

ჰიდრომეტეოროლოგიური მონიტორინგის თანამედროვე მდგომარეობა საქართველოში

რამაზ ჭითანავა, გიორგი კორძახია

(გარემოს ეროვნული სააგენტოს ჰიდრომეტეოროლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: განხილულია მეტეოროლოგიური, კლიმატური და ჰიდროლოგიური მონიტორინგის თანამედროვე მდგომარეობა საქართველოში. ინოვაციური ხასიათის მძლავრმა ტექნოლოგიურმა განვითარებამ შესაძლებელი გახადა ავტომატიზებული, ფაქტობრივად უწყვეტი ჰიდრომეტეოროლოგიური დაკვირვებების წარმოება, რაც წარმატებით დაინერგა ჩვენს ქვეყანაში.

წარმოდგენილია ავტომატური მეტეოროლოგიური, ჰიდროლოგიური, აგრომეტეოროლოგიური და საგზაო სადგურებისა და საგუშაგოების აღწერა მონიტორინგის შესაძლებლობების მითითებით. მიწისპირა ჰიდრომეტეოროლოგიურ სისტემებთან ერთად განხილულია დისტანციური დაკვირვების ინოვაციური სისტემები, ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელის მდგომარეობასთან ერთად – მონაცემთა დამუშავების თანამედროვე ინოვაციური სისტემები. ამასთან, მოცემულია მონაცემთა წარმოდგენის ფორმატები, მონაცემთა ხარისხის შეფასების/მონაცემთა ხარისხის კონტროლის პროცედურები. ამინდის პროგნოზირებისათვის გამოყენებულია როგორც თანამედროვე რიცხვითი მოდელები, ისე ჰიდროლოგიური პროგნოზირებისათვის საჭირო თანამედროვე ევროპული მოდელები. ეს მოდელები დიდი სივრცითი დეტალიზაციით ხასიათდება. ამ მოდელებიდან ზოგიერთი დაინერგა და ეფექტურადაც გამოიყენება ოპერატიულ პრაქტიკაში. აღნიშნულია, რომ პროგნოზების გამართლებადობა საბჭოთა პერიოდთან შედარებით საგრძნობლადაა გაზრდილი; მაგალითად, მოკლევადიანი პროგნოზების გამართლებადობა დღეს 91 %-ს აღწევს.

სტატიაში მოყვანილია ჰიდრომეტეოროლოგიური მონიტორინგის განვითარების უახლესი პერსპექტივები.

საკვანძო სიტყვები: კლიმატი; მეტეოროლოგია; მონიტორინგი; პროგნოზი; ტელეკომუნიკაცია; ჰიდროლოგია.

შესავალი

ბოლო ათწლეულებში მთელ მსოფლიოში კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ფონზე ამინდთან, კლიმატთან და წყალთან დაკავშირებული ბუნებრივი სტიქიური მოვლენების ინტენსიურობისა და სიხშირის მნიშვნელოვანი ცვლილებები დაიკვირვება [1, 2]. საქართველოში, რომელიც რთული ოროგრაფიული პირობებით, მრავალფეროვანი ჰავითა და მდიდარი წყლის რესურსებით გამოირჩევა, ეს პროცესები ასევე გამძაფრებულია [3, 4]. ეფექტურმა ზემოქმედებამ, მოკლე, საშუალო და გრძელვადიანი პროგნოზების შედგენამ და კლი-

მატის ცვლილების ფიზიკური პროცესების დეტალურმა შესწავლამ განპირობა დროსა და სივრცეში მაღალი გარჩევადობის მეტეოროლოგიური, კლიმატოლოგიური და ჰიდროლოგიური მონიტორინგის ჩატარების აუცილებლობა.

საქართველოში ჰიდრომეტეოროლოგიურ მონიტორინგს ეროვნული ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახური ახორციელებს. თავისი არსებობის პერიოდში მრავალჯერ შეიცვალა ამ სამსახურის იურიდიული სტატუსი. ამჟამად იგი საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროს გარემოს ეროვნული სააგენტოს შემადგენლობაშია ჰიდრომეტეოროლოგიის დეპარტამენტის სტატუსით.

გარემოს ჰიდრომეტეოროლოგიური მონიტორინგის სისტემა ოთხი ძირითადი საფეხურისაგან შედგება. ესენია:

- დაკვირვებების მონაცემთა შეკრება-გავრცელება;
- მონაცემთა დამუშავება;
- მონაცემთა ბაზების კომპილაცია;
- სხვადასხვა მახასიათებლის შედგენა.

გარემოს ჰიდრომეტეოროლოგიური მონიტორინგის წარმატებით ჩატარებისათვის აუცილებელია ჰიდრომეტეოროლოგიური ფონდის (არქივი) ფუნქციონირების აღდგენა, რომელშიც დაცულია მასალები გარემოს წარსული მდგომარეობის შესახებ. ამასთან, იგი მუდმივად უნდა ივსებოდეს მიმდინარე ინფორმაციით. კლიმატურ, ჰიდროლოგიურ, აგრომეტეოროლოგიურ, ოკეანოგრაფიულ, საგზაო-მეტეოროლოგიურ, გლაციოლოგიურ მონაცემთა ბაზებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ამინდზე, კლიმატსა და ჰიდროლოგიურ რეჟიმზე დამოკიდებული ეკონომიკის დარგების ეფექტურად მართვისათვის.

