

ლ.ინწკირველი¹, ნ.ბუაჩიძე¹, მ.არაბიძე², გ.კუჭავაძე¹, ე.ბაქრაძე², ნ.დვალისვილი¹, მ.ტაბატაძე¹

¹საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
 ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი
²გარემოს ეროვნული სააგენტო

უაკ: 552.482.14

მდ. მტკვრის აუზის წყლების ხარისხის განსაზღვრა ინტეგრალური ჰიდროქიმიური მაჩვენებლების გამოყენებით.

ევროკავშირის ქვეყნების წყლის ჩარჩო დირექტივების (2000/60/EC) რეკომენდაციით [1,2] ზედაპირული წყლების კლასიფიკაციის მინიჭების პირობებში, ეკოლოგიური ხარისხის კოეფიციენტების შკალა უნდა დაიყოს ხუთ კლასად, დაწყებული კარგი და დამთავრებული ცუდი ეკოლოგიური მდგომარეობით. შესაბამისად, წვერმა ქვეყნებმა მდინარის აუზის თვითოეული სეგმენტისათვის უნდა წარმოადგინონ ფერადად კოდირებული რუკა იმ თანმიმდევრობით, როგორც ეს მოცემულია ცხრ.1-ში.

ცხრილი 1. მდინარის ეკოლოგიური მდგომარეობის კოდირებული რუკის ფერები [1]

მდინარის ეკოლოგიური მდგომარეობის ლასიფიკაცია	ფერადი კოდი
საუკეთესო	ცისფერი
კარგი	მწვანე
საშუალო	ყვითელი
ცუდი	ნარინჯისფერი
ძალიან ცუდი	წითელი

იმისათვის, რომ ზედაპირულ წყალს მივანიჭოთ სათანადო კლასიფიკაცია, საჭიროა გამოანგარიშებულ იქნას ე.წ. წყლის დაბინძურების ხარისხის ინდექსი (S) არანაკლებ 6 ან 7 ჰიდროქიმიური მაჩვენებლის (ინდიკატორების) მეშვეობით. ყველა შემთხვევაში აუცილებელია წარმოდგენილ იქნას – წყლის pH, გახსნილი ჟანგბადი (DO) და ჟანგბადის ბიოლოგიური მოხმარება (ჟბმ), ხოლო დანარჩენი ინდიკატორების ჩამონათვალი გაგრძელდება იმისდა მიხედვით, თუ რომელი დამაბინძურებლებია დამახასიათებელი ან პრიორიტეტული მათთვის. ჩვენს მიერ შერჩეული და ევროპის ზოგიერთ ქვეყანაშიც წარმატებით გამოყენებული მეთოდის მიხედვით [3], წყლის დაბინძურების ინდექსი გამოითვლება შემდეგი განტოლებით:

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{Ci \setminus \text{ზდკ}}{N}, \quad (1)$$

სადაც:

- ▶ Ci - ჰიდროქიმიური ინდიკატორის კონცენტრაცია (მათი რაოდენობა არ უნდა იყოს 6-ზე ნაკლები);
- ▶ ზდკ - ჰიდროქიმიური კომპონენტის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია;
- ▶ N - გამოთვლებში გამოყენებული ინდიკატორების რაოდენობა.

დაბინძურების ინდექსის გამოსათვლელად განტოლებაში გარდა ინდიკატორების მნიშვნელობებისა, აუცილებელია შეტანილ იქნას წყლის დამაბინძურებლების შესაბამისი ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციების (ზდკ) მნიშვნელობებიც (ჩვენს შემთხვევაში საქართველოში მოქმედი ზდკ-ს მნიშვნელობები).

