

გ.კუჭავა

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

მ.არაბიძე, ე.ბაქრაძე, ე.შუბლაძე

გარემოს ეროვნული სააგენტო

უკ: 556.16.06

### **შავი ზღვის დაბინძურების ცვლილების ზოგიერთი ასპექტები.**

უკანასკნელ წლებში ზღვებსა და ოკეანეებში გაჭუჭყიანების რაოდენობრივი ზრდის გარდა მიმდინარეობს მისი ხარისხობრივი შემადგენლობის ცვალებადობა. მაგალითად, თუ წარსულში ჩაშვებათა ძირითად საფუძველს შეადგენდა სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლები, ამჟამად წამყვანი გახდა სამრეწველო ნარჩენები, რომლებიც შეიცავენ ნავთობპროდუქტებსა და ადამიანის მიერ სინთეზირებულ მთელ რიგ ორგანულ ნივთიერებებს, რომელთა ძირითადი წყაროებია გემები, ბუნებრივი ნავთობის გაჟონვა და ნავთობგადამამუშავებელი საწარმოები,

თანამედროვე მონაცემების მიხედვით შავ ზღვაში მის გარშემო არსებული სხვადასხვა რეგიონებიდან ჩაედინება შემდეგი მოცულობის წყლები: ჩრდილო-დასავლეთის რეგიონიდან – 234 (79,59%); ყირიმის სანაპირო ზოლიდან – 35 (11,90%); თურქეთის სანაპირო ზოლიდან – 23 (97,83%); ბულგარეთის ნაპირებიდან – 1 კმ<sup>3</sup> (0,34%). გარდა მდინარეთა წყლებისა, შავი ზღვა იღებს ნაკლებად მარილიან წყლებს აზოვის ზღვიდან, ყოველივე ამას ემატება გრუნტის წყლები და ატმოსფერული ნალექები, რომელთა წლიური მოცულობა უტოლდება დაახლოებით 254 კმ<sup>3</sup>. მტკნარი წყლების საერთო ჩამონადენი შავ ზღვაში შეადგენს 548 კმ<sup>3</sup>/წელიწადში [1,2].

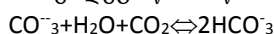
შავი ზღვის აუზის მარილიანობის მუდმივობა (17-18%) პირდაპირდამოკიდებულებაშია წყლის ზედაპირული აორთქლების ინტენსივობაზე და ხმელთაშუა ზღვისა და მარმარილოს ზღვების წყლებთან ურთიერთგაცვლის პროცესებზე. მარილიანობა მის ცენტრალურ ნაწილში სეზონების მიხედვით უმნიშვნელოდ შეიძლება შეიცვალოს, ნაპირის გასწვრივ კი მდინარის მტკნარი წყლების გავლენით მცირდება და სეზონური ცვალებადობაც უფრო მკვეთრად არის გამოხატული (16-დან 17%-მდე).

საშუალო წლიური ტემპერატურა შავი ზღვის წყლებში ძირითადად განისაზღვრება მათი გეოგრაფიული მდებარეობით და დინებების არსებობით. ყველაზე მაღალი ტემპერატურაა აგვისტოში, მინიმალური კი თებერვალში. ტემპერატურის სეზონური ცვლილება ძირითადად შეიმჩნევა 75 მეტრის სიღრმემდე, შემდეგ ის პრაქტიკულად არ იცვლება. 500 მეტრის სიღრმიდან შეიმჩნევა 8,9°C, ხოლო 2000 მ სიღრმეში კი 9,1°C, ტემპერატურის წლიური მსვლელობა მერყეობს 17<sup>0</sup>-20<sup>0</sup>-ის ფარგლებში.

შავი ზღვის წყლების ქიმიური თავისებურებანი ძირითადად განპირობებულია სიღრმის ფენების უკიდურესად სუსტი ძვრადობით და დიდი რაოდენობით ჩამდინარე წყლების არსებობით (მდინარეების სახით). რასაკვირველია ამ შემთხვევაში მნიშვნელობა აქვს არა მარტო მდინარეების მიერ ჩატანილი წყლების მოცულობას, არამედ მათ ქიმიურ შედგენილობასაც. აორთქლებისა და ზედაპირული ფენების ტემპერატურის ცვალებადობის შედეგად იცვლება მათი შედგენილობაც, რასაც განპირობებს მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოქიმიური პროცესები. ძირითადად ბიოქიმიურ პროცესებს ადგილი აქვს სიღრმეში, ძნელად მოძრავ ფენებში, ანაერობული მიკროორგანიზმების მოქმედების სფეროში. ეს უკანასკნელნი იწვევენ არა მარტო რაოდენობრივ, არამედ თვისობრივ ცვლილებებსაც ზღვის სიღრმეში არსებულ მარილებსა თუ გაზებში.