ამჟამად ჰიდრომეტეოროლოგიური მონიტორინგის სისტემის სრულყოფისათვის ასევე აუცილებელია ჰიდრომეტეოროლოგიური მოდელირება და პროგნოზების შექმნა, რის საფუძველზეც შესაძლებელია დროულად იქნეს შედგენილი ადრეული გაფრთხილება მოსალოდნელი ბუნებრივი სტიქიური მოვლენების შესახებ, რაც აუცილებელი პირობაა ადამიანთა მსხვერპლის თავიდან ასაცილებლად და მატერიალური ზარალის მნიშვნელოვნად შესამცირებლად.

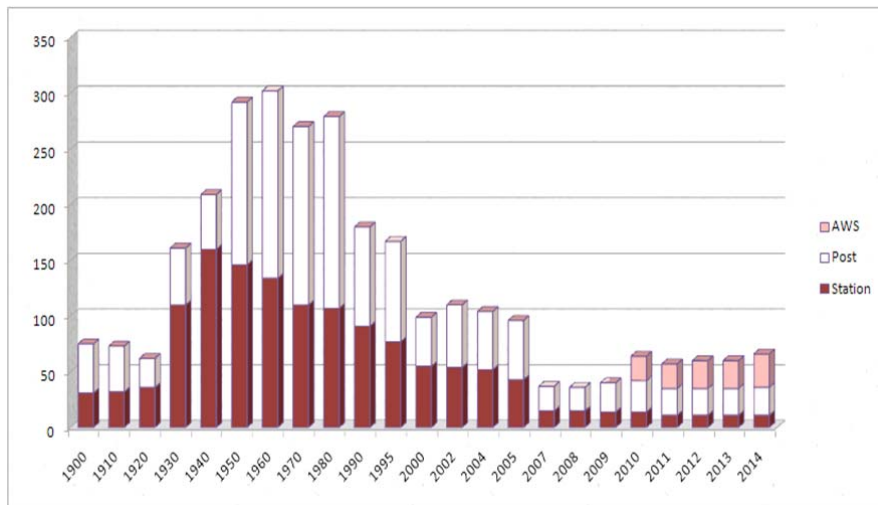
ძირითადი ნაწილი

დაკვირვების სისტემები. საქართველოში რეგულარულ მეტეოროლოგიურ და ჰიდროლოგიურ დაკვირვებებს, შესაბამისად, 170 და 85 წელზე მეტი ხნის ისტორია აქვს. ჩვენთან, ისევე როგორც მთელ მსოფლიოში, მეტეოროლოგიური, ჰიდროლოგიური, ოკეანოგრაფიული, სპეციალიზებული აგრომეტეოროლოგიური, გლაციოლოგიური, საგზაო-მეტეოროლოგიური და თოვლსაზვავე როგორც მიწისპირა, ისე დისტანციური დაკვირვებები მიმდინარეობს ერთიან მეთოდოლოგიურ საფუძველზე მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის (WMO) მიერ შემუშავებული სტანდარტების შესაბამისად [5]. დაკვირვების ვადები მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარებასთან ერთად იცვლებოდა. ბოლო წლებში მეტეოროლოგიური მონიტორინგი ტარდებოდა გრინვიჩის დროით 00 სთ-დან დღე-ღამის განმავლობაში 8-ჯერადი, ჰიდროლოგიური კი – 2-ჯერადი დაკვირვებების საფუძველზე [4], აგრომეტეოროლოგიური და საგზაო მეტეოროლოგიური დაკვირვებები ფაქტობრივად უწყვეტ რეჟიმში ხორციელდებოდა. ხოლო თოვლსაზვავე და გლაციოლოგიური დაკვირვებები – სპეციალურ ვადებში სეზონურობისა და თოვლის დნობის გათვალისწინებით.

1-ლ ნახ-ზე მოცემულია მეტეოროლოგიური და ჰიდროლოგიური სადამკვირვებლო ქსელის ცვლილების დინამიკა 1900 – 2014 წლებში. ამ დინამიკის ანალიზი ცხადყოფს, რომ

ამინდის სადამკვირვებლო ქსელი ყველაზე ხშირი იყო მეორე მსოფლიო ომის პერიოდიდან მოყოლებული XX საუკუნის 90-იან წლებამდე. ამ პერიოდში საქართველოს ტერიტორიაზე არსებულმა ჰიდრომეტეოროლოგიური დაკვირვების სტაციონარულმა ქსელმა მნიშვნელოვან განვითარებას მიაღწია – ჰიდრომეტეოროლოგიური დაკვირვებები ტარდებოდა ქვეყნის მთელ ტერიტორიაზე, მათ შორის მაღალმთიან და ძნელად მისადგომ რეგიონებში. სტანდარტულ დაკვირვებებთან ერთად წარმოებდა სპეციალიზებული რადარული, აეროლოგიური, ოზონომეტრული, აქტინომეტრული, წყალბალანსური, აგრომეტეოროლოგიური, თოვლსაზვავე, გლაციოლოგიური, ოკეანოგრაფიული და სხვა სახის დაკვირვებები.

საბჭოთა კავშირის დაშლის შემდეგ, 1990-იანი წლებიდან ქვეყანაში არსებული რთული პოლიტიკური და ეკონომიკური მდგომარეობის გამო ჰიდრომეტეოროლოგიური დაკვირვების ქსელმა მნიშვნელოვანი დეგრადაცია განიცადა. არსებითად შემცირდა სტანდარტული ჰიდრომეტეოროლოგიური დაკვირვების პუნქტების (სადგურების, საგუშაგოების) რაოდენობა და მთლიანად შეწყდა ზემოთ ჩამოთვლილი სპეციალიზებული, ძვირად ღირებული დაკვირვებები.