ბოლო წლების განმავლობაში საქართველოში მდ. მტკვრის აუზზე (დაბა ხერთვისი - წითელი ხიდი) განხორციელდა რამდენიმე ეკოქიმიური მონიტორინგი სხვადასხვა პროგრამის ფარგლებში. ასევე, არსებობს მრავალწლიანი ყოველთვიური სტატისტიკური მონაცემების ბაზა (გარემოს ეროვნული სააგენტო), რამაც შექმნა ყველა პირობა, იმისათვის რომ მდ. მტკვარს და მის ზოგიერთ შენაკადს ჰიდროქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით მივანიჭოთ ხარისხის შესაბამისი კლასიფიკაცია, არსებული ევროსტანდარტების გათვალისწინებით. ამ მიზნით მდ. მტკვარი (ადების პუნქტებისა და არსებული მონაცემების გათვალისწინებით) დავყავით შემდეგ ექვს სეგმენტად: მდინარის სათავე - ხერთვისი; ხერთვისი - ბორჯომი; ბორჯომი - გორი; გორი - ზაჰესი; ზაჰესი - გაჩიანი და გაჩიანი – რუსთავი. მისი შენაკადებიდან კი შეირჩა მდინარეები: სურამულა, ლიახვი, მამავრა, ხრამი, ალაზანი და არაგვი. გამოთვლებში გამოყენებულია გასაშუალოებული მრავალწლიანი მონაცემები (2009-2011 წ.წ.). მდ. მტკვრის ყველა სეგმენტისა და მისი შენაკადებისათვის შერჩეულ იქნა ინდიკატორები, შემდეგი პრიორიტეტული თანმიმდევრობით (ცხრ.2).

როგორც ვხედავთ ცხრ. 2-ში წარმოდგენილი ინდიკატორების ნუსხაში ჭარბობს ბიოგენური ელემენტების ფორმები (NO₂⁻, NO₃⁻, NH₃, NH₄⁺, PO₄³⁻) გამომდინარე იქიდან, რომ ამჟამად მდ. მტკვარი ძირითადად ბინძურდება ფეკალური წყლებით. სავარაუდოა, რომ ამ მიდგომით მივიღებთ რეალობასთან ყველაზე უფრო მიახლოებულ

სურათს. რაც შეეხება მდინარეებს ხრამსა და მაშავერას, მათი სპეციფიკურობიდან გამომდინარე, ინდიკატორების ნუსხა ოდნავ განსხვავებულია (ცხრ. 3).

ცხრილი 2. მდ. მტკვრის და მისი შენაკადებისათვის შერჩეული ინდიკატორები

ინდიკატორი	ზღვ
PH	7.5-8.5
DO	4-6
ჟბმ ₅	3
NO ₂ ⁻	1.1
NO ₃ ⁻	10
NH ₄ ⁺	0.39
NH ₃	0.05
PO ₄ ³⁻	3.5
SO ₄ ²⁻	500
Cl ⁻	350

ცხრილი 3. მდინარეების ხრამისა და მაშავერასათვის შერჩეული ინდიკატორები

ინდიკატორი	ზღვ (მგ/ლ)
PH	7.5-8.5
DO	4-6
ჟბმ ₅	3
NO ₂ ⁻	1.1
NO ₃ ⁻	10
NH ₄ ⁺	0.39
PO ₄ ³⁻	3.5
Fe	0.3
Zn	1
Cu	1

ცხრ.3 - დან ჩანს, რომ მდ. ხრამისა და მაშავერას ინდიკატორების ნუსხაში შემოტანილია ზოგიერთი იმ მძიმე ლითონის (Fe, Zn, Cu) მნიშვნელობები, რომლებითაც მდიდარია რეგიონები, სადაც ისინი ჩამოედინებიან და არც თუ ისე იშვიათად ხასიათდებიან მათი მაღალი შემცველობებით.

შერჩეული მდინარეებისათვის არსებული მონაცემების საფუძველზე შემოთავაზებული მეთოდის [3] მიხედვით გამოთვლილია (ფორმულა 1) წყლის დაბინძურების ინდექსები.

