

## YER ELMLƏRİ EARTH SCIENCES

DOI: 10.36719/AEM/2020/02/36-41

**M.S.Mehdiyev**  
mehdiyevms@mail.ru

**A.D.Aslanov**  
aslanov@mail.ru

**V.I.Sariyev**  
sariyev@mail.ru

**Q.B.Abdullayev**  
Mingəçevir Dövlət Universiteti  
abdullayev@mail.ru

### ÇİRLƏNMİŞ ÇAY SULARININ ÖZÜNÜTƏMİZLƏMƏ PROSESİNƏ ÖLÇÜLƏR ANALİZİNİN TƏTBİQİ

#### Xülasə

Çirklənmiş çay suyunun özünütəmizlənməsinə təsir edən parametrlər arasında funksional əlaqənin müəyyən edilməsi üçün ölçülü analiz metodunun tətbiqi.

Su canlı kainatın varlığını təmin edən yeganə kimyəvi birləşmədir. Çayların, göllərin və digər su mənbələrinin çirklənməsi insan sağlamlığı ilə bilavasitə bağlı olduğundan kimyaçıların, fiziklərin, biologların, həkimlərin, coğrafiyaçıların diqqətini cəlb edən təbii özünütəmizləmə prosesidir. Məqalədə ölçmə təhlili metodundan istifadə etməklə çaylarda təbii özünütəmizləmə prosesinə təsir edən əsas parametrlər arasında funksional əlaqələrin strukturu haqqında məlumat verilir. Təcrübələri düzgün planlaşdırmaq və nəticələrin işlənməsinə sərf olunan vaxtı azaltmaq üçün ölçmə üsulundan istifadə edilmişdir. İlk 11 dəyişənin məntiqi paylanması nəticəsində təcrübələrin sayını azaltan yeddi ölçmə alındı.

*Açar sözlər: çirklənmiş çaylar, özünütəmizləmə, ölçülər, analiz, canlı aləm*

**M.S. Mehdiyev**  
mehdiyevms@mail.ru

**A.D. Aslanov**  
aslanov@mail.ru

**V.I. Sariyev**  
sariyev@mail.ru

**G.B. Abdullayev**  
Mingachevir State University  
abdullayev@mail.ru

### Application of the analysis method for self-purification of polluted river water

#### Abstract

Application of the dimensional analysis method to determine the functional relationship between parameters that affect the self-purification of polluted river water.

Water is the only chemical compound that ensures the existence of a living universe. Since pollution of rivers, lakes and other water sources is directly related to human health, it is a natural self-cleaning process that attracts the attention of chemists, physicists, biologists, doctors and geographers. The article provides information on the structure of functional relationships between the main parameters that affect the natural process of self-cleaning in rivers using the method of measurement analysis. The measurement method was used to correctly plan the experiments and reduce the time spent processing the results. As a result of the logical distribution of the first 11 variables, seven measurements were obtained, which reduced the number of experiments.

**Keywords:** *polluted rivers, self-purification, measurements, analysis, living world*

### Giriş

Su öz anomaliyaları ilə canlı aləmin mövcudluğunu təmin edən yeganə kimyəvi birləşmədir. Göl və çay sularının oksigen qazı ilə zənginliyi-canlıların həyat şəraitinin əsas göstəricisidir. Təbii su mənbələri təbiətin nadir hadisəsi sayılan özünütəmizləmə mexanizminə malikdir. Özünütəmizləmə-çirklənmiş çayların (kanalların), göllərin və digər su mənbələrinin ilkin xassəsinin yenidən bərpa olunmasına yönəlmiş təbii kimyəvi, fiziki və bioloji proseslər məcmusudur. Suda həll olmuş oksigenin miqdarı onun ekoloji və sanitari vəziyyətinin qiymətləndirilməsi üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir (Zaripov, Abzalilov, Kosterina, 2015: 101).