შავი ზღვის წყლის 1 ლ მოცულობა ნიმუშის აორთქლებისას მიიღება მყარი ნაშთი 18 გ-ის ოდენობით. როგორც ყველა სხვა ზღვის წყლების შემადგენლობაში, ამ შემთხვევაშიც მყარი ნაშთი შეიცავს NaCl, MgSO<sub>4</sub>, CaCO<sub>3</sub> მარილებს, რა თქმა უნდა იონების სახით, ანუ დისოცირებულ მდგომარეობაში: Cl<sup>-</sup>; SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>; CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>; Na<sup>+</sup>; Mg<sup>2+</sup>; Ca<sup>2+</sup>; და K<sup>+</sup>. ჩამოთვლილი იონების პროცენტული თანაფარდობა შავი ზღვის წყლებში განსხვავებულია ოკეანის წყლებთან შედარებით.

ზღვის სიღრმეში ანაერობული ბაქტერიების გავლენით SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-ის იონები აღდგებიან და წარმოიქმნება H<sub>2</sub>S (გოგირდწყალბადი) და ჰიდროკარბონატები. რის შედეგადაც ამ ფენის წყლის ზონაში მცირდება SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-ის შემცველობა და იზრდება HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-ის კონცენტრაცია. შავი ზღვის წყლის ზედაპირზე დიდი მოცულობით ჩამდინარე მდინარის წყლების გამო მცირეა ქლორიონების რაოდენობა, ოკეანის წყლებთან შედარებით, მცირეა აგრეთვე სულფატ-იონების შემცველობაც. კარბონატ იონების შემცველობა ზედაპირული ფენის წყლებში განისაზღვრება წლის სეზონით და CO<sub>2</sub>-ის გადანაწილებით მოცემულ ზედაპირზე. ბიკარბონატისა და კარბონატის იონებს შორის არსებობს შემდეგი წონასწორული დამოკიდებულება:



ფოტოსინთეზის პროცესის გააქტიურებისას წონასწორობა გადახრილია მარცხნივ, ანუ ზაფხულში ჭარბობს CO<sub>3</sub>-ის რაოდენობა, ზამთარში კი პირიქით. ეს პროცესი ვრცელდება 25 მეტრის სიღრმემდე. უფრო ქვედა ფენებში თანდათანობით დომინირებს CO<sub>2</sub> და წონასწორობა იხრება ბიკარბონატების სასარგებლოდ. აქედან გამომდინარე შეიძლება ითქვას, რომ შავი ზღვის წყლები შეიცავენ უფრო მეტ კარბონატებსა და ბიკარბონატებს, ვიდრე სხვა რომელიმე ოკეანის წყლები ან ხმელთაშუა ზღვის აუზი [3,4].

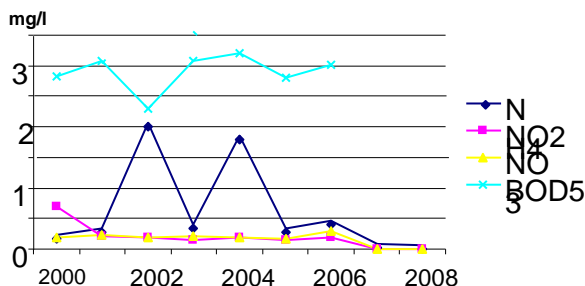
2006-2008 წელს საქართველოში ჩატარდა შავი ზღვის სანაპირო ზოლის წყლებში ჰიდროქიმიური და ბიოლოგიური მონიტორინგი, რომელშიც მონაწილეობას იღებდა მონიტორინგისა და პროგნოზირების ცენტრი (დღეისათვის გარემოს ეროვნული სააგენტო), ბათუმის ფილიალის მკვლევართა ჯგუფთან და სამეცნიერო-კვლევით ფირმა “გამას”-თან ერთად.