შენიშვნა: შავ-თეთრი გამოსახულების შემთხვევაში ვარდისფერი იქნება ნაცრისფერი, ლიმონისფერი – თეთრი და მუქი წითელი – შავი.

ნახ. 1. მეტეოროლოგიური სადამკვირვებლო ქსელის ცვლილების დინამიკა 1900 – 2014 წლებში. ვარდისფერით მოცემულია ავტომატური ამინდის სადგურების რაოდენობა; ლიმონისფერით – მეტეოროლოგიური საგუშაგოების რაოდენობა; მუქი წითელი – მეტეოროლოგიური სადგურების რაოდენობა.

XX და XXI საუკუნეების მიჯნაზე განხორციელებულმა ინოვაციური ხასიათის მძლავრმა ტექნოლოგიურმა განვითარებამ მოიტანა ახალი, ავტომატიზებული, ფაქტობრივად უწყვეტი დაკვირვებების ჩატარების ფართო შესაძლებლობა.

მას შემდეგ, რაც საქართველო გახდა მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის (WMO) წევრი, ამ და სხვა საერთაშორისო ორგანიზაციების და დონორი ქვეყნების დახმარებით დაიწყო ჰიდრომეტეოროლოგიური დაკვირვების ქსელის რეაბილიტაციისა და მოდერნიზაციის პროცესი, რის შედეგადაც შესაძლებელი გახდა მონიტორინგის ობიექტურად და უწყვეტად ჩატარება.

მე-2 ნახ-ზე მოცემულია ავტომატიზებული მეტეოსადგური და მისი ცალკეული სენსორები.



ნახ. 2. ავტომატიზებული მეტეოსადგური (ა) და მისი შემადგენელი ნაწილები: ქარის სიძლიერისა და მიმართულების განმსაზღვრელი სენსორი (ბ); ნალექსაზომი(გ); წნევის სენსორი (დ); ჰაერის ტემპერატურისა და სინოტივის საზომი სენსორი (ე)

მეტეოროლოგიურ სადგურზე დაკვირვება თითქმის ყველა ძირითადი მეტეოროლოგიური პარამეტრის (ატმოსფერული წნევა, ჰაერის ტემპერატურა და სინოტივე, ნალექების რაოდენობა და ინტენსიურობა, ქარის სიჩქარე და მიმართულება და სხვ.) მიხედვით მიმდინარეობს. უშუალოდ საზომი სენსორების გარდა, მეტეოსადგური აღჭურვილია სხვა მნიშვნელოვანი ტექნოლოგიური სიახლეებით, კერძოდ:

- მონაცემთა შეგროვების სენსორით (data-logger) – ლითონის ყუთი, რომელიც მიმაგრებულია ანძაზე (ნახ. 2, ა). ამ სენსორს დაპროგრამებულ რეჟიმში (დროის სხვადასხვა ინტერვალში) შეუძლია დაკვირვებათა მონაცემების გადაცემა ჰიდრომეტეოროლოგიის დეპარტამენტისათვის;
- მარკუთხედის ფორმის მზის პანელით (ელექტრობის დამატებითი წყარო), რომელიც დამაგრებულია ანძის თავზე (ნახ. 2, ა). ეს ხელსაწყო უზრუნველყოფს სადგურის ფუნქციონირებას უწყვეტ რეჟიმში.

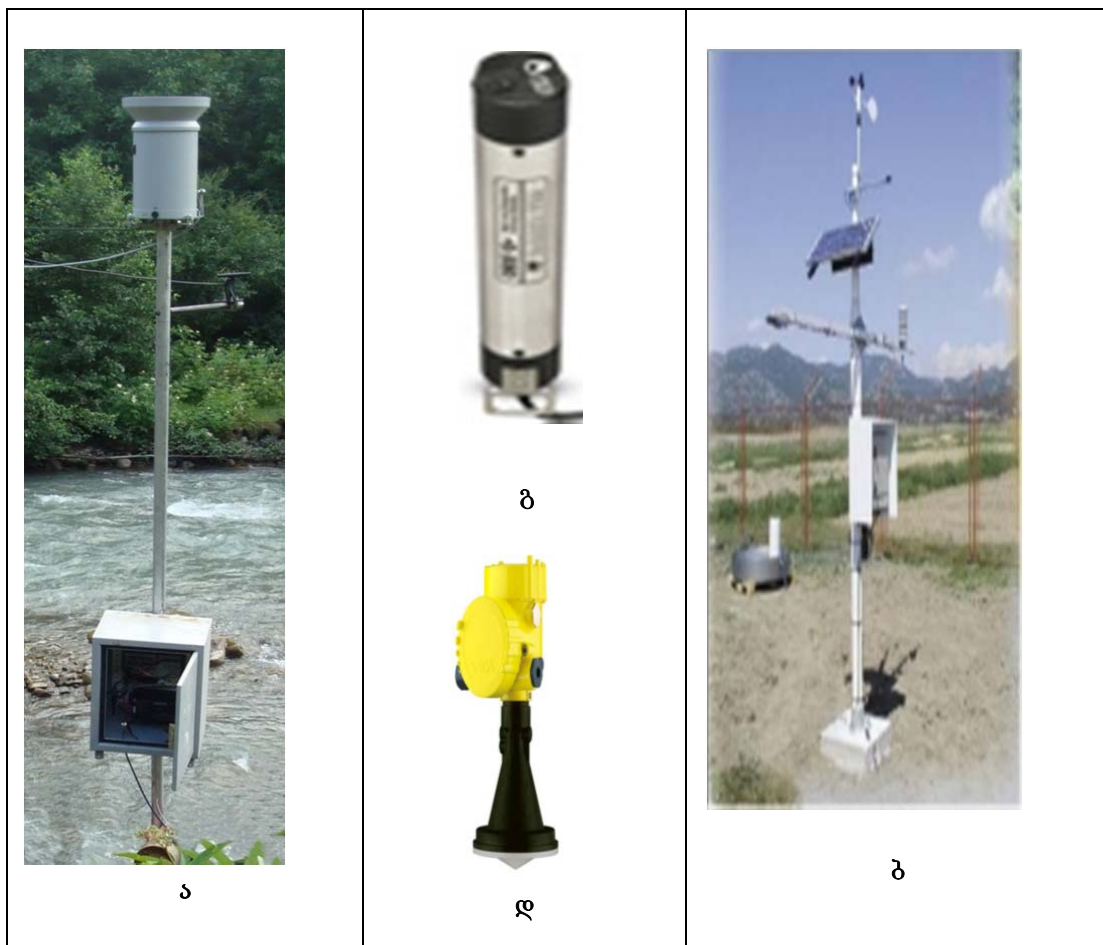
მე-3 ნახ-ზე მოცემულია ავტომატიზებული ჰიდროლოგიური (ა) და მეტეოროლოგიური (ბ) საგუშაგოები და მათი ცალკეული სენსორები.