Məlumdur ki, məhsuldar qüvvələrin inkişaf səviyyəsi aşağı olan dövrlərdə insanın təbiəti dəyişdirmək üçün göstərdiyi fəaliyyət yalnız ayrı-ayrı yerlərdə təbii mühitə əhəmiyyətsiz dərəcədə təsir edirdi. Təbii mühit insan fəaliyyətinin ləng inkişafına uyğunlaşa bilirdi. İndi isə insan fəaliyyəti sürətlə inkişaf etdiyi üçün təbiətin özünütəmizləmə mexanizmi çox zaman bu inkişafın sürətinə uyğunlaşa bilmir. Bu da suda yaşayan canlıların kütləvi ölüm riskini artırır. Suda həll olan oksigenin miqdarı bir-birinin əksinə yönəlmiş iki prosesin sürətləri fərqi ilə artır. Bu proseslərdən biri oksigen qazının arması, digəri isə azalması istiqamətində baş verir. Su mənbələrinin kimyəvi maddələrlə çirklənməsi onda oksigen çatışmazlığına səbəb olur və aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$\Delta C_{O_2} = C_0 - \sum C \quad (1)$$

Burada  $\Delta C_{O_2}$  -oksigen çatışmazlığı;  $C_0$ -tullantılarla çirklənməmiş suda həll olmuş oksigenin qatılığı;  $\sum C$ -suda həll olmuş oksgenin kimyəvi (maddələrin oksidləşməsinə), biokimyəvi (bakteriyaların tənəffüsünə) və bioloji (canlıların tənəffüsünə) proseslərə "xərcləndiyi" ümumi miqdarıdır (Vlasov, Murin, 1990: 176).

Oksigen qazının suda həll olmasını sürətləndirən amillər aşağıdakılardır:

1. Absorbsiya. Absorbsiya prosesi "atmosfer havası-su" sistemində baş verir. Henri qanununa görə, sabit temperaturda ( $T = \text{const}$ ) aşağı təzyiq rayonunda absorbsiya olunan qazın miqdarı təzyiqə düz mütənəssibdir, yəni  $C_0 = a \cdot P$ . Məlumdur ki, atmosfer təzyiqinin normadan kənara çıxma halları müşahidə edilir ( $P_{\min} \leq 760 \text{ mm.c.süt} \leq P_{\max}$ ). Bu səbəbdən də, suda həll olmuş oksigenin miqdarı ölçülərkən, atmosfer təzyiqi, bir qayda olaraq, nəzərə alınır. Oksigen qazının suda həll olmasına təsir göstərən amillərdən biri də temperaturdur. Sabit təzyiqdə ( $P = \text{const}$ ) temperaturun artması oksigen qazının suda həll olmasını azaldır. Odur ki, suda həll olmuş oksigenin miqdarı payız fəslində daha çox, qışda isə, buzlaşma ilə əlaqədar olaraq, az olur. Su hövzələrinə yüksək temperatura malik suların axdılmasına qoyulan qadağalar da, məhz bununla bağlıdır, çünki oksigenin miqdarı azala bilər.

2. Çayın axın rejimi. Çayların axın rejimi, yəni onun turbulentlik dərəcəsi ilə bağlıdır. Turbulentlik dərəcəsi artdıqca oksigenin suda həllolma prosesi də sürətlənir. Ümumiyyətlə mayelərin axın rejimi müxtəlif amillərdən aslıdır: mayenin özlülüyü ( $\mu$ ), onun sıxlığı ( $\rho$ ), orta axın sürəti ( $P_{or}$ ) və dərinliyi ( $H$ ).

3. Suda həll olmuş oksigen qazının azalması üzvi və qeyri-üzvi maddələrin  $-Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $NO^-$ ,  $NH^+$ ,  $CH_4$ ,  $H_2S$  oksidləşməsinə, bioloji və biokimyəvi proseslərdə iştirak etməsi ilə əlaqədardır. Suyun duzluluğunun ( $S_w$ ) artması oksigenin suda həll olma sürətini azaldan amillərdən biridir (Arkhipov, Konovalenko, 2016: 88).

İşin məqsədi. Ədəbiyyat məlumatları çərçivəsində çayların (kanalların) özünütəmizləmə prosesinə təsir göstərən əsas amilləri müəyyən edib, onların arasında funksional asılılığın strukturunu müəyyən etməkdən ibarətdir.

