



ӨОЖ 556.166.32/504.054

ҒТАХР 38.35.29/34.15.23

DOI 10.37238/2960-1371.2960-138X.2025.100(4).194

Ысқақ А., Казбекова К.А., Нурсейтова А.М., Дарибаева С.А.

**Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті,
Қостанай, Қазақстан**

* **Корреспондент-авторы:** karina09081999@gmail.com

E-mail: alia-almaz@mail.ru, karina09081999@gmail.com,
aruzhan.nurseitova03@gmail.com, sevara.daribaeva@gmail.com

ҚАРАТОМАР ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ ТОБЫЛ СУ ҚОЙМАЛАРЫНДАҒЫ 2017- 2024 ЖЫЛДАР АРАЛЫҒЫНДАҒЫ ОТТЕГІ РЕЖИМІНІҢ ДЕНГЕЙІН МОНИТОРИНГЛЕУ

Андатпа. Мақалада Қазақстан Республикасының Қостанай облысының аумағында орналасқан Қаратомар және Жоғарғы Тобыл су қоймаларының санитарлық-экологиялық жағдайын зерттеу нәтижелері келтірілген. Су организмдерінің тіршілік әрекетіне және өзін-өзі тазарту процестеріне әсер ететін су сапасының негізгі көрсеткіштерінің бірі ретінде оттегі режимін талдауға баса назар аударылады. Зерттеу 2017-2024 жылдар аралығындағы судың температурасы, сутегі көрсеткіші, еріген оттегінің мөлшері және оттегінің биохимиялық тұтынуы туралы деректерді зерттеді. Сынамаларды іріктеу және зертханалық талдау қолданыстағы нормативтік әдістемелерді сақтай отырып жүргізілді. Нәтижелер екі су қоймасының суы су объектілерін жіктеудің бірыңғай жүйесі бойынша сапаның I–III кластарына сәйкес келетінін көрсетті, ең үлкен өзгергіштік оттегінің биохимиялық тұтынуымен көрінеді. Зерттеу параметрлердің маусымдық және жылдық ауытқуларын анықтады және аймақтың су экожүйелерінің тұрақты жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін тұрақты бақылаудың өзектілігін растады.

Кілт сөздер: Қаратомар су қоймасы; Жоғарғы Тобыл су қоймасы; санитарлық-экологиялық жағдайы; су сапасы; оттегі режимі; еріген оттегі; ОБТ; су рН; экологиялық мониторинг; су сапасының класстары.

Кіріспе

Судың оттегі режимі су экожүйесінің күйін анықтайтын негізгі факторлардың бірі болып табылады. Еріген оттегі гидробионттардың тыныс алуы, метаболизм процестерін қамтамасыз ету, өсу, көбею және биоәртүрлілікті сақтау үшін қажет және су объектілерінің санитарлық-экологиялық жағдайын анықтайтын негізгі көрсеткіштердің бірі болып табылады. Ол гидробионттардың тіршілік әрекетін қамтамасыз етеді және суды өзін-өзі тазарту процестерінде маңызды рөл атқарады. Су объектілерінің оттегі режимінің бұзылуы су сапасының



нашарлауына, биоәртүрліліктің төмендеуіне және экологиялық жағдайдың жалпы нашарлауына әкелуі мүмкін.

Қазіргі уақытта антропогендік жүктеменің өсуі және климаттық факторлардың өзгеруі жағдайында еріген оттегінің құрамын бақылау ерекше өзекті болып отыр. Оттегі режимінің өзгерістерін уақтылы анықтау қолайсыз процестердің дамуын болжауға, су ресурстарын қорғау және олардың экологиялық тұрақтылығын сақтау шараларын әзірлеуге мүмкіндік береді.

Қазақстан Республикасының Қостанай облысында орналасқан Қаратомар және Жоғарғы Тобыл су қоймалары өңірде сумен жабдықтауды, суаруды және су балансын қолдауды қамтамасыз ететін маңызды су шаруашылығы объектілерін білдіреді.

