1970 წ.), ყაზბეგში 95 სმ (810.12.1956 წ.), ომალოში 97 სმ (510.01.1987 წ.). თოვლის საფარის მაქსიმალური დღეღამური ნამატი მარნეულში იყო 22 სმ (89.03.1979 წ.), საგარეჯოში 29 სმ (1314.02.1984 წ.), დმანისში 47 სმ (1314.02.1984 წ.), წალკაში 36 სმ (1011.03.1965 წ.), ყაზბეგში 65 სმ (34.02.1987 წ.), ომალოში 60 სმ (1718.01.1976 წ.).

მცირეთოვლიან რაიონში ერთი თოვის დროს მოსული თოვლის საფარის სიმაღლის ნამატი არ არის დიდი. აქ თოვის საერთო რაოდენობის 90%-ზე მეტი ხასიათდება თოვლის საფარის 30 სმზე ნაკლები ნამატით. თოვის განმეორადობა თოვლის საფარის სიმაღლის 30 სმზე მეტი ნამატით შეადგენს ყველა თოვის 10%-ზე ნაკლებს, 50 სმზე მეტი ნამატით 5%-ზე ნაკლებს, ხოლო 100 სმზე მეტი ნამატით 1%-ზე ნაკლებს. მცირეთოვლიან რაიონში განსაკუთრებით უხვთოვლიან ზამთრებშიც კი ერთი თოვის დროს მოსული თოვლის საფარის სიმაღლის ნამატი ნაკლებია 100115 სმზე.

მცირეთოვლიან რაიონში, ცალკეულ შედარებით უხვთოვლიან ზამთარშიაც კი მხოლოდ ერთხელ ან ორჯერ დაიკვირვება თოვა თოვლის საფარის საგრძნობი ნამატით; მაღალმთიან ზონაში მდებარე ცხრაწყაროში 198990 წწ. ზამთარში ორჯერ იყო თოვა, როცა თოვლის საფარის საშუალო ნამატმა გადააჭარბა 69 სმს.

მცირეთოვლიანი რაიონის მთელ ტერიტორიაზე ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მატებასთან ერთად თოვლის საფარიან დღეთა რაოდენობის კანონზომიერი ზრდა შეიმჩნევა. თოვლის საფარიან დღეთა საშუალო რაოდენობა იცვლება 17დან (მარნეული) 153 დღემდე (რადიონოვკა), თოვლის საფარიან დღეთა საშუალო რაოდენობის მატების ვერტიკალური გრადიენტი კი, ყოველ 1000 მზე 89 დღეა.

თოვლის საფარის მაქსიმალური, საშუალო და მინიმალური სიმაღლის ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მიხედვით ცვლილების გრაფიკების და ჰიფსომეტრული რუკის გამოყენებით გამოვლენილია თოვლის საფარის სიმაღლის ცვლილების თავისებურება საქართველოს ტერიტორიაზე და შედგენილია შესაბამისი რუკები.

უხვთოვლიან ზამთარში საქართველოს ტერიტორიის მთლიანი ფართობის 12,3%-ზე თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლე აღემა-

ტემა 400 სმს (ცხრ.1), ხოლო ამ რაიონის ცალკეულ რეგიონებში აღწევს 490615 სმს; თოვლის საფარის მაქსიმალურმა სიმაღლემ ცისკარაზე შეადგინა 615 სმ (29.01.1964 წ.), ბახმაროში 580 სმ (12.03.1959 წ.) და 578 (3.02.1989 წ.), ლახამულაში 516 სმ (31.12.1986 წ.), რიწაზე 490 სმ (9.02.1976 წ.). რაიონს, სადაც თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლე აღემატება 400 სმს, განსაკუთრებით დიდი ტერიტორია უკავია მდინარეების ბზიფის, კოდორის, ენგურის და აჭარისწყლის აუზებში, მნიშვნელოვანი ტერიტორია მდ. რიონისა და მდ. სუფსის აუზებში, ხოლო მცირე ტერიტორია მდინარეების ლიახვის, ქსნისა და არაგვის აუზებში.