ავტომატიზებულ ჰიდროლოგიურ საგუშაგოებზე უწყვეტ რეჟიმში ძირითადად წყლის დონეები და ხარჯები განისაზღვრება, ავტომატიზებულ მეტეოროლოგიურ საგუშაგოებზე

კი (დაკვირვებების სიიარფისა და მათი სივრცითი განლაგების შედარებით მაღალი სიხშირის უზრუნველსაყოფად) უწყვეტ რეჟიმში ფაქტობრივად მხოლოდ ჰაერის ტემპერატურის, ნალექებისა და ქარის მახასიათებლების გაზომვა ხდება.

მეტეოროლოგიური სადგურისაგან საგუშაგოებისა და დაკვირვების სხვა სისტემების განსხვავება განპირობებულია დაკვირვებების ძირითად პროგრამაში შეტანილი ცვლილებებით – დამატებულია რამე, თუ პირიქით, შეკვეცილი. ზემოთ განვიხილეთ განსხვავება მეტეოროლოგიურ სადგურსა და მეტეოროლოგიურ საგუშაგოს შორის, მაგრამ ცალკეულ მეტეოროლოგიურ სადგურებზეც მიმდინარეობს სპეციალიზებული დაკვირვებები. კერძოდ, ჩვეულებრივი მეტეოროლოგიური სადგურისაგან განსხვავებით, აგრომეტეოროლოგიურ სადგურზე დამატებით იზომება ნიადაგის ტემპერატურა და ტენიანობა სხვადასხვა სიღრმეზე, ევაპორანსპირაცია და ფენოლოგიური პარამეტრები; თოვლსაზვავე სადგურებზე – თოვლის საფრის მახასიათებლები და სხვ.

ბოლო წლებში საქართველოში ჩეხეთის მთავრობის მხარდაჭერით დაინერგა და განვითარდა სპეციალიზებული საგზაო მეტეოროლოგიური დაკვირვებები. საერთაშორისო მნიშვნელობის გზებზე დაიდგა ოთხი საგზაო მეტეოროლოგიური სადგური (ნახ. 4), რომლებზეც არსებული სტანდარტული მეტეოროლოგიური პარამეტრების გარდა, განისაზღვრება ჰორიზონტალური ხილვადობა, გზის საფარზე ნალექის არსებობა და მისი სახეობა, გზის საფრის მოყინულობა. ამ დაკვირვებების საფუძველზე შესაბამისი პროგრამული საშუალებებით ხდება ტექნიკური მარილის მოყრის აუცილებლობისა და რაოდენობის დადგენა.



ნახ. 3. აგრომატიზებული ჰიდროლოგიური (ა) და მეტეოროლოგიური (ბ) საგუშაგოები. მონაცემთა შემკრები – data-logger (გ); წყლის დონის რადარული სენსორი (დ)

საგზაო გადაზიდვების მეტეოროლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველყოფისათვის საგზაო მეტეოროლოგიურ სადგურზე ქარის სიჩქარე დედამიწის ზედაპირიდან სტანდარტული 10–12 მ სიმაღლის ნაცვლად 5 მ სიმაღლეზე განისაზღვრება.

როგორც აღინიშნა, თითქმის ყველა სადამკვირვებლო სადგურს აქვს დამატებითი კვების წყარო მზის პანელის სახით და ყველა სადგურს დაპროგრამებულ რეჟიმში შეუძლია მონაცემების სხვადასხვა სისშირით უშუალოდ თბილისში გადაცემა.