Бұл су қоймалары Тобыл, Торғай және Ырғыз өзендерінің бассейндерін қамтитын Тобыл-Торғай су шаруашылығы аймағының құрамына кіреді, жалпы ауданы шамамен 214 мың км². Негізінен жазық дала жерімен ағатын Тобыл өзені Қазақстан шегінде суы аз сипатқа ие. Оның ағыны сегіз су қоймасымен реттеледі, олардың ішінде Жоғарғы Тобыл және Қаратомар көпжылдық реттеуді қамтамасыз етеді.

1966 жылы Рудный қаласы мен өнеркәсіптік нысандарды сумен қамтамасыз ету үшін салынған Қаратомар су (сурет-1) қоймасы Бейімбет Майлин ауданындағы Тобыл өзенінде орналасқан. Ол тұрмыстық сумен жабдықтау, суару және балық аулау үшін қолданылады. Негізгі сипаттамалары: ауданы-93,7 км², көлемі-0,791 км³, ұзындығы - 72 км, ең үлкен тереңдігі-19,8 м [1].

Жоғарғы Тобыл су қоймасы (сурет-1) 1977 жылы пайдалануға берілген және Қаратомар мен Амангелді су қоймаларымен бір каскадты құрайды. Ол Денисов ауданының аумағында орналасқан. Ауданы – 87,4 км², көлемі – 0,8166 км³, ұзындығы – 40 км, орташа тереңдігі – 6,3 м. Негізгі мақсаты – Лисаков кен байыту комбинатын техникалық сумен қамтамасыз ету [2].



1 – Сурет - Спутниктік сурет. Қаратомар (1) және Жоғарғы Тобыл (2) су қоймаларының Қазақстан Республикасының картасында орналасуы

Соңғы жылдары Қаратомар және Жоғарғы Тобыл су қоймаларын зерттеуге көп көңіл бөлінді. А.В.Елисееваның (2013) зерттеуі Қаратомар су қоймасын



Қостанай облысының қажеттіліктері үшін сумен жабдықтау көзі ретінде пайдалану әлеуетін қарастырылады. Су тұтынудың тәуліктік жоғары көлемін (234,33 мың м³) назарға ала отырып, автор су ресурстарының тұрақтылығын бағалау мақсатында геологиялық-гидрологиялық зерттеулер жүргізу қажеттілігіне назар аударады. Тұщы су тапшылығы жағдайында аса маңызды болып табылатын судың ауыз су сапасын қамтамасыз етуге ерекше назар аударылады [3].

Чашков В.Н., Ысқақ А. (2024) еңбегінде Қаратомар және Жоғарғы Тобыл су қоймаларының сулары құрамындағы пестицидтер, органикалық уытты заттар және хлорорганикалық қосылыстардың мөлшері талданған. Авторлар ДДТ және оның метаболиттері сияқты қауіпті заттардың шекті мөлшерден асып кетуін тіркеген, бұл су экожүйелері мен адам денсаулығы үшін әлеуетті қауіп төндіреді. Органикалық ластағыштардың маусымдық ауытқуларын ескере отырып, олардың құрамын тұрақты түрде мониторинг жасау қажеттілігі атап өтілген [4].

А.У.Бугубаева мен А.Б.Нугманов (2024) жүргізген зерттеу Қаратомар су қоймасының суларындағы сульфаттар, нитраттар және хлоридтер сияқты металл емес ластаушы заттардың құрамын талдауға арналған. Сульфаттар бойынша ең жоғары шекті рұқсат етілген концентрацияның 1,9 есе артық мөлшері тіркелді, бұл авторлардың пікірінше, жер үсті ағындарымен бірге агрохимикаттардың түсуімен байланысты болуы мүмкін [5]. Сонымен қатар, В.Н.Чашков пен А.Ысқақтың басқа жұмысында (2024) Қаратомар су қоймасының суларында мыс, қорғасын, мырыш, марганец және т.б. қоса алғанда, ауыр металдардың құрамын талдау нәтижелері келтірілген. Негізінен қарқынды антропогендік жүктеме аймақтарында рұқсат етілген шекті концентрациялардың жергілікті асып кетуі тіркелді. Бұл металдардың су жануарларының организмдерінде биоаккумуляция ықтималдығы байқалады, бұл жүйелі экологиялық мониторингті ұйымдастыруды қажет етеді [6].