1. ხათავე - ხერთვისი

$$S = \frac{8.28^{PH} + 7.62^{DO} + 1.60^{\text{ჟბმ}_5} + 0.04^{NO_2^-} + 0.77^{NO_3^-} + 0.310^{NH_4^+} + 0.014^{NH_3} + 0.09^{PO_4^{3-}} + 11.25^{SO_4} + 4.45^{Cl^-}}{7.5 + 5 + 3 + 1.1 + 10 + 0.39 + 0.05 + 3.5 + 500 + 350} =$$

$$= \frac{1.11 + 1.52 + 0.53 + 0.04 + 0.08 + 0.79 + 0.02 + 0.03 + 0.022 + 0.013}{10} = \boxed{0.42}$$

2. ხერთვისი - ზორჯომი

$$S = \frac{8.3 + 7.60 + 1.68 + 0.05 + 0.85 + 0.710 + 0.010 + 0.09 + 13.2 + 3.82}{7.5 + 5 + 3 + 1.1 + 10 + 0.39 + 0.05 + 3.5 + 500 + 350} =$$

$$\frac{1.1 + 1.52 + 0.56 + 0.05 + 0.09 + 1.82 + 0.2 + 0.026 + 0.026 + 0.011}{10} = \boxed{0.54}$$

2. ზორჯომი - გორი

$$S = \frac{8.26 + 8.57 + 1.98 + 0.04 + 0.90 + 0.844 + 0.009 + 0.07 + 15.1 + 3.93}{7.5 + 5 + 3 + 1.1 + 10 + 0.39 + 0.05 + 3.5 + 500 + 350} =$$

$$\frac{1.12 + 1.72 + 0.66 + 0.04 + 0.09 + 2.15 + 0.18 + 0.02 + 0.03 + 0.01}{10} = \boxed{0.61}$$

4. გორი - ზაჰესი

$$S = \frac{8.43 + 8.14 + 2.50 + 0.06 + 0.82 + 0.822 + 0.022 + 0.131 + 26.82 + 4.85}{7.5 + 5 + 3 + 1.1 + 10 + 0.39 + 0.05 + 3.5 + 500 + 350} =$$

$$\frac{1.13 + 1.63 + 0.83 + 0.054 + 0.082 + 2.11 + 0.44 + 0.04 + 0.053 + 0.014}{10} = \boxed{0.64}$$

5. ზაჰესი – გაჩიანი

$$S = \frac{\frac{8.14}{7.5} + \frac{8.15}{5} + \frac{3.20}{3} + \frac{0.132}{1.1} + \frac{1.04}{10} + \frac{0.780}{0.39} + \frac{0.023}{0.05} + \frac{0.261}{3.5} + \frac{51.6}{500} + \frac{6.4}{350}}{10} = \frac{1.1 + 1.63 + 1.1 + 0.12 + 0.11 + 2.0 + 0.46 + 0.075 + 0.10 + 0.02}{10} = 0.67$$

6. გაჩიანი – რუსთავი

$$S = \frac{\frac{8.16}{7.5} + \frac{8.45}{5} + \frac{3.32}{3} + \frac{0.210}{1.1} + \frac{1.21}{10} + \frac{0.862}{0.39} + \frac{0.015}{0.05} + \frac{0.22}{3.5} + \frac{63.0}{500} + \frac{7.2}{350}}{10} = \frac{1.1 + 1.7 + 1.1 + 0.2 + 0.12 + 0.22 + 0.3 + 0.06 + 0.13 + 0.021}{10} = 0.70$$

გამოთვლილი წყლის დაბინძურების ინდექსების საფუძველზე შევავსეთ შესწავლილ მდინარეთა წყლის ხარისხი, რისთვისაც გამოვიყენეთ ცხრ. 4 – ის მონაცემები.

ცხრილი 4. წყლის ხარისხის კლასიფიკაციის შეფასება დაბინძურების ინდექსების გამოყენებით [3]

ზედაპირული წყალი	დაბინძურების ინდექსი	წყლის ხარისხის კლასი
სუფთა	0.2—1.0	1
Mმცირედ დაბინძურებული	1.0—2.0	2
დაბინძურებული	2.0—4.0	3
ბინძური	4.0—6.0	4
ძლიერ დაბინძურებული	>6.0	5

ცხრ.5-ში წარმოდგენილია დაბინძურების ინდექსების მიხედვით მდ. მტკვრის ექვსივე სეგმენტისათვის ჩვენს მიერ მინიჭებული ხარისხის კლასიფიკაციები.