ცხრილი 1 თოვლის საფარის მაქსიმალური, საშუალო და მინიმალური სიმაღლეების განაწილება საქართველოს ტერიტორიაზე

მაქსიმალური			საშუალო			მინიმალური		
სიმაღლე, სმ	ფართობი, კმ ²	%	სიმაღლე, სმ	ფართობი, კმ ²	%	სიმაღლე, სმ	ფართობი, კმ ²	%
< 100	19550	27.9	< 50	31110	43.0	< 30	46920	67.0
100-200	21510	30.7	50-100	18530	26.5	30-60	9200	13.2
200-300	11540	16.5	100-150	8600	12.3	60-90	7230	10.3
300-400	8800	12.6	150-200	6580	9.4	> 90	6650	9.5
> 400	8600	12.3	> 200	6180	8.8			

რაიონს დასავლეთ საქართველოში, ძირითადად, უკავია საშუალომთიან და მაღალმთიან ზონაში მდებარე ტერიტორია, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში მხოლოდ მაღალმთიან ზონაში მდებარე ტერიტორია. კავკასიონის მთავარი ქედის დასავლეთი და ცენტრალური ნაწილისა და მისი სამხრეთი განშტოებების, მესხეთის, შავშეთისა და არსიანის ქედების საშუალომთიან ზონაში მდებარე ფერდობების, აგრეთვე კავკასიონის მთავარი ქედის აღმოსავლეთი ნაწილის და მისი განშტოებების, თრიალეთის, ჯავახეთის, სამსარის ქედების მაღალმთიან ზონაში მდებარე ფერდობების უმეტესი ნაწილი უკავია რაიონებს, სადაც თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლე შეადგენს 300400 სმს (საქართველოს მთლიანი ფართობის 12,6%) და 200300 სმს (16,5%). განსაკუთრებით დიდი ტერიტორია (საქართველოს მთლიანი ფართობის 30,7%) უკავია რაიონს, სადაც თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლე არის 100200 სმ. ეს რაიონი მოიცავს კოლხეთის დაბლობსა და მის მიმდებარე დაბალმთიან და აღმოსავლეთ საქართველოს საშუალომთიან ზონებში მდებარე ტერიტორიას. აღმოსავლეთ საქართველოს დაბალმთიან ზონაში მდებარე ტერიტორიაზე მთლიანად და საშუალომთიან ზონაში მდებარე ტერიტორიის მნიშ-

ენელოვან ნაწილზე თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლე ნაკლებია 100 სმზე; თოვლის საფარის ასეთი სიმაღლე დამახასიათებელია საქართველოს მთლიანი ფართობის 27,9%სათვის.

თოვლის საფარზე დაკვირვების მრავალწლიანი მასალების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ საქართველოს ტერიტორიის 43% უჭირავს რაიონს, სადაც თოვლის საფარის საშუალო სიმაღლე ნაკლებია 50 სმზე. აღნიშნულ რაიონს დასავლეთ საქართველოში, ძირითადად, უკავია ზღვის დონიდან 200 მზე დაბლა მდებარე ტერიტორია, აღმოსავლეთ საქართველოს ჩრდილოეთ და აღმოსავლეთ ნაწილში დაბალმთიანი ზონა, ხოლო სამხრეთ ნაწილში საშუალომთიანი ზონის მნიშვნელოვანი ნაწილიც. დასავლეთ საქართველოს დაბალმთიანი ზონა, აღმოსავლეთ საქართველოს ჩრდილოეთი ნაწილის საშუალომთიანი ზონა და სამხრეთი ნაწილის საშუალომთიანი ზონის ნაწილი და მაღალმთიანი ზონა უკავია რაიონებს, სადაც თოვლის საფარის საშუალო სიმაღლე შეადგენს 50100 და 100150 სმ; რაიონები შესაბამისად მოიცავენ საქართველოს მთლიანი ფართობის 26,5 და 12,3%ს. დასავლეთ საქართველოს საშუალომთიანი და მაღალმთიანი ზონები (კავკასიონისა და მისი სამხრეთ განშტოებების, აგრეთვე მესხეთის, შავშეთისა და არსიანის ქედების ფერდობები), აღმოსავლეთ კავკასიონის დასავლეთი ნაწილისა და მისი განშტოებების მაღალმთიანი ფერდობები უკავია რაიონებს, სადაც თოვლის საფარის სიმაღლე შეადგენს 150200 სმს ან აღემატება 200 სმ; მათ უჭირავთ საქართველოს მთლიანი ფართობის 9,4 და 8,8%, შესაბამისად. 200 სმზე მეტი თოვლის საფარის საშუალო სიმაღლის მქონე რაიონის ცალკეულ რეგიონებში (ბახმარო, ცისკარა) თოვლის საფარის საშუალო მრავალწლიური სიმაღლე აღწევს 300 344 სმს.