Осы су қоймаларындағы оттегі режимін зерттеу олардың қазіргі жағдайын бағалауда және ұзақ кезеңдегі өзгеру тенденцияларын анықтауда қажетті кезең болып табылады.

Қазақстан Республикасында Еуропалық Одақтың Су жөніндегі шектеулі директивасының ережелерін ескере отырып әзірленген су нысандарындағы судың сапасын жіктеудің Бірыңғай жүйесі қолданылады. Осы жүйеге сәйкес, су сапасы бес класс бойынша жіктеледі: 1- класс — «ең жоғары сапа», 5- класс — «ең төменгі сапа». Әрбір класс су пайдаланудың белгілі бір санатымен және су қоймасының экологиялық әлеуетімен байланысты. Белгілі бір классқа жатқызу критерийлері мен су пайдаланудың түрлері бойынша бөлінуі осы жіктеудің нормативтік ережелерінде бекітілген [7; 8]. Сонымен қатар, Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрінің 2022 жылғы 24 қарашадағы «Шаруашылық-ауыз су және мәдени-тұрмыстық су пайдалану қауіпсіздігінің гигиеналық нормативтерін бекіту туралы» бұйрығына сәйкес, шаруашылық-ауыз су және мәдени-тұрмыстық мақсатта пайдаланылатын сулар үшін заттар мен параметрлердің шекті рұқсат етілген концентрацияларын (ШРК) белгілейтін гигиеналық нормативтер бекітілді [9]. Су ресурстарының сапалық жай-күйін бағалау дәл осы құжаттар негізінде жүргізіледі.



Осы зерттеудің мақсаты – 2017–2024 жылдар аралығында Қаратомар және Жоғарғы Тобыл су қоймаларындағы еріген оттегі мөлшерінің динамикасын талдау, оттегі режимінің өзгеру заңдылықтарын анықтау, сондай-ақ су сапасының қолданыстағы экологиялық стандарттарға сәйкестік дәрежесін бағалау болып табылады.

Зерттеу нәтижелері су қоймаларының қазіргі жағдайына сандық сипаттама беріп қана қоймай, оларды ұтымды пайдалану мен қорғауға қатысты кейінгі ұсыныстарды әзірлеуге негіз бола алады.

Материалдар мен әдістер

Су объектілеріндегі су сапасын жіктеудің бірыңғай жүйесіне сәйкес, оттегі режимінің реттеленетін көрсеткіштеріне температура (t), еріген оттегі (O_2), оттегінің биохимиялық тұтынуы ($ОБТ_5$) және сутегі көрсеткіші (pH) жатады.

Су ортасының оттегі режимі мен қышқылдығы бойынша судың сапасын бағалау мақсатында гидрохимиялық талдау жүргізу кезінде қолданыстағы нормативтік-әдістемелік құжаттар басшылыққа алынады:

1. Судың температурасын анықтау. Судың температурасы 52.24.496-2018 РД «Судың температурасын, мөлдірлігін және иісін анықтау әдістемесі» құжатына сәйкес анықталды. Әдіс су қоймасында температураны ТМ10–3 сұйық термометрінің көмегімен, оны судың беткі қабатына 0,2–0,5 м тереңдікке батыру арқылы тікелей өлшеуге негізделген. Өлшеу сынама алу сәтінде, далалық жағдайда жүргізіледі.[10]