Göründüyü kimi, çay sularının özünütəmizləməsi prosesinə təsir göstərən amillərin sayı kifayət qədər çoxdur. Odur ki, bu təbii prosesi birbaşa diferensial tənlik və ya tənliklər sistemi ilə təsvir olunmasını məhdudlaşdırır (Spitsyna, Taseyko, 2018: 248-262; Kuzmina, 2007: 12). Bu cür məsələlərin həllində ölçülər nəzəriyyəsinin tətbiq edilməsi daha məqsədəuyğundur. Ümumiyyətlə, ölçülər nəzəriyyəsi fizika, mexanika və s. elm sahələrində müxtəlif məsələlərin həll edilməsi üçün empirik düsturların axtarılmasında, dəyişən kəmiyyətlərin sayı çox olarsa, onların azaldılmasında, həll ediləcək problemlərin həllində əsas tənliklər məlum deyilsə, prosesin modelləşdirilməsi üçün oxşarlıq meyarlarının yaradılmasında istifadə edilir (Bruck, Stasenkov, 2017: 5-40; Bridzhmen, 2001: 148). Beləliklə, yuxarıda deyilənləri nəzərə alıb çay sularında özünütəmizləməsi prosesinin müxtəlif amillərdən asılılığını ifadə edən tənliyi ümumi şəkildə aşağıdakı kimi təsvir edək (cədvəl):

$$f(\Delta C_{O_2}, P, H, \rho, C_k, P, S_w, \mu, l, T_1, t) = 0 \quad (2) \text{ və ya}$$

$$\Delta C_{O_2} = f(C_k, P, H, \rho, P, S_w, \mu, l, T_1, t) \quad (3)$$

Funksional asılılığın müəyyən edilməsi üçün  $\pi$  –teoremindən istifadə edilir. Bunun üçün bazis kəmiyyətlər seçilir ( $P, H, \rho, t$ ). Bazis kəmiyyətlərin seçiminin doğru olmasını təsdiq edən fakt onların ölçü vahidlərindən tərtib olunmuş matrisin determinantının sıfırdan fərqli olması ilə müəyyən edilir:

$$\begin{vmatrix} P & H & \rho & t \\ 1 & 1 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = -1 \neq 0$$

(2)-ci ifadədən göründüyü kimi, dəyişənlərin sayı  $n=11$   $\Delta C_{O_2}, P, H, \rho, C_k, P, S_w, \mu, l, T_1, t$ , əsas ölçülərin sayı isə  $m=4$ , yəni  $[L], [M], [T], [\theta]$ . Beləliklə, Buckingham teoreminə görə, ölçüsüz qrupların sayı  $k=n-m=11-4=7$  olmalıdır (8).

**Cədvəl - Özütəmisizləmə prosesinə təsir edən amillər  $F\Delta C_{O_2}, P, H, \rho, C_k, P, S_w, \mu, T_1, l, t$  = 0**

| Faktorların adı                                                                     | Parametrlərin işarəsi | Ölçülərin formulu |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|
| Oksigen çatışmazlığı                                                                | $\Delta C_{O_2}$      | $M/L^3$           |
| Çayın axın sürətinin orta qiyməti                                                   | $P$                   | $L/T$             |
| Çayın xətti ölçüsü(orta dərinliyi)                                                  | $H$                   | $L$               |
| Çay suyunun sıxlığı                                                                 | $\rho$                | $M/L^3$           |
| Çirkəndiricinin suya töküldüyü nöqtədəki qatılığı                                   | $C_k$                 | $M/L^3$           |
| Atmosfer təzyiqi                                                                    | $P$                   | $M/LT^2$          |
| Suyun minerallığı (suyun duzluluğu)                                                 | $S_w$                 | $M/L^3$           |
| Suyun özlülüyü                                                                      | $\mu$                 | $M/LT$            |
| Çirkəndiricinin çaya töküldüyü nöqtədən başlayaraq onun hərəkət yolunun uzunluğudur | $l$                   | $L$               |
| Temperatur qradienti                                                                | $T_1$                 | $L^{-1}\theta$    |
| Temperatur                                                                          | $t$                   | $\theta$          |

Ölçüsüz parametrlərin çıxarılmasında qəbul edilmiş dörd kəmiyyətin  $P, H, \rho$  və  $t$  elə kombinasiyasını seçmək lazımdır ki, tənlikdəki yerdə qalan kəmiyyətlərin ölçü vahidlərini almaq mümkün olsun və bölmə nəticəsində alınan parametr ölçüsüz olsun (Protogonov, Semenov, Simirov, 2019: 29).