სინჯების აღება განხორციელდა საქართველოს სანაპიროს გასწვრივ 5 სადგურზე. თითოეულ სადგურზე გათვალისწინებული იყო ხუთ-ხუთი სინჯის აღება. სადგურების კოორდინატები და სიღრმეები შეთანხმებული იყო შავი ზღვის დაბინძურებისაგან დაცვის კომისიასთან. სადგურების კოორდინატები და სიღრმეები მოცემულია ცხრ.1-ში.

ცხრილი 1. ნიმუშების აღების წერტილების მახასიათებლები

| დასახელება   | კოორდინატები                   | სიღრმე, მ     |
|--------------|--------------------------------|---------------|
| # 1 ბათუმი   | N 41° 38.230'<br>E 41° 34.265' | 0-10-20-50-60 |
| # 2 ქობულეთი | N 41° 47.727'<br>E 41° 45.307' | 0-10-20-50-60 |
| # 3 ნატანები | N 42° 00.050'<br>E 41° 45.450' | 0-10-20-50-60 |
| # 4 სუფსა    | N 41° 01.934'<br>E 41° 41.053' | 0-10-20-50-60 |
| # 5 ფოთი     | N 42° 07.645'<br>E 41° 37.781' | 0-10-20-50-60 |

ნიტრატების აზოტი წყალში ხვდება მდინარისა და წვიმის წყლებით, წყლის ღრმა ფენებში ცილების დაშლის შედეგად, რომლის დროსაც მთელი რიგი ჟანგვითი პროცესების შედეგად მიიღებინ ნიტრატული ფორმები. ზედაპირულ წყლებში მისი შემცველობა ტოლია 8 მგ/ლ, 100-150 მ სიღრმეზე 13-14 მგ/ლ, 300-500 მ სიღრმეზე კი ნიტრატები საერთოდ არ არიან, მაგრამ იზრდება ამონიუმის იონის შემცველობა. ნიტრატების აზოტის შემცველობა ზედაპირულ წყლებში საკმაოდ მერყეობს (ნახ.1-5). სანაპირო ზოლში მისი შემცველობა ყოველთვის მეტია, განსაკუთრებით კი მდინარეების შესართავებთან ან სამრეწველო ჩამდინარე წყლებთან. ნახ.1-5-ზე ნაჩვენებია ბიოგენურ ნივთიერებათა (NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) და ჟანგბადის ბიოლოგიური მოხმარების (ჟბმ) ცვლილების დინამიკა 2000-2008 წლებში. როგორც ნახაზებიდან ჩანს ნიტრატისა და ნიტრატის იონების და ასევე ჟბმ-ის კონცენტრაციების ცვალებადობა დინამიურია, რაც შეეხება ამონიუმის იონს, მისი მნიშვნელობები მკვეთრად იცვლება და უმეტეს შემთხვევაში აჭარბებს მის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას (0,39 მგ/ლ).



ნახ.1. ბიოგენურ ელემენტთა და ჟბმ-ის ცვლილების დინამიკა 2000-2008 წწ. (ქ.ფოთი)

ზღვის წყლის ძირითად თავისებურებას სხვა ტიპის ბუნებრივ წყლებთან შედარებით წარმოადგენს მაღალი მინერალიზაცია, გამოწვეული მთავარი იონებისა და მოლეკულების მაღალი კონცენტრაციებით,

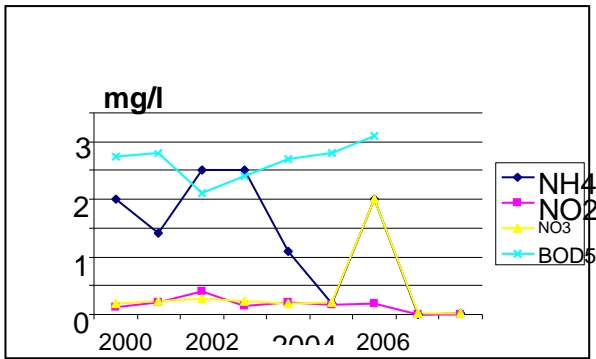
პირველ რიგში ნატრიუმისა და ქლორის იონებით. დამახასიათებელია სუსტი ტუტე რეაქცია (pH ჩვეულებრივ იცვლება 7,7-8,4 საზღვრებში), შეწონილი ნაწილაკების უმნიშვნელო რაოდენობა, მაღალი გამჭირვალობა, მიკროელემენტების მეტად დაბალი კონცენტრაციები (ცხრ.2).