საქართველოს ტერიტორიის მთლიანი ფართობის 9,5%ზე თოვლის საფარის სიმაღლე ყოველწლიურად აღემატება 90 სმს, ანუ აქ თოვლის საფარის მინიმალური სიმაღლე მეტია 90 სმზე (ცხრ. 1). ამ რაიონის ცალკეულ რეგიონებში (ღებარდე, გუდაური, ბახმარო, ჯვრის უღელტეხილი, ცისკარა) თოვლის საფარის მინიმალური სიმაღლე აღწევს 100145 სმს; რაიონი დასავლეთ საქართველოში მოიცავს, ძირითადად, საშუალომთიან და მაღალმთიან ზონებს, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოს ჩრდილოეთ ნაწილში მაღალმთიან ზონას. დასავლეთ საქართველოს საშუალომთიანი, აღმოსავლეთ საქართველოს ჩრდილოეთი ნაწილის საშუალო და მაღალმთიანი და სამხრეთი ნაწილის მაღალმთიანი ზონების უმეტესი ნაწილი უკავია რაიონებს, სადაც თოვლის საფარის მინიმალური სიმაღლე არის 3060 და 6090 სმ; რაიონები შესაბამისად მოიცავენ საქართველოს მთლიანი ფართობის 13 და 10,3%ს. საქართველოს ტერიტორიის უმეტესი ნაწილი (მთლიანი ფართობის 67%) უჭირავს რაიონს, სადაც თოვლის სა-

ფარის მინიმალური სიმაღლე ნაკლებია 30 სმზე. რაიონი დასავლეთ საქართველოში, ძირითადად მოიცავს ზღვის დონიდან 8001000 მზე დაბლა მდებარე ტერიტორიას, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში როგორც დაბალმთიან, ასევე საშუალომთიან ზონებს.

ლიტერატურა REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. Абдушлишвили К.Л.,Калдани Л.А.,Салуквадзе М.Е. Труды ЗакНИГМИ, вып. 68/74, Л.,Гидрометеоиздат,1979,с.94105.
2. Папинашвили Л.К. Снежный покров и его распространение на территории Грузии. В кн.:Некоторые вопросы физики атмосферных процессов.Изво "Мецნიერება", Тбилиси,1974,с.7590.
3. Салуквадзе М.Е. Труды ЗакНИИ,вып.77/83,Л.,Гидрометеоиздат, 1982, с.6872.
4. Сванидзе Г.Г.,Абдушлишвили К.Л.,Калдани Л.А.,Папинашвили Л.К.,Салуквадзе М.Е.,Цомаია В.Ш. Материалы гляциологических исследований.№66,М.,1986,с.6065.
5. Справочник по климату СССР.Вып.14.Влажность воздуха, атмосферные осадки,снежный покров. Л.,Гидрометеоиздат,1970,426с.
6. Цомаია В.Ш. Труды ЗакНИГМИ,вып.68(74),Л.,Гидрометеоиздат, 1979, с.4856.

უკ 551.578.46

საქართველოს ტერიტორიის დარაიონება თოვლიანობის მიხედვით. /ლ.კალდანი, მ.სალუქვაძე/. ჰმის შრომათა კრებულები. – 2001. – ტ. 106. – გვ.188-201. – ქართ.; რეზ. ქართ.,ინგლ.,რუს.

მყარი ნალექებისა და თოვლის საფარის მახასიათებლებზე მეტეოროლოგიური სადგურების მრავალწლიანი დაკვირვების მონაცემების ანალიზის საფუძველზე, შესრულებულია საქართველოს ტერიტორიის დარაიონება თოვლიანობის მიხედვით. ამოყოფილია განსაკუთრებით უხვთოვლიანი, საშუალოთოვლიანი და მცირეთოვლიანი რაიონები. თითოეული რაიონისათვის გამოვლენილია ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლესთან მყარი ნალექების რაოდენობისა და თოვლის საფარის სიმაღლის დამოკიდებულება და შედგენილია შესაბამისი განტოლებები.