Bu parametrləri alaq.  $C_{O_2}$  kəmiyyəti üçün:

$$\pi_1 = \frac{\Delta C_{O_2}}{L^{\alpha_1} P^{\beta_1} H^{\gamma_1} \rho^{\delta_1}}; \frac{M}{L^3} = L^0 T^0 M^1 \theta^0$$

$$L^{-3+\alpha_1+\beta_1-3\gamma_1} T^{-\alpha_1} M^{1+\gamma_1} \theta^{\delta_1} = L^0 T^0 M^1 \theta^0$$

$L, T, M$   $\theta$ -nın üstlərini bərabərləşdirib həll etsək, aşağıdakını alırıq.

$$\begin{aligned} -3 + \alpha_1 + \beta_1 - 3\gamma_1 &= 0 \\ -\alpha_1 &= 0 \\ 1 + \gamma_1 &= 0 \\ \delta_1 &= 0 \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \alpha_1 = 0; \beta_1 = 0; \gamma_1 = -1; \delta_1 = 0$$

Üstləri yerinə yazsaq, ölçüsüz parametr bu şəkildə olar:

$$\pi_1 = \frac{C_{O_2}}{\rho} \quad (4)$$

$C_k$  kəmiyyəti üçün:

$$\pi_2 = \frac{C_k}{L^{\alpha_2} P^{\beta_2} H^{\gamma_2} \rho^{\delta_2}}; \frac{M}{L^3} = L^0 T^0 M^1 \theta^0$$

$$L^{-3+\alpha_2+\beta_2-3\gamma_2} T^{-\alpha_2} M^{1+\gamma_2} \theta^{\delta_2} = L^0 T^0 M^1 \theta^0$$

$L, T, M$   $\theta$ -nın üstlərini bərabərləşdirib həll etsək, aşağıdakını alırıq.

$$-3 + \alpha_2 + \beta_2 - 3\gamma_2 = 0$$

$$\begin{aligned} -\alpha_2 &= 0 & \alpha_2 &= 0; \beta_2 = 0; \gamma_2 = -1; \delta_2 = 0 \\ 1 + \gamma_2 &= 0 \\ \delta_2 &= 0 \end{aligned}$$

Üstləri yerinə yazsaq, ölçüsüz parametrlər bu şəkildə olar (10):

$$\pi_2 = \frac{\rho}{\rho_k} \quad (5)$$

$\pi_2$  kəmiyyəti üçün:

$$\pi_2 = \frac{\rho}{\rho_k}; \frac{\frac{M}{L^3}}{\frac{\rho \alpha_3 H \beta_3 \rho \gamma_3 t^{\delta_3}}{L^{\alpha_3} \beta_3 \frac{M}{L^3} \gamma_3 \theta^{\delta_3}}} = L^0 T^0 M^0 \theta^0$$

$$L^{-3+\alpha_3+\beta_3-3\gamma_3} T^{-\alpha_3} M^{1+\gamma_3} \theta^{\delta_3} = L^0 T^0 M^0 \theta^0$$

$L, T, M, \theta$ -nın üstlərini bərabərləşdirib həll etsək, aşağıdakını alırıq.

$$\begin{aligned} -3 + \alpha_3 + \beta_3 - 3\gamma_3 &= 0 \\ -\alpha_3 &= 0 & \alpha_3 &= 0; \beta_3 = 0; \gamma_3 = -1; \delta_3 = 0 \\ 1 + \gamma_3 &= 0 \\ \delta_3 &= 0 \end{aligned}$$

Üstləri yerinə yazsaq, ölçüsüz parametrlər bu şəkildə olar:

$$\pi_3 = \frac{\rho}{\rho_w} \quad (6)$$

$\pi_3$  kəmiyyəti üçün:

$$\pi_3 = \frac{\rho}{\rho_w}; \frac{\frac{M}{L T^2}}{\frac{\rho \alpha_4 H \beta_4 \rho \gamma_4 t^{\delta_4}}{L^{\alpha_4} \beta_4 \frac{M}{L^3} \gamma_4 \theta^{\delta_4}}} = L^0 T^0 M^0 \theta^0$$

$$L^{-1+\alpha_4+\beta_4-3\gamma_4} T^{-2-\alpha_4} M^{1+\gamma_4} \theta^{\delta_4} = L^0 T^0 M^0 \theta^0$$

$L, T, M, \theta$ -nın üstlərini bərabərləşdirib həll etsək, aşağıdakını alırıq.

$$\begin{aligned} -1 + \alpha_4 + \beta_4 - 3\gamma_4 &= 0 \\ -2 - \alpha_4 &= 0 & \alpha_4 &= -2; \beta_4 = 0; \gamma_4 = -1; \delta_4 = 0 \\ 1 + \gamma_4 &= 0 \\ \delta_4 &= 0 \end{aligned}$$