აღნიშნული თავისებურებანი განაპირობებენ სპეციფიკურ მოთხოვნებს ზღვის წყლის ანალიზის მიმართ. ზღვის წყლის ქიმიურ შედგენილობას ჩვეულებრივ ყოფენ ხუთ ჯგუფად: მთავარი იონები:  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ; წყალში გახსნილი გაზები:  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ ,  $H_2S$ ,  $CH_4$  და სხვა; ბიოგენური ნივთიერებები ( $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $NH_4^+$ ,  $NH_3$ ,  $PO_4^{3-}$ ), მიკროელემენტები, ორგანული ნივთიერებები. სუსტი ტუტე რეაქცია, აგრეთვე ზღვის წყლის მაღალი მინერალიზაცია გავლენას ახდენს მრავალ ქიმიურ პროცესზე, რომლებიც მიმდინარეობენ ზღვაში.

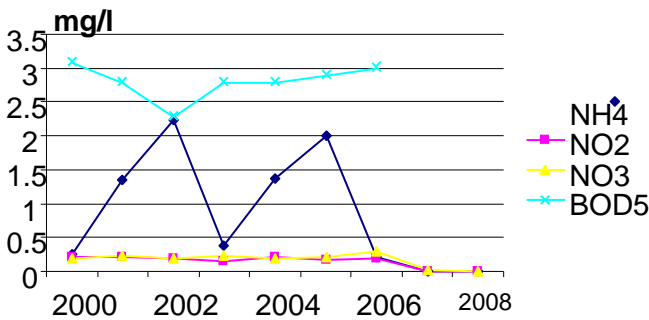
შავი ზღვის აუზის მდინარეების გაჭუჭყიანებაში დიდი ხვედრითი წილი მოდის სამრეწველო, საქალაქო-კომუნალურ და სასოფლო სამეურნეო ობიექტებზე, საიდანაც მდინარეებში და შემდგომ შავი ზღვის აკვატორიაში ჩაედინება დიდი რაოდენობით ჩამდინარე წყლები და მრავალი დამაჭუჭყიანებელი კომპონენტი. მათი შემცირება შესაძლებელი იქნება ახალი უნარჩენო ტექნოლოგიების და მაღალეფექტური გამწმენდი ნაგებობების დანერგვით.