2. Еріген оттегінің мөлшерін анықтау.Еріген оттегінің массалық концентрациясын анықтау ГОСТ Р 58797–2020 «Ыдыстарға құйылған ауыз су. Еріген оттегінің массалық концентрациясын анықтау әдісі» талаптарына сәйкес жүргізілді. Әдіс сілтілік ортада оттегінің марганец (II) гидроксидімен әрекеттесуіне және марганец (IV) гидроксидінің түзілуіне негізделген. Сынамаға артық калий йодиді қосылып, қышқылданғаннан кейін марганец (IV) йод иондарын тотықтырып, еркін йод түзеді. Еркін йод мөлшері еріген оттегі концентрациясына сәйкес келеді және ол натрий тиосульфаты ерітіндісімен титрлеу арқылы, крахмал индикаторының көмегімен анықталады [11].

3. Оттегінің биохимиялық тұтынуын ($ОБТ_5$) анықтау. $ОБТ_5$ деңгейі 52.24.420–2019 РД «Судағы оттегінің биохимиялық тұтынуы. Титриметриялық және амперометриялық әдістермен өлшеу әдістемесі» бойынша анықталды. Әдіс микроорганизмдер 20 ± 1 °С температурада, жарық пен ауа қатысуынсыз 5 тәулік бойы инкубациялау кезінде тұтынатын еріген оттегінің мөлшерін өлшеуге негізделген. Оттегінің мөлшері инкубацияның басында және соңында өлшеніп, олардың айырмасы $ОБТ_5$ деңгейін есептеуге мүмкіндік береді [12].

4. Сутектік көрсеткішті (pH) анықтау. Сутегі көрсеткіші ГОСТ 26449.1–85 «Дистилляциялық тұщыландыру стационарлық қондырғылары. Тұзды суларды химиялық талдау әдістері» стандартына сәйкес анықталды. Өлшеу үшін $pH-150MI$ аспабы қолданылды. Бұл әдіс аспап дұрыс калибрленіп, температуралық талаптар сақталған жағдайда pH мәнін 1,00–12,00 аралығында жоғары дәлдікпен анықтауға мүмкіндік береді [13].



Осы зерттеудің нәтижелерін талдау аясында эксперименттік деректерге объективті баға беруге және жасырын заңдылықтарды анықтауға мүмкіндік беретін статистикалық әдістерді қолдануға ерекше мән беріледі. Статистикалық өңдеудің негізгі кезеңдерінің бірі — орташа арифметикалық шама, орташа квадраттық ауытқу (ОКА) және вариация коэффициенті (ВК) сияқты сипаттамалық статистика параметрлерін есептеу.

Орташа арифметикалық шама деректердің таралуының орташа бағытын көрсетеді және зерттелетін көрсеткіштің жинақталған сипаттамасы болып табылады. Есептеу келесі формула (1) бойынша жүргізіледі:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (1)$$

\bar{x} — орташа арифметикалық;

x_1, x_2, x_n — мәндер;

n — осы мәндердің саны.

Орташа квадраттық ауытқу (2) деректердің орташа мәнге қатысты шашырау дәрежесін бағалау үшін қолданылады және параметрдің вариативтілік деңгейін көрсетеді:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

x_i — жеке мәндер;

\bar{x} — орташа;

N — бақылаулар саны.

Вариация коэффициенті салыстырмалы өзгергіштікті сипаттауға мүмкіндік береді және әртүрлі өлшем бірліктерінде көрсетілген көрсеткіштерді салыстыру құралы ретінде қызмет етеді:

$$\hat{A}\hat{E} = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\% \quad (3)$$

σ — орташа квадраттық ауытқу;

\bar{x} — орташа.

Зерттеу барысында осы статистикалық көрсеткіштерді қолдану нәтижелерді түсіндірудің дәлдігі мен сенімділігін арттыруға, сондай-ақ зерттелетін су сынамаларында химиялық параметрлердің таралу ерекшелігін анықтауға бағытталған.