ნახ. 4. საგზაო მეტეოროლოგიური სადგური

დაკვირვების პუნქტების ავტომატური საზომი საშუალებებით ჩანაცვლებამ დაკვირვების თითქმის უწყვეტად წარმოება უზრუნველყო, რამაც კლიმატის ცვლილების ფიზიკური პროცესების დეტალური შესწავლის, ამინდისა და წყლის შესახებ ეფექტური პროგნოზების შედგენის შესაძლებლობები შექმნა. დაკვირვების ქსელის ავტომატიზებამ თითქმის მთლიანად გამოირიცხა დაკვირვების პერიოდებს შორის მეტეოროლოგიური და ჰიდროლოგიური პარამეტრების მკვეთრი ცვლილების დაუფიქსირებლობის შემთხვევები. გამოირიცხა აგრეთვე სუბიექტური ხასიათის შეცდომები, რასაც ადრე ცალკეული დამკვირვებლები უშვებდნენ. ამჟამად დაკვირვების მონაცემთა ხარისხი ძირითადად ავტომატური საზომი საშუალებების ტექნიკურ გამართულობაზე დამოკიდებულია.

ამრიგად, მიწისპირა სადამკვირვებლო ქსელის თანამედროვე მდგომარეობა საქართველოში ასეთია:

ამჟამად ჩვენთან ფუნქციონირებს:

33 მეტეოროლოგიური სადგური; მათ შორის 18 ავტომატური, 15 შერეული და 2 ხელის;

45 ავტომატური მეტეოროლოგიური საგუშაგო;

58 ჰიდროლოგიური საგუშაგო; მათ შორის 49 ავტომატური და 9 ხელის.

ზემოაღნიშნული ციფრები ცხადყოფს, რომ სადამკვირვებლო ქსელის მდგომარეობა ჯერჯერობით არადაამაკმაყოფილებელია და გადმოსცემს იმ რეალობას, რაც ყოფილი საბჭოთა კავშირის დაშლის შემდგომ შეიქმნა.

გარემოს ეროვნული სააგენტოს ჰიდრომეტეოროლოგიის დეპარტამენტი გარემოზე დაკვირვებებისათვის იყენებს დისტანციური ზონდირების სხვადასხვა სისტემას: მეტეორო-

ლოგიურ რადარებს [6], ელვის რეგისტრაციის სენსორებს, მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრულ დაკვირვებებს დედამიწის ზედაპირზე [7, 8].

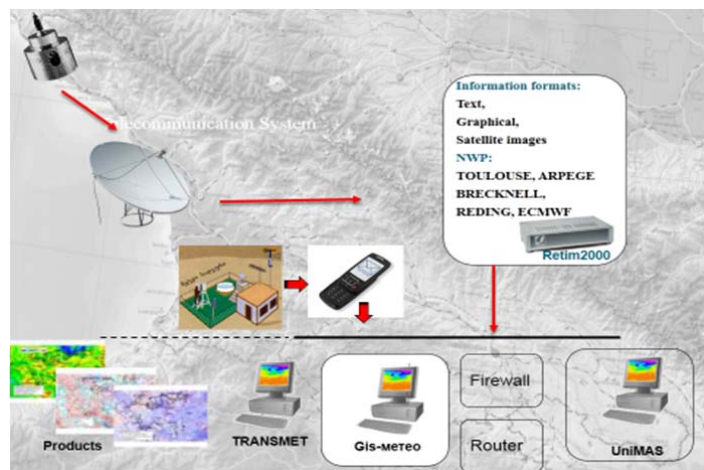
დოპლერის ეფექტზე დაფუძნებული რამდენიმე მეტეოროლოგიური რადარის მონაცემები მიიღება რეალურ დროში უშუალოდ ჰიდრომეტეოროლოგიის დეპარტამენტის პროგნოზირების უწყებაში. აღმოსავლეთ საქართველოში ესენია: კახეთში განლაგებული შინაგან საქმეთა სამინისტროს ე. წ. C ბენდის მძლავრი მეტეოროლოგიური და თბილისში განლაგებული აერონავიგაციის ე. წ. X ბენდის მეტეოროლოგიური რადარები. უნდა აღინიშნოს, რომ C ბენდის მეტეოროლოგიური რადარი დოპლერის ეფექტზე მომუშავე რადარებს შორის ყველაზე მძლავრია, თუმცა X ბენდის მეტეოროლოგიური რადარი უფრო დაწვრილებით აშუქებს ატმოსფეროს მდგომარეობას მასთან ახლო მიმდებარე ტერიტორიაზე. საქართველოში ამ ტიპის მეტეოროლოგიური რადარები ადრე არ გამოიყენებოდა.

დასავლეთ საქართველოს რადარული მონაცემებით გაშუქებისათვის გამოიყენება ე. წ. C ბენდის თურქეთის მეტეოროლოგიური სამსახურის დოპლერის ეფექტზე მომუშავე მეტეოროლოგიური რადარი, რომელიც ქ. ტრაბზონში მდებარეობს. იგი აშუქებს ატმოსფეროს მდგომარეობას ვრცელ ტერიტორიაზე ქ. სოჭის ჩათვლით.

სისტემა, რომლის ანალოგი ჩვენ არ გავგანჩნდა, ელვის რეგისტრაციის სისტემაა. ამჟამად მისი ორი სენსორი დადგმულია საქართველოში. ისინი მეტეოროლოგიურ რადარებთან ერთად ძლიერი ნალექების მოკლევადიანი და ზემოკლევადიანი საიმედო პროგნოზირების საშუალებას იძლევიან და შესაძლებელი ხდება მოსალოდნელი ძლიერი ნალექების შესახებ ეფექტური ადრეული გაფრთხილების განხორციელება.