გამოვლენილია თითოეულ რაიონში მყარი ნალექებისა და თოვლის საფარის მახასიათებლების თავისებურებანი. დადგენილია საქართველოს ტერიტორიაზე თოვლის საფარის მაქსიმალური, საშუალო და მინიმალური სიმაღლის ცვლილების კანონზომიერება. ცხრ.1,ლიტ.დას.6.

UDC 551.578.46

Division into districts of the Georgian territory according to snow cover. /L.Kaldani, M.Salukvadze/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2001.V.106.p.188-201.Georg.: Summ. Georg., Eng., Russ.

The division into districts of the Georgian territory according to snow cover is carried out on the basis of the analysis of long series of observational data

characterizing solid precipitation and snow cover. There have been separated regions of particularly abundant snowfall, middle quantity of snowfall and scarce snowfall.

The analysis has shown the dependence of the depth of snow cover and the quantity of solid precipitation on the altitude and adequate formulae are derived.

The regularity of variation of maximum, medium and minimum snow cover depth over the territory of Georgia is established. Tab.1, Ref.6.

УДК 551.578.46

Районирование территории Грузии по снежности. /Калдани Л. А., Салуквадзе М.Е/ Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2001. – т.106. – с.188-201. – Груз., рез. Груз., Англ., Русск.

На основе анализа материалов многолетних наблюдений метеорологических станций по показателям твердых осадков и снежного покрова, проведено районирование территории Грузии по снежности. Выделены особенно многоснежные, среднеснежные и малоснежные районы. Для каждого района выявлена зависимость количества твердых осадков и высоты снежного покрова от абсолютной высоты местности и составлены соответствующие уравнения.

Выявлены особенности характеристик твердых осадков и снежного покрова для каждого района. Установлена закономерность изменения максимальной, средней и минимальной высот снежного покрова на территории Грузии. Таб.1, лит.6.

უაკ 551.321/322

ვ.ცომაია, ლ.პაპინაშვილი, ლ.ქალდანი

კავკასიის თოვლყინულოვანი რესურსები

მსოფლიოს ბუნებრივ რესურსებში დიდ როლს ასრულებს თოვლყინულში დაგროვილი წყლის მარაგი, რომლის მოცულობა 15 მლნ.კმ³-ია, რაც მსოფლიო ოკეანის საერთო მოცულობის 35%-ს შეადგენს. თუ გაითვალისწინებთ, რომ ეს არის უმადლესი ხარისხის სუფთა წყალი, სრულიად გასაგები ხდება თუ როგორი გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება მის გამოყენებას სამეურნეო საქმიანობაში. ამ მიმართულებით მუშაობა მთელი საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზე დაიწყო გასული საუკუნის 5060-იან წლებში. თითქმის ყველგან წარმოებდა თოვლის საფარისა და მყინვარების შესწავლა. უკანასკნელი 3040 წლის განმავლობაში დაგროვდა უნიკალური მასალა, რომლის ბაზაზე შეიქმნა თანამედროვე მოთხოვნილების დონეზე შედგენილი მყინვარების კატალოგი, თოვლის ზვავების კადასტრი, მდინარეების ჰიდროგრაფიული აღწერა, თოვლის საფარის სიდიდეთა ცნობარი, საშიში გლაციოჰიდრომეტეოროლოგიური მოვლენების აღწერა და სხვ. მიღებულ შედეგებზე დაყრდნობით კიდევ უფრო გაფართოვდა სამუშაოები თოვლყინულოვანი რესურსების შესწავლის საქმეში და არსებულ მასალებთან ერთად მომწიფდა ატლასის შექმნის იდეა, რომლის შედგენის მეთოდოლოგიური გზები, სტრუქტურა, ორგანიზაცია და ხელმძღვანელობა აკადემიკოსმა ვლადიმერ კოტლიაკოვმა ითავა.