Üstləri yerinə yazsaq, ölçüsüz parametrlər bu şəkildə olar (11):

$$\pi_4 = \frac{P}{\rho^2 \rho} \quad (7)$$

$\pi_4$  kəmiyyəti üçün:

$$\pi_4 = \frac{P}{\rho^2 \rho}; \frac{\frac{M}{L T}}{\frac{\rho \alpha_5 H \beta_5 \rho \gamma_5 t^{\delta_5}}{L^{\alpha_5} \beta_5 \frac{M}{L^3} \gamma_5 \theta^{\delta_5}}} = L^0 T^0 M^0 \theta^0$$

$$L^{-1+\alpha_5+\beta_5-3\gamma_5} T^{-1-\alpha_5} M^{1+\gamma_5} \theta^{\delta_5} = L^0 T^0 M^0 \theta^0$$

$L, T, M, \theta$ -nın üstlərini bərabərləşdirib həll etsək, aşağıdakını alırıq.

$$\begin{aligned} -1 + \alpha_5 + \beta_5 - 3\gamma_5 &= 0 \\ -1 - \alpha_5 &= 0 & \alpha_5 &= -1; \beta_5 = -1; \gamma_5 = -1; \delta_5 = 0 \\ 1 + \gamma_5 &= 0 \\ \delta_5 &= 0 \end{aligned}$$

Üstləri yerinə yazsaq, ölçüsüz parametrlər bu şəkildə olar:

$$\pi_5 = \frac{\mu}{\rho H \rho}$$

buradan  $\frac{1}{\pi_5}$

$T_1$  kəmiyyəti üçün:  $Re$  (Reynolds ədədi)

$$\pi_6 = \frac{T_1}{\rho \alpha_6 H \beta_6 \rho \gamma_6 t^{\delta_6}}; \frac{\frac{\rho}{L}}{\frac{\rho \alpha_6 H \beta_6 \rho \gamma_6 t^{\delta_6}}{L^{\alpha_6} \beta_6 \frac{\rho}{L^3} \gamma_6 \theta^{\delta_6}}} = L^0 T^0 M^0 \theta^0$$

$$L^{2+\alpha_6+\beta_6-3\gamma_6} T^{-1-\alpha_6} M^{\gamma_6} \theta^{\delta_6} = L^0 T^0 M^0 \theta^0$$

$L, T, M, \theta$ -nın üstlərini bərabərləşdirib həll etsək, aşağıdakını alırıq.

$$\begin{aligned} -1 + \alpha_6 + \beta_6 - 3\gamma_6 + \delta_6 &= 0 \\ -\alpha_6 &= 0 & \gamma_6 &= 0 \end{aligned}$$

$1 + \delta 6 = 0$   $\alpha 6 = 0; \beta 6 = -1; \gamma 6 = 0; \delta 6 = -1$   
Üstləri yerinə yazsaq, ölçüsüz parametrlər bu şəkildə olar:

$$\pi_6 = \frac{T \cdot H}{1t}$$

$l$  kəmiyyəti üçün:

$$\pi_7 = \frac{1}{\rho^{\alpha 7} H^{\beta 7} \rho^{\gamma 7} t^{\delta 7}}; \frac{L^{\alpha 7} M^{\beta 7} \theta^{\gamma 7}}{L^{\alpha 7} L^{\beta 7} L^{\gamma 7} \theta^{\delta 7}} = L^0 T^0 M^0 \theta^0$$

$$L^{1+\alpha 7+\beta 7-3\gamma 7} T^{-\alpha 7} M^{\gamma 7} \theta^{\delta 7} = L^0 T^0 M^0 \theta^0$$

$L, T, M, \theta$ -nın üstlərini bərabərləşdirib həll etsək, aşağıdakını alırıq.

$$1 + \alpha 7 + \beta 7 - 3\gamma 7 = 0$$

$$-\alpha 7 = 0$$

$$\gamma 7 = 0$$

$$\delta 7 = 0$$

$$\alpha 7 = 0; \beta 7 = -1; \gamma 7 = 0; \delta 7 = 0$$

Üstləri yerinə yazsaq, ölçüsüz parametrlər bu şəkildə olar:

$$\pi_7 = \frac{\Delta C O_2}{\rho} = \frac{l}{H} \quad (10)$$

Beləliklə, (3)-cü ifadəni aşağıdakı şəkildə yazmaq olar:

$$\frac{\Delta C O_2}{\rho} = f\left(\frac{C_k}{\rho}, \frac{S_w}{\rho}, \frac{P}{\rho^2 \cdot \rho}, \frac{\mu}{\rho \cdot H \cdot \rho}, \frac{T_1 \cdot H}{t}, \frac{l}{H}\right) \quad (11)$$