ჰიდრომეტეოროლოგიის დეპარტამენტში ფუნქციონირებს მეტეოროლოგიური და მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრული დაკვირვებების მიმღები სისტემა. სისტემა დაინსტალირებულია ევროპის მეტეოროლოგიური თანამგზავრების ორგანიზაციის (EUMETSAT) მიერ. მას შეუძლია მიიღოს სხვადასხვა მეტეოროლოგიური, მაღალი გარჩევადობის და რადარული თანამგზავრების მონაცემები [7].

მონაცემთა შეკრება-გადაცემა. თანამედროვე ტელეკომუნიკაციური სისტემის (ნახ. 5) ფუნქციონირებას საფუძველად უდევს მონაცემთა შეკრებისა და გადაცემის ავტომატიზებული მართვის სისტემები. ადგილობრივ დონეზე მონაცემთა ავტომატური შეკრებისათვის გამოიყენება სატელეკომუნიკაციო კერძო კომპანია „მაგთის“ სიმძლავრეები. საერთაშორისო გაცვლებისათვის ფუნქციონირებს ფრანგული წარმოების (METEO FRANCE International) სისტემა ტრანსმეტი.



ნახ. 5. მონაცემთა შეკრება-გაფრცვლების სატელეკომუნიკაციო სისტემა

საერთაშორისო გაცვლაშია 12 მეტეოროლოგიური ავტომატური სადგურის მონაცემები. მოქმედებს უკუკავშირიც – ჰიდრომეტეოროლოგიური დეპარტამენტი მთელი რიგი მეტეოროლოგიური ორგანიზაციებიდან ღებულობს მრავალფეროვან მონაცემებს და პროდუქციას, რომელიც საჭიროა სხვადასხვა წინსწრებით პროგნოზების შესადგენად. მიღებული მონაცემები ინახება ხანგრძლივი შენახვის მოწყობილობებზე (server).

მონაცემთა დამუშავება. მონაცემთა ავტომატური დამუშავება მიმდინარეობს ორ განსხვავებულ (კლიმატური და ჰიდროლოგიური მონაცემების დამუშავება/შენახვის) რეჟიმში. შესაბამისი ისტორიული მონაცემები განთავსებულია სპეციალურ ცნობარებში [5]. წინა საუკუნის მიწურულიდან დაიწყო კლიმატური მონაცემების ავტომატურ რეჟიმში დამუშავება ეგმ-ის გამოყენებით. ამჟამად ფიზიკურად და მორალურად მოქველებული რეჟიმული (კლიმატური) მონაცემების დამუშავების ავტომატიზებული სისტემის ნაცვლად დაინერგა და გამოიყენება ჩეხეთის ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის კლიმატური მონაცემების დამუშავების სისტემა – კლიდატა (CLIDATA).

სისტემა გათვალისწინებულია კლიმატოლოგიური მონაცემთა ბაზების შესაქმნელად და ემსახურება მონაცემთა შეფასებისა და ხარისხის კონტროლს (QA/QC), კლიმატოლოგიური სადგურებისა და მონაცემთა ბაზების ადმინისტრირებას. სისტემა დაპროექტებულია ე. წ. ORACLE მონაცემთა ბაზაში, რაც განაპირობებს შენახული მონაცემების მარტივ და უსაფრთხო მართვას. თვითონ სისტემაც მარტივია და უზრუნველყოფს მომხმარებელთა მომსახურებას სხვადასხვა მონაცემით.

აღრე მონაცემები ინახებოდა ქაღალდზე და შესაბამისი პროდუქტი გამოიცემოდა სპეციალური ცნობარების სახით. ამჟამად მონაცემების ბაზების დაახლოებით 80 % გადაყვანილია სპეციალურ ელექტრონულ ფორმატში და ინახება მძლავრ სერვერზე. მათი გამოცემა ხდება მომხმარებლის სურვილისამებრ.

ჰიდროლოგიური მონაცემების დამუშავება/შენახვისათვის გამოიყენება. კანადის წყლის ინსტიტუტის მიერ შემუშავებული ჰიდროლოგიურ მონაცემთა დამუშავების სისტემა AQUARIUS. სისტემის შესაძლებლობებია:

- ჰიდროლოგიური სადგურების ოპერირება (წყლის დონე, წყლის ტემპერატურა და სხვ.);
- დაკვირვების მონაცემების შეყვანა და QA/QC პროცედურების ჩატარება;
- ჩამონადენის გაზომვა (ნაკადის გაზომვა, ADCP) და შეფასებები;
- ხარჯის მრუდები (წყლის დონის-ხარჯის დამოკიდებულება), მრუდის აგება და დამოწმება;
- წყლის დონის დროითი სერიები => ხარჯის დროით სერიებში ტრანსფორმაცია;
- ხარჯის მონაცემთა კორექტირება და დამოწმება;
- მონაცემების შეტანა მონაცემთა ბაზებში და სხვადასხვა საინფორმაციო პროდუქტის გამოცემა.

უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოში აღრე ასეთი სისტემა არ გამოიყენებოდა. თვითონ სისტემა ადვილად სამართავია და უზრუნველყოფს მომხმარებელთა მომსახურებას მონაცემებით და სხვადასხვა გამოსავალი ფორმით.