| პარამეტრები                    | სინჯის აღების ადგილი: ჩოლოქი, 23.03.2008 წ |                                     |                                    |                                      |
|--------------------------------|--|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
|                                | სიღრმე 4მ, მანძილი ნაპირიდან 50მ           | სიღრმე 4მ, მანძილი ნაპირიდან 100მ   | სიღრმე 7მ, მანძილი ნაპირიდან 150მ  | სიღრმე 9მ, მანძილი ნაპირიდან 200მ    |
| pH                             | 8,41                                       | 8,44                                | 8,48                               | 8,43                                 |
| T, °C                          | 10,3                                       | 10,2                                | 10,0                               | 9,6                                  |
| მარილიანობა, %                 | 17,27                                      | 17,28                               | 17,36                              | 17,28                                |
| $Cl^-$ , გ/ლ                   | 9,68                                       | 9,75                                | 9,79                               | 9,75                                 |
| $HCO_3^-$ , მგ/ლ               | 195,8                                      | 196,4                               | 198,9                              | 197,6                                |
| $SO_4^{2-}$ , მგ/ლ             | 832,7                                      | 861,6                               | 886,7                              | 832,0                                |
| სიხისტე,მგ-ექვ/სმ <sup>3</sup> | 79,62                                      | 67,24                               | 55,27                              | 54,12                                |
| $Ca^{++}$ , მგ/ლ               | 279,4                                      | 262,9                               | 128,3                              | 215,3                                |
| $Mg^{++}$ , მგ/ლ               | 798,0                                      | 657,6                               | 593,8                              | 527,1                                |
| $O_2$ , მგ/ლ                   | 10,53                                      | 10,67                               | 10,58                              | 10,49                                |
| ჟმ <sub>5</sub> , მგ/ლ         | 2,31                                       | 1,99                                | 2,09                               | 2,08                                 |
| $NO_2^-$ , მგ/ლ                | 0,027                                      | 0,025                               | 0,025                              | 0,026                                |
| $NO_3^-$ , მგ/ლ                | -  | -                                   | -                                  | -*                                   |
| $PO_4^{3-}$ , მგ/ლ             | 0,054                                      | 0,051                               | 0,050                              | 0,050                                |
| $SiO_3^{2-}$ , მგ/ლ            | 0,285                                      | 0,281                               | 0,266                              | 0,269                                |
| $NH_4^+$ , გ/ლ                 | 0,020                                      | 0,011                               | 0,012                              | 0,020                                |
| მინერალი-ზაცია, გ/ლ            | 17,29                                      | 17,28                               | 17,26                              | 17,20                                |
| პარამეტრები                    | სინჯის აღების ადგილი: ჩოლოქი, 23.03.2008 წ |                                     |                                    |                                      |
|                                | სიღრმე 9მ, მანძილი ნაპირიდან 250მ          | სიღრმე 9.5მ, მანძილი ნაპირიდან 300მ | სიღრმე 10მ, მანძილი ნაპირიდან 350მ | სიღრმე 10.5მ, მანძილი ნაპირიდან 400მ |
| pH                             | 8,41                                       | 8,41                                | 8,43                               | 8,43                                 |
| T, °C                          | 9,4  | 9,4                                 | 9,2                                | 9,4                                  |
| მარილიანობა, %                 | 17,37                                      | 17,37                               | 17,45                              | 17,37                                |
| $Cl^-$ , გ/ლ                   | 9,78                                       | 9,80                                | 9,90                               | 9,80                                 |
| $HCO_3^-$ , მგ/ლ               | 200,7                                      | 200,7                               | 200,7                              | 200,7                                |
| $SO_4^{2-}$ , მგ/ლ             | 897,6                                      | 886,7                               | 886,7                              | 864,0                                |
| სიხისტე,მგ-ექვ/სმ <sup>3</sup> | 57,81                                      | 61,91                               | 57,40                              | 67,34                                |
| $Ca^{++}$ , მგ/ლ               | 259,6                                      | 231,7                               | 192,2                              | 215,3                                |
| $Mg^{++}$ , მგ/ლ               | 544,9                                      | 611,8                               | 580,9                              | 614,8                                |
| $O_2$ , მგ/ლ                   | 10,66                                      | 10,62                               | 10,60                              | 10,64                                |
| ჟმ <sub>5</sub> , მგ/ლ         | 2,35                                       | 2,27                                | 1,53                               | 2,19                                 |
| $NO_2^-$ , მგ/ლ                | 0,026                                      | 0,026                               | 0,026                              | 0,026                                |
| $NO_3^-$ , მგ/ლ                | -  | -                                   | -                                  | 0,002                                |
| $PO_4^{3-}$ , მგ/ლ             | 0,051                                      | 0,049                               | 0,049                              | 0,052                                |
| $SiO_3^{2-}$ , მგ/ლ            | 0,268                                      | 0,261                               | 0,266                              | 0,265                                |
| $NH_4^+$ , გ/ლ                 | 0,012                                      | 0,014                               | 0,014                              | 0,016                                |
| მინერალი-ზაცია, გ/ლ            | 17,39                                      | 17,51                               | 17,53                              | 17,38                                |

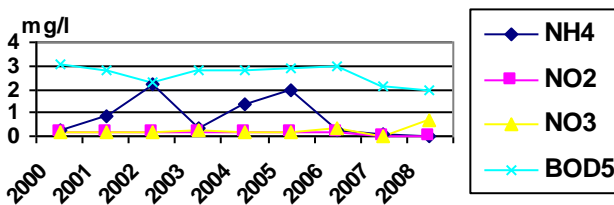
შენიშვნა: \*სინჯებში არ არის აღმოჩენილი



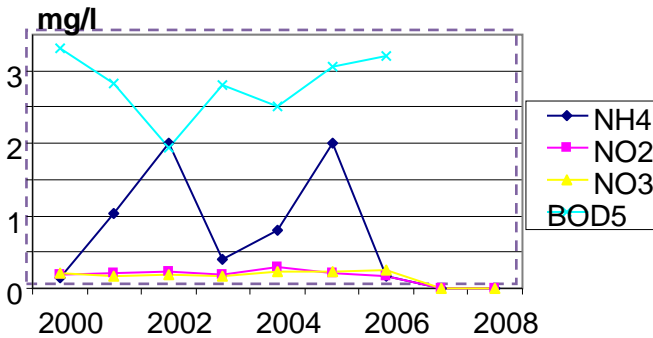
ნახ.2. ბიოგენურ ელემენტთა და ჭბმ-ის ცვლილების დინამიკა 2000-2008 წწ. (ს.ნატანები)