ატლასი შეიქმნა ყოფილი საბჭოთა კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის დადგენილებით. იგი წარმოადგენს მეცნიერთა დიდ ღვაწლს საერთაშორისო ჰიდროლოგიური პროგრამის (სპპ) და საერთაშორისო გეოსფერობისფერულ პროგრამის (სგპპ) შესრულების საქმეში.

დასახული ამოცანის გადაწყვეტაში აქტიური მონაწილეობა მიიღეს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის გლაციოლოგებმა: ვ.ცომაიამ, კ.ქალდანმა, კ.აბდუშელიშვილმა, მ.სალუქვაძემ, კლიმატოლოგმა ლ.პაპინაშვილმა. გლაციოლოგებმა პრაქტიკულად ფეხით შემოიარეს მთელი კავკასია. მათ მიერ შეგროვილი დამატებითი მასალების საფუძველზე. შრომატევადი სამუშაოების ჩატარების შედეგად "მსოფლიოს თოვლყინულოვანი რესურსების ატლასში" კავკასიის რეგიონისათვის განთავსდა შემდეგი რუკები: "ცივი პერიოდის ხანგრძლივობა" (ი.ალიევი, მ.ზალიხანოვი, ვ.ცომაია), "ზვავაქტიურობის ხარისხი", "ზვავწარმოქმნელი ფაქტორები",

"ზვავების განმეორადობა", "ზვავების მოცულობა" (კაბდუ-შელიშვილი, ლ.ქაღდანი), "ორ წელიწადში ერთხელ მოსალოდნელი ჭირხლიპყინულის შემონაფენის მასალა" (ლ.პაპინაშვილი), "ზედაპირის აბლაცია", "მყარი ნალექების ხანგრძლივობა", "თოვლის საფარიან დღეთა რიცხვი", "თოვლის და ყინულის მარაგი" (ვ.ცომია, რ.გობეჯიშვილი, ა.ტარიევა). ატლასი შესრულებულია რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის გეოგრაფიის ინსტიტუტში. სამუშაოებს კურირებდა ყოფილი საბჭოთა კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმში, აგრეთვე საუწყებათაშორისო გეოფიზიკური კომიტეტი და ჰიდროლოგიურ მეცნიერებათა საერთაშორისო ასოციაცია. სამუშაოები დაიწყო 1985 წლიდან.

გათვალისწინებული იქნა კავკასიის რთული პირობები, კერძოდ, ზღვის დონიდან ადგილმდებარეობის კონტრასტული სიმაღლეები, მთის სისტემების გრეხილების სტრუქტურა, ფერდობთა ექსპოზიცია და კონკრეტული ადგილის რელიეფი, რომელთა მეშვეობით ხდება ჰაერის მასების ცირკულაციური პროცესების შენელება ან გამძაფრება. თოვლყინულოვანი რესურსების რუკები დამუშავებული უნდა ყოფილიყო მთლიანად კავკასიის რეგიონისათვის.

აკადემიკოსმა ვ.კოტლიაკოვმა მაშინდელი ამიერკავკასიის სამეცნიეროკვლევითი ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტის დირექტორს, აკადემიკოს გ.სვანიძეს სთხოვა დაეკომპლექტებინა დარგობრივი ჯგუფი, რომელიც წარმართავდა დასახულ სამუშაოს. ინსტიტუტმა იტვირთა ეს ძნელი საქმე და მთელი კავკასიის ტერიტორიისათვის შედგენილი იქნა რუკები, რომლებშიც წარმოდგენილია ატმოსფერული მყარი და თხევადი ნალექების, ლიპყინულის, თოვლის ზვავების, თოვლის საფარის, მყინვარებისა და მდნარი ჩამონადენის განაწილება კავკასიის ტერიტორიაზე.

მათი რაოდენობრივი სიდიდეების დასადგენად გამოყენებული იქნა საქართველოს, სომხეთის, აზერბაიჯანის, სტავროპოლის, კრასნოდარის, ყაბარდოლაყარეთის, ჩეჩნეთის, ინგუშეთის და ჩრდილო ოსეთის ტერიტორიებზე არსებულ მეტეოსადგურებსა და საგუშაგოებზე წარმოებული ჰიდრომეტეოროლოგიური დაკვირვებების მონაცემები, რომელთა ხანგრძლივობა რიგ შემთხვევებში 100 წელზე მეტია. თოვლის საფარის აგეგმვის შედეგად მიღებული მასალა მოიცავდა სხვადასხვა პერიოდს, ხანგრძლივობით არა ნაკლები 2030 წელი.