ცხრილი 5. მდ. მტკვრის სეგმენტებისათვის მინიჭებული ხარისხის კლასიფიკაციები

მდ. მტკვარი	დაბინძურების ინდექსი	წყლის ხარისხის კლასი
სათავე - ხერთვისი	0.42	1
ხერთვისი - ბორჯომი	0.54	1
ბორჯომი - გორი	0.61	1
გორი - ზაჰესი	0.64	1
ზაჰესი - გაჩიანი	0.67	1
გაჩიანი - რუსთავი	0.70	1

მიუხედავად იმისა, რომ მდ. მტკვრის წყლის დაბინძურების ინდექსი (მიღებული ჰიდროქიმიური ინდიკატორების გათვალისწინებით) დაწყებული სათავედან, დამთავრებული აზერბაიჯანის საზღვრამდე საგრძნობლად იცვლება (0.42-იდან 0.70-მდე), მისი წყლის ხარისხის კლასი საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე რჩება უცვლელი და მიეკუთვნება სუფთას, ანუ 1 კლასის კატეგორიას (ცხრ.5).

ცხრ. 6 - ში მოცემულია იგივე მიდგომითა და მეთოდით [3] გამოთვლილი მდ. მტკვრის ზოგიერთი შენაკადის წყლის ხარისხის კლასიფიკაციები, რომელთა საფუძველზე ისინი მიეკუთვნებიან მცირედ დაბინძურებულ, დაბინძურებულ ან სუფთა მდინარეებს.

ცხრილი 6. მდ. მტკვრის ზოგიერთი შენაკადებისათვის წყლის ხარისხის კლასიფიკაციები

მდინარე	დაბინძურების ინდექსი	წყლის ხარისხის კლასი	ფერადი კოდი
მაშავერა (ზედა კვეთი)	0.64	1	სუფთა (მწვანე)
მაშავერა (ქვედა კვეთი)	2,18	3	დაბინძურებული (ნარინჯისფერი)
ხრამი	0.76	1	სუფთა(მწვანე)
სურამულა	1,30	2	მცირედ დაბინძურებული (ყვითელი)
ლიახვი (ზედა კვეთი)	1.66	2	Mმცირედ დაბინძურებული (ყვითელი)
ლიახვი (ქვედა კვეთი)	0.82	1	სუფთა (მწვანე)
ალაზანი (შაქრიანი)	0.52	1	სუფთა (მწვანე)
არაგვი	0.47	1	სუფთა

მაგალითად მდ. მაშავერა, რომელიც მის ზედა კვეთში პასუხობს კლასიფიკაციას - სუფთა, გაივლის რა ბოლნისის რეგიონში მდებარე მომქმედ მადნეულის საწარმოს, ექცევა ანთროპოგენული დატვირთვის ქვეშ და, შესაბამისად, მის ქვედა კვეთში იღებს კლასიფიკაციას - დაბინძურებული. ასევე მცირედ დაბინძურებულის კლასიფიკაციაში მოხვდნენ მდ. სურამულა (დაბინძურება გამოწვეული ფეკალიებით) და მდ. ლიახვის ზედა კვეთის ის ნაწილი, რომელიც იმყოფება ქ. ცხინვალის ფეკალური წყლების გავლენის ქვეშ.

საიტერესოა შესწავლილი მდინარეების წყლების დაბინძურების ხარისხის დამოკიდებულება წლის სეზონურობასთან. კერძოდ, ცხრ.7-ში მოცემულია მდ. მტკვრისა და მისი ორი შენაკადის წყლების დაბინძურების ხარისხი გაზაფხულის (წყალუხვობის) და ზაფხულის (წყალმცირობის) პერიოდებისათვის.