ნახ.3. ბიოგენურ ელემენტთა და ჭბმ-ის ცვლილების დინამიკა 2000-2008 წწ. (ქ.ქობულეთი)



ნახ.4. ბიოგენურ ელემენტთა და ჭბმ-ის ცვლილების დინამიკა 2000-2008 წწ. (ბათუმი)



ნახ.5. ბიოგენურ ელემენტთა და ჭბმ-ის ცვლილების დინამიკა 2000-2008 წწ. (სუფსა)

**ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА**

1. Черное море. Гидрометеоиздат, Ленинград, 2000 г.

2. Комплексные исследования северо-восточной части Черного моря. Москва, «Наука», 2002 г.
3. Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник, 2003 г.
4. ყოველწლიური მიმოხილვა “ზღვის წყლის ხარისხი ჰიდროქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით”, 2000-2005 წწ.

უკ 556.16.06

**შავი ზღვის დაბინძურების ცვლილების ზოგიერთი ასპექტები.**/გ.კუჩავა,მ. არაბიძე, ე.ბაქრაძე, ე.შუბლაძე./ ჰმი-ს შრომათა კრებული – 2011– ტ.116. გვ.96-100-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

ნაშრომში ნაჩვენებია შავი ზღვის სანაპირო ზოლში 2006-2008 წლებში ჩატარებული კვლევის შედეგები. განსაზღვრულ იქნა ძირითადი იონების ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^-$ ), ბიოგენური ელემენტების ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PO}_4^{--}$ ) შემცველობები და ზოგიერთი ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლების (pH, ტემპერატურა, მარილიანობა) სიდიდეები. კვლევები ჩატარდა სანაპირო ზოლის 5 წერტილში (ბათუმი, ფოთი, ქობულეთი, სუფსა, ნატანები), 5 სიღრმეზე (0, 10, 20, 50, 60 მ). გაანალიზდა აღნიშნული ინგრედიენტების ცვლილების დინამიკა 2000 წლიდან და გაკეთდა დასკვნები შავი ზღვის სანაპირო ზოლის სავარაუდო დაბინძურების შესახებ.

UDC 556.16.06 .

**Some aspects of the change of Black Sea pollution /G.Kuchava,M.Arabidze,E.Bakradze,e.Shubladze./** Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology of Georgia. – 2011, – V.116 – p.96-100-Georg.: Summ. Georg., Eng., Russ.

In the article the results of research carried out in 2000-2008 are presented. The content of main ions ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^-$ ) and Biogenic elements ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PO}_4^{--}$ ), as well as the values some physical-chemical characteristics (pH, temperature, salinity) were determined. The measurements were undertaken in 5 sites (Batumi, Kobuleti,Natanebi, Supsa, Poti) in 5 different depths (0, 10, 20, 50, 60 m).

Black Sea monitoring was held against the shore of Georgia in deferent sites seasonally.

УДК 556.16.06

**Некоторые аспекты изменения загрязнения Черного моря.** / Г. Кучава,М.Арабидзе,Е.Бакрадзе,Е.Шубладзе./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузии. – 2011, - Т.116,с.96-100-Груз., Рез. Англ., Рус.

В работе показаны результаты проведенной исследования на побережии Чёрного моря за 2006-2008 гг. Были определены главные ионы ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^-$ ), биогенные элементы ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PO}_4^{--}$ ) и некоторые физико-химические параметры (рН, температура, солёность). Исследования проводились в пяти точках на побережии Чёрного моря (Батуми, Поти, Кобулет, Супса, Натанеби) на пяти разных глубинных сантиметрах (0, 10, 20, 50, 60см). Проанализированна динамика изменения указанных ингредиентов и сделаны выводы о предполагаемой загрязнении побережии Чёрного моря.