მონაცემების დამუშავება შესრულდა თანამედროვე სტატისტიკური მეთოდების საფუძველზე, დაკვირვებათა მასალა გავრცობილი იქნა ექსტრაპოლაციის დახმარებით, ერთნაირ ლანდშაფტურ პირობებში მყოფი სადგურების მონაცემთა დაზუსტებისათვის გამოყენებული იქნა კორელაციური ანალიზი. სიდიდეთა შეფასებისათვის

კორელაციის კოეფიციენტი არ უნდა ყოფილიყო 0,60ზე ნაკლები. მიღებული შედეგები განიხილებოდა ატლასის რედკოლეგიასთან ერთად სამუშაო პირობებში, აგრეთვე დისკუსიებსა და სამეცნიერო კონტაქტების დროს.

ატლასის შექმნას აქტიურად უწყობდა ხელს "იუნესკო"ს სამეცნიერო განყოფილება. სამუშაოები წარმოებდა გეოდეზიის და გეოფიზიკის საერთაშორისო ასოციაციის თოვლისა და ყინულების, აგრეთვე ჰიდროლოგიური კომისიების კონტროლით.

უნდა აღინიშნოს, რომ აკადემიკოსი ვ. კოტლიაკოვი სპეციალურად ჩამოვიდა თბილისში და წერილობით მადლობა გადაგვისადა სამუშაოს მონაწილეებს დიდი ღვაწლისათვის ატლასის შედგენაში. მან ხსენებულ ატლასს უწოდა "ჩვენი საერთო ქმნილება" ("Наше общее детище") და ატლასის ერთი ეგზემპლარი საჩუქრად გადასცა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტს.

ლიტერატურა – REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас снежноледовых ресурсов Мира. Под редакцией В.М. Котлякова. РАН, М., 1997.

უკ 551.321.322

კავკასიის თოვლყინულოვანი რესურსები. /ვ.ცომაია, ლ.პაპინაშვილი, ლ.კალდანი/. შპის შრომათა კრებული. – 2001. – ტ. 106. – გვ.202-204. – ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

სტატიაში გაანალიზებულია "მსოფლიოს თოვლყინულოვანი რესურსების ატლასში" მოთავსებული, ავტორების მიერ შედგენილი გლაციოლოგიური რუკები. ლიტ. დას. 1.

UDC 551.321.322

Snow and glacial resources of the Caucasus. /V.Tsomaia, L.Papinashvili, L. Kaldani/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2001.V.106.p.202-204. Georg.: Summ.Georg., Eng., Russ.

The paper presents the analysis of glacial maps, elaborated by authors for the "World Atlas of Snow and Ice Resources". Ref. 1.

УДК 551.321.322

Снежноледовые ресурсы Кавказа. /Цомаия В.Ш., Папинашвили Л.К., Калдани Л.А./ Сб. Трудов Института гидрометеорологии АН Грузии. – 2001. – т.106. – с.202-204. – Груз.; рез. Груз., Англ., Русск.

Статья содержит анализ составленных авторами, гляциологических карт Кавказа, которые помещены в "Атласе снежноледовых ресурсов мира". Лит. 1.