ცხრილი 7. მდ. მტკვრისა და მისი შენაკადების წყლების დაბინძურების ხარისხის დამოკიდებულება წლის სეზონურობასთან

მდინარე	სეზონი	დაბინძურების ინდექსი	წყლის ხარისხის კლასი	ფერადი კოდი
მმტკვარი (გაჩიანი-რუსთავი)	გაზაფხული	0.61	1	მწვანე
	ზაფხული	1.05	2	ყვითელი
ხრამი	გაზაფხული	0.56	1	მწვანე
	ზაფხული	1.01	2	ყვითელი
სურამულა	გაზაფხული	0.76	1	მწვანე
	ზაფხული	1.66	2	ყვითელი

მიღებულ მონაცემებზე დაყრდნობით შეიძლება ითქვას, რომ მდ. მტკვრისა და მისი შენაკადების წყლების ხარისხი უარესდება მათი დინების მიმართულებით. ეს ტენდენცია განსაკუთრებით მკვეთრად არის გამოხატული წყალმცირობის პერიოდში, რაც მიგვანიშნებს, რომ წლის თბილ პერიოდში დიდი სიფრთხილით უნდა მოვეკიდოთ ამ ეკოლოგიურ პრობლემას.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. წყლის ჩარჩო დირექტივის (2000/60/EC) განხორციელების ერთიანი სტრატეგია. (TACIS/2007/134-398).
2. ევროკავშირი. წყლის ჩარჩო დირექტივა (2000/60/EC). (TACIS/2007/134-398).
3. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. /Под ред. Т.В. Гусевой/- М.:ФОРУМ: ИНФРА-М, 2010

უაკ: 552.482.14

მდ. მტკვრის აუზის წყლების ხარისხის განსაზღვრა ინტეგრალური ჰიდროქიმიური მაჩვენებლების გამოყენებით. /ლ.ინსკირველი, ნ.ბუაჩიძე, მ.არაბიძე, გ.კუჭავა, ე.ბაქრაძე, ნ.დვალიშვილი, მ.ტაბატაძე/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ.128-131.- ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

საერთაშორისო ჰიდროქიმიურ პრაქტიკაში მიღებული შეფასების მეთოდის გამოყენებითა და საკვლევი რეგიონებისათვის დამახასიათებელ შერჩეულ ინდიკატორებზე დაყრდნობით დახასიათებულია მდ. მტკვრის აუზის წყლების ეკოლოგიური მდგომარეობა. დადგენილია ის პრიორიტეტული ინდიკატორები, რომლებიც დიდი მიახლოებით ახასიათებენ ხსენებული მდინარეების აუზის წყლების ხარისხს და შეიძლება გამოვიყენოთ მათთვის კლასიფიკაციის მინიჭებისათვის. ინდენტიფიცირებულია მდ. მტკვრის “დაბინძურებული” და “მცირედ დაბინძურებული” შენაკადები. ნაჩვენებია, რომ მათი დაბინძურების ხარისხი გარკვეულწილად დამოკიდებულია წლის სეზონურობაზე.

UDC 552.482.14

Determination of the quality of riv. Kura basin waters using integral hydrochemical indecies. / Intskirveli L., Buachidze N., Arabidze M., Kutchava G., Bakradze E., Dva-lishvili N., Tabatadze M/ /Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - ტ.117. – pp. 128-131. - Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The present article discusses the method selected by us related to awarding the quality classification to surface water based on the Mtkvari river example. We have also identified the priority indicators that, in our opinion, are the most characteristic and rea-

sonable for defining the quality of the river basin under question and, respectively, water classification. It was observed that some of the tributaries of the Mtkvari river can be classified as “polluted” or “slightly polluted”, which claims attention. It was also found out that to some extent the level of water pollution depends on seasonality.

УДК 552.482.14

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОД БАСЕЙНА Р. КУРА О ПРИМЕНЕНИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ. / Инцирвели Л., Буачидзе Н., Арабидзе М., Кучава Г., Бакрадзе Е., Двалишвили Н., Табатадзе М. / Сб. Трудов Института Гидрометеорологии, Технического Университета Грузии. – 2011. – т.117. – с. 128-131. – Груз.; Рез. Груз., Англ., Рус.

Методом классификации было рассмотрено возможность присвоения качества поверхностным водам на примере бассейна р. Куры. Определены приоритетные индикаторы, которые более всего приемлемы для оценки качества воды для данного бассейна. Выяснилось, что некоторые притоки р. Куры соответствуют «загрязнённым» или «умеренно загрязнённым» классам, также выяснилось, что уровень загрязнения этих вод в некоторой степени зависит от времени года.