ამჟამად ჰიდროლოგიური მონაცემთა ბაზების დაახლოებით 90 %-ია დამუშავებულია და გადაყვანილია ელექტრონულ ფორმატში. მონაცემთა ბაზა განთავსებულია ცალკე სერვერზე.

ჰიდრომეტეოროლოგიური პროგნოზები. თანამედროვე რიცხვითი მოდელების გამოყენებით ჰიდრომეტეოროლოგიური პროგნოზირება ხორციელდება საკმაოდ მაღალ დონეზე. ამინდის მდგომარეობის თანამედროვე პროგნოზირებისათვის გამოიყენება ე. წ. შემოსახლვრული

ტერიტორიის მოდელები (LAM). ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის პროგნოზირების ცენტრში ძირითადად ორი მოდელი გამოიყენება: აშშ-ის მეტეოროლოგიური სამსახურისა (WRF-NMM) და გერმანიის მეტეოროლოგიური სამსახურის (COSMO) მოდელები. ამ მოდელების გლობალური ვერსიების მიერ მოცემული ველები გამოიყენება მოცემული ტერიტორიისათვის და ხორციელდება შესაბამისი გათვლები. ჰიდრომეტეოროლოგიური დეპარტამენტის პროგნოზირების ცენტრის სინოპტიკოსები მიღებული შედეგებისა და კომპიუტერთან დიალოგის საფუძველზე ქმნიან საბოლოო პროდუქციას 24–72 სთ-იანი წინსწრებით. 5 დღემდე წინსწრების პროგნოზების გამოსათვლელად გამოიყენება ევროპული საშუალოვადიანი პროგნოზების ცენტრის (ECMWF) მიერ მოწოდებული მასალები, რის საფუძველზეც პროგნოზების გამართლებადობა საბჭოთა პერიოდთან შედარებით საგრძნობლად გაზრდილია. მაგალითად, მოკლევადიანი პროგნოზების გამართლებადობა 91 %-ს აღწევს.

ჰიდრომეტეოროლოგიის დეპარტამენტში დაინერგა თანამედროვე ევროპული ჰიდროლოგიური მოდელები, რომლებიც რიცხვით ბაზაზეა შექმნილი და დიდი სივრცითი დეტალიზაციით ხასიათდება. აღსანიშნავია ჰიდროლოგიური პროგნოზების გაზრდილი გამართლებადობა.

ადრეული გაფრთხილების სისტემები. ბუნებრივი სტიქიური კატასტროფების ეფექტური ადრეული გაფრთხილება რჩება დღის წესრიგში გადაუჭრელ პრობლემად საქართველოს რთული პირობების გათვალისწინებით [4]. ამას ამძაფრებს სადამკვირვებლო ქსელის სიმეჩხრე და ზოგიერთი დაკვირვების სახეობის არარსებობა. მიუხედავად ამისა, საქართველოში მიღწეულია გარკვეული წარმატებები, რაც დაკავშირებულია ზემოთ აღწერილი ინოვაციური სადამკვირვებლო საშუალებების და პროგნოზირების თანამედროვე რიცხვითი მოდელების დანერგვასთან და ფართო გამოყენებასთან. ამისათვის მნიშვნელოვანია მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის მიერ შექმნილი გზამკვლევის სათანადო გამოყენება [10]. განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ძლიერად მოწვევლად რეგიონებს, სადაც ექსპლუატაციაშია თანამედროვე ტიპის ხელსაწყო-დანადგარები. მათი საშუალებით შესაძლებელია განხორციელდეს წარმატებული ადრეული გაფრთხილებების გაცემა, რაც ეფექტური რეაგირებისათვის საუკეთესო წინაპირობას ქმნის. უნდა აღინიშნოს, რომ დევდორაკის მყინვარის პერიოდული ჩამოშლების ადრეული გაფრთხილებისათვის შევიცარიული ტექნოლოგიების საფუძველზე შექმნილია სპეციალური ადრეული გაფრთხილებისა და ეფექტური რეაგირების სისტემა, რომელიც საშუალებას იძლევა თავიდან იქნეს აცილებული ადამიანთა მსხვერპლი და მატერიალური ზარალი.

დასკვნა

საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიური დეპარტამენტის ბოლოდროინდელ წარმატებებში დიდი წვლილი შეიტანა მსოფლიო მეტეოროლოგიურმა ორგანიზაციამ (WMO), გაეროს სხვა სააგენტოებმა (UNDP, UNEP, UNESCO) და დონორმა ორგანიზაციებმა (EU, WB, USAID, CZDA, EU METSAT, Finnish AID, Slovak AID, Climate Adaptation Fund და სხვ.). მათი ძალისხმევით განხორციელდა ინოვაციური ტექნოლოგიების გადმოცემა. დაინერგა თანამედროვე პროგრამული საშუალებები, მნიშვნელოვანია ამ ორგანიზაციების წვლილი ჰიდრომეტეოროლოგიური დეპარტამენტის მუშაკთა კვალიფიკაციის ამაღლებასა და ინოვაციური თანამედროვე ტექნოლოგიების ათვისებაში.