ს ა რ ჩ ე ვ ი		
1	გ.სვანიძე, ვ.ცომაია, რ.მესხია საქართველოს წყლის რესურსების მოწვევადობა და ადაპტაციის ღონისძიებები	11
2	გ.სვანიძე, გ.ჩიკვაძე აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა აუზებში სარ- წყავი წყლის დეფიციტის საკითხისათვის	30
3	ც.ბასილაშვილი, ვ.ცომაია მდინარეთა ჩამონადენის პროგნოზების განახლება ინფორმაციული ქსელის შემცირების პირობებში	38
4	ნ.ნ.ბეგალიშვილი, კ. თავართქილაძე, ნ.ა.ბეგალიშვილი საქართველოს ზოგირთ მდინარეთა წყალშემკრებზე მიკროკლიმატის და ჩამონადენის საუკუნეობრივი ცვლილებების შეფასება	48
5	რ.გობეჯიშვილი, ნ.ცერცვაძე საქართველოში თოვლისა და ფირნის ხაზების მდებარეობა და დინამიკა	58
6	ვ.ცომაია, თ. ცინცაძე მდინარე რიონის წყლის მაქსიმალური ხარჯები რკინიგ- ზის გადაკვეთის უბანზე სადგურ რიონთან	67
7	დ.კერესელიძე, გ.გრიგოლია წყალსაცავებში წყლის ხარისხის განსაზღვრის საიმედოობის შეფასება	76
8	ვ.ცომაია, მ.ფხაკაძე, ლ.პაპინაშვილი, ი.დანელოვა 1960-1970 წლების მცირე პერიოდიანი აცივების ჰიდრომე- ტეოროლოგიური თავისებურებანი კავკასიის გლაციო- ლოგიურ ზონაში	82
9	ც.ბასილაშვილი საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების პროგნოზირება ჰიდროლოგიური ინფორმაციის შეზღუდულობის პირობებში	91
10	ი.გელაძე, ნ.დევდარიანი, ს.კოპაძე, გ.ჩიკვაძე, ო.შველიძე ოპტიმიზირებული მორწყვის ნორმები ძირითადი კულ- ტურების ზრდაგანვითარების სხვადასხვა პერიოდისათ- ვის აღმოსავლეთ საქართველოს პირობებში	99
11	რ.მესხია მეტეოროლოგიური ველების ობიექტური წარმოდგენის რიცხვითი გადაწყვეტა მდინარის ჩამონადენის მოდელისათვის, განაწილებული პარამეტრებით	108

12	ლ.ქიტიაშვილი, ლ.სანებლიძე, გ.სტვილია განახლებული მონაცემები დასავლეთ საქართველოს მდინარეების მყარ ჩამონადენზე	112
13	ლ. ქალდანი, მ.სალუქვაძე, ნ.კობახიძე ზვავშემკრებების გავრცელების სიხშირე საქართველოს ტერიტორიაზე	120
14	ი.გელაძე, ნ.დევდარიანი, ს.კოპაძე, გ.ჩიკვაძე, ო.შველიძე აღმოსავლეთ საქართველოს სარწყავ მიწებზე ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობის დადგენა ძირითად სასოფლო სსამეურნეო კულტურათა ზრდა-განვითარების სხვადასხვა პერიოდისათვის	126
15	რ.ჭითანავა, გ.სტვილია, მ.ფხაკაძე, ვ.ცომაია საქართველოს მდინარეების ჩამონადენის შეფასება კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების პირობებში და გვაღვებისა და გაუდაბნოების წინააღმდეგ საადაპტაციო ღონისძიებანი	134
16	ნ.ნ. ბეგალიშვილი, კ.თავართქილაძე, ნ.ა.ბეგალიშვილი მდ. მტკვრის ჩამონადენის კლიმატურ ცვლილებათა მიმართ მგრძობიარობის შეფასება ემპირიულ-სტატისტიკური მოდელის საფუძველზე	146
17	რ.მესხია წყლის ბალანსის სტრუქტურა ლანდშაფტის ტიპების მიხედვით	151
18	ც.ბასილაშვილი წყალსაცავებში ჩამდინარე წყლების პროგნოზირება შეზღუდული ინფორმაციის პირობებში	156
19	ს.გორგიჯანიძე საქართველოს გეოლოგიურ წარსულში ჩახერგვებით წარმოშობილი დაგუბებული ტბების გეოგრაფია	162
20	ნ.კოჭლამაზაშვილი შიდატენბრუნვის გამოთვლის მეთოდი მდინარეების არაგვის, ქსნის, ღეხურასა და ღიახვის წყალშემკრები აუზების მაგალითზე	171
21	ლ.ქალდანი საქართველოს ტერიტორიის ზვავაქტიურობა	179
22	ლ.ქალდანი, მ.სალუქვაძე საქართველოს ტერიტორიის დარაიონება თოვლიანობის მიხედვით	188
23	ვ.ცომაია, ლ.პაპინაშვილი, ლ.ქალდანი კავკასიის თოვლ-ყინულოვანი რესურსები	202