(11) -ci ifadənin xüsusi həlli aşağıdakı kimi olar:

$$\frac{\Delta C O_2}{\rho} = A \cdot \frac{C_k}{\rho} \quad (12)$$

$$\frac{\Delta C O_2}{\rho} = B \cdot \frac{S_w}{\rho} \quad (13)$$

$$\frac{\Delta C O_2}{\rho} = C \cdot \frac{P}{\rho^2 \cdot \rho} \quad (14)$$

$$\frac{\Delta C O_2}{\rho} = D \cdot \left(\frac{\mu}{\rho \cdot H \cdot \rho}\right)^d \quad (15)$$

$$\frac{\Delta C O_2}{\rho} = E \cdot \left(\frac{T_1 \cdot H}{t}\right)^e \quad (16)$$

$$\frac{\Delta C O_2}{\rho} = F \cdot \frac{l}{H} \quad (17)$$

(12)-(17) ifadələrdə  $A, a; B, b; C, c; D, d; E, e$  və  $F, f$  sabitlərinin ədədi qiyməti təcrübi yolla, ən kiçik kvadratlar üsulunu tətbiq etməklə müəyyən edilir (12).

### Nəticə

1. Ədəbiyyat araşdırmaları və fiziki təhlil çərçivəsində çirklənmiş çay sularında baş verən təbii özünü təmizləmə prosesinə təsir göstərən bir sıra amillər müəyyən edilmişdir;

2. Eksperimentlərin düzgün planlaşdırılması, aparılması və nəticənin emal edilməsinə sərf olunan vaxtın azaldılması üçün ölçülərin analizi üsulu tətbiq edilmişdir;

3. İlk götürülmüş on bir dəyişən kəmiyyətdən  $\Delta C O_2, P, H, \rho, C_k, P, S_w, \mu, l, T_1, t$  məntiqi paylanma nəticəsində, yeddi ölçüsüz kompleks alınmışdır:  $\left(\frac{\Delta C O_2}{\rho}, \frac{C_k}{\rho}, \frac{S_w}{\rho}, \frac{P}{\rho^2 \cdot \rho}, \frac{\mu}{\rho \cdot H \cdot \rho}, \frac{T_1 \cdot H}{t}, \frac{l}{H}\right)$ .

### Ədəbiyyat

1. Zaripov, M., Abzalilov, D., Kosterina, Ye. (2015). Zadachi matematicheskoy ekologii i paket Maxima. Kazan. 101 s.
2. Vlasov, A., Murin, B. (1990). Yedinitsey fizicheskikh velichin v nauke i tekhnike: Spravochnik. M.: Energoatomizdat, 176 s.
3. Arkhipov, V., Konovalenko, A. (2016). Praktikum po teorii podobiya i analizu razmernostey. Tomsk. 88 s.
4. Spitsyna, T., Taseyko, O. (2018). Kompleksnyye kriterii samooschishcheniya vodotokov. Vestnik Tv GU. Seriya «Biologiya i ekologiya». № 2, s.248-262.
5. Kuzmina, I. (2007). Soderzhaniye rastvorennogo kisloroda v vode. Metodicheskaya ukazaniya. Velikiy Novgorod. 12 s.
6. Bruk, YU., Stasenkov, A. (2017). Metody razmernostey i kachestvennyye otsenki fizicheskikh velichin, tom 16, № 1, s.5-40.
7. Bridzhmen, P. (2001). Analiz razmernostey. Moskva. 148 s.
8. Nauchno-populyarnaya entsiklopediya «Voda Roscii». <https://water-ru.ru/Glossoriy> (Baxılma tarixi 19.07.2019-)

- cu il)
9. Protogonov, A., Semenov, V., Simirov, A. (2019). Kachestvennyye metody v fizicheskikh issledovaniy. Nizhniy Novgorod. 29 s.
  10. <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/3/1549>
  11. <https://www.mdpi.com/2073-4441/11/7/1505>
  12. <https://www.intechopen.com/chapters/58138>

Göndərilib: 09.09.2019

Qəbul edilib: 08.11.2019