სამომავლოდ დაგეგმილია მათთან შემდგომი თანამშრომლობის პერსპექტივები:

- სატელეკომუნიკაციო სისტემის განახლება (კლიმატის მწვანე ფონდი, საფრანგეთის მთავრობა);
- დაკვირვების სტანდარტული ქსელის გაფართოება (კლიმატის მწვანე ფონდი, საქართველოს ბიუჯეტი);
- სპეციალიზებული ქსელის გაფართოება, რაც გულისხმობს: რადარული ქსელის გაფართოებას (აშშ-ის და ფინეთის მთავრობები, კლიმატის მწვანე ფონდი). ელვის რეგისტრაციის დამატებითი სენსორების შექმნასა და ინსტალაციას (კლიმატის მწვანე ფონდი, ფინეთის მთავრობა).

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. IPCC. Climate Change. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Stocker T. F., Qin D., Plattner G.-K., Tignor M.B., Allen S. K., Borchung J., NaULS a., Xia Y., Bex V. and Midgley P. M.(eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New-York, NY, 2013.- 881 pp.
2. IPCC. Climate Change. Synthesis Report. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Core Writing Team, Pachauri R.K. and Meyer L.A (eds)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2014. - 151 pp.
3. Georgia's Third National Communication to the UN Framework Convention on Climate Change. Ministry of Environment and Natural Resources Protection of Georgia and UNDP. Tb., - 292 pp.
4. Dangerous hydrometeorological phenomena in the Caucasus. [G.G.Svanidze, Y.A. Tsutskiridze (eds)]. L.: Gidrometeoizdat, 1983. - 264 pp.
5. Manual on the WMO Integrated Global Observing System. World Meteorological Organization (WMO). Geneva: WMO Press, 2015. - 1160 pp.
6. R.J. Doviak, D.S. Zrnich. Doppler Radar and Weather Observation. Academic Press, Inc. Orlando, San Diego, San Francisco, New-York, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo, San-Paulo.1986. - 512 pp.
7. Guidelines on Satellite Skills and Knowledge for Operational Meteorologists. Geneva: WMO, SP-12, 2017. -987 pp.
8. L. Shengelia, G.Kordzakhia, G. Tvauri, M. Dzadzamia. Impact of Climate Change on Small Glaciers of East Georgia.// Science and Technologies, Tb.,Scientific Reviewed Magazine, 1 (721), 2016, pp. 9-14 (In Georgian).
9. Scientific and Applied Reference Book on the Climate of the USSR. State Committee for Hydrometeorology, Georgian Republic Administration for Hydrometeorology, V. P. Lominadze Hydrometeorological Center. Vol. 14, L.: Gidrometeoizdat, 1990.-348 pp. (In Russian).
10. A Disaster Risk Reduction Roadmap for the World Meteorological Organization. World Meteorological Organization (WMO). Geneva: WMO Press, 2017. - 960 pp.

MODERN CONDITION OF HYDROMETEOROLOGICAL MONITORING IN GEORGIA

R. Chitanava, G. Kordzakhia

(Hydrometeorological Department of National Environmental Agency, Hydrometeorological Institute of Georgian Technical University)

Resume: There is considered the current state of meteorological, climatological and hydrological monitoring in Georgia. Powerful technological development, of an innovative nature, made it possible to conduct automatized, almost continuous hydrometeorological observations, which was successfully implemented in the country. The descriptions of automatic meteorological, hydrological, agrometeorological and road stations and posts with the indication of monitoring capabilities are given. Along with terrestrial hydrometeorological systems, innovative remote monitoring systems are considered; Together with the state of the hydrometeorological network, the state of modern, innovative data processing systems are given; Data presentation formats, procedures for data quality control and data quality assessment are considered. Modern numerical models for weather forecasting are presented. There is noted that the accuracy of weather forecasts significantly increases in comparison with the Soviet period and, for example, the efficiency of short-term forecasts is about 91%. Modern european models for hydrological forecasting are considered. These models are characterized by a large spatial resolution. Some of them are embedded in operational practice and there is proved that their use is effective. The article presents the perspectives of further development of hydrometeorological monitoring.

Key words: climate; forecast; hydrology; meteorology; monitoring; telecommunication.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО, КЛИМАТИЧЕСКОГО И ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ГРУЗИИ

Читанава Р. Б., Кордзахия Г. И.

(Гидрометеорологический департамент Национального агентства окружающей среды, Институт гидрометеорологии Грузинского технического университета)

Резюме. Рассматривается современное состояние метеорологического, климатологического и гидрологического мониторинга в Грузии. Мощные технологические разработки инновационного характера сделали возможным проводить автоматизированные, практически непрерывные гидрометеорологические наблюдения, что успешно внедрено в стране. Приведены описания автоматических метеорологических, гидрологических, агрометеорологических и дорожных станций и пос-

тов с указанием возможностей мониторинга. Наряду с наземными гидрометеорологическими системами рассмотрены инновационные системы дистанционного мониторинга; вместе с состоянием гидрометеорологической сети дано состояние современных инновационных систем обработки данных; обсуждаются форматы представления данных, процедуры контроля и оценки качества данных. Приведены современные численные модели для прогнозирования погоды. Отмечается, что оправдываемость прогнозов погоды значительно увеличилась по сравнению с советским периодом и для примера оправдываемость краткосрочных прогнозов составляет около 91 %. Рассматриваются современные европейские модели для гидрологического прогнозирования. Эти модели характеризуются большим пространственным разрешением. Из их числа некоторые внедрены в оперативную практику и установлено, что их использование эффективно. В статье представлены перспективы дальнейшего развития гидрометеорологического мониторинга.

Ключевые слова: гидрология; климат; метеорология; мониторинг; прогноз; телекоммуникация.