Нәтижелер мен талқылау

Су сынамаларын іріктеу СТ РК ГОСТ Р 51592-2003 «Су. Сынамаларды іріктеуге қойылатын жалпы талаптар» стандартының талаптарына сәйкес, сынамалардың репрезентативтілігі мен сақталуын қамтамасыз етуге бағытталған стандартты рәсімдерді сақтай отырып жүзеге асырылды. Іріктеу су көзі сипаты, ағыс бағыты және тереңдігі ескерілген арнайы таңдалған нүктелерде жүргізілді.



Алдын ала дайындалған және таңбаланған ыдыстар қолданылды. Әрбір сынамаға іріктеу уақыты, координаттары, жағдайлары және зерттеу мақсаты көрсетілген хаттама тіркелді [14]. Іріктеу орындары 1-кестеде көрсетілген.

1 - Кесте – Қаратомар және Жоғарғы Тобол су қоймаларының сынамаларын іріктеу координаттары

Су қоймасы	Қаратомар	Жоғарғы Тобыл
Орналасқан жері	Береговое ауылындағы створ, су қоймасының гидротехникалық құрылыстарынан оңтүстік-батысқа қарай 3,6 км жерде орналасқан	Лисаковск қаласы маңындағы створ, Лисаковск қаласынан батысқа қарай 5 км жерде орналасқан
Координаттар	52.470° N, 63.570° E	52.542° N, 62.443° E

Су қоймаларындағы сулардың гидрохимиялық параметрлерін зерттеу барысында су сынамаларындағы оттегі режимі деңгейінің көрсеткіштеріне бақылау жүргізілді (кесте 2 және кесте 3).

Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері бойынша гигиеналық талаптарға сәйкестік тұрғысынан шекті рұқсат етілген көрсеткіштерден асып кету жағдайлары анықталған жоқ. Барлық көрсеткіштер шаруашылық-ауыз су және мәдени-тұрмыстық су пайдаланудың қауіпсіздігіне арналған гигиеналық нормативтермен белгіленген ШРК мәндерінен аспайды [15].

2 - Кесте – Қаратомар су қоймасының оттегі режимі деңгейінің көрсеткіштері

Көрсеткіш	ШРК	Жыл								Орташа мәні	ОКА	БК (%)
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024			
T (°C)	Нормаланбайды	12,35	12,05	9,50	13,10	16,60	17,00	18,50	16,40	14,44	3,11	21,56
pH	6-9	7,93	7,88	8,15	7,79	7,41	8,57	8,36	7,87	8,0	0,36	4,5
O ₂ (мг/дм ³)	Нормаланбайды	9,55	11,68	10,62	9,55	9,46	10,17	9,91	10,05	10,12	0,74	7,3
ОБТ ₅ (мг/дм ³)	Нормаланбайды	1,48	2,22	2,76	3,05	3,11	3,87	3,05	2,82	2,8	0,7	25,11

Орташа квадраттық ауытқу (ОКА) және вариация коэффициенті (БК) мәндері зерттелетін көрсеткіштердің тұрақтылық дәрежесінің әртүрлі екенін көрсетеді. Ең төмен өзгергіштік рН (БК = 4,5%) және ерітіндідегі оттегі (БК = 7,3%) көрсеткіштерінде байқалады, бұл су айдындарындағы қышқылдық-сілтілік теңгерімнің тұрақтылығын және оттегі режимінің жақсы екенін білдіреді. Судың температурасы орташа вариациямен (БК = 21,56%) сипатталады, бұл табиғи маусымдық ауытқуларды көрсетеді [16]. Ең жоғары тұрақсыздықты биохимиялық оттегіге сұраныс (ОБТ₅) көрсеткіші көрсетеді, оның вариация коэффициенті 25,11%, бұл органикалық жүктеменің кейде артуы мүмкін екенін білдіреді. Жалпы алғанда, гидрохимиялық жағдай тұрақты, алайда ОБТ₅ көрсеткіші неғұрлым мұқият мониторинг жүргізуді талап етеді [17].



3 - Кесте – Жоғарғы Тобыл су қоймасының оттегі режимінің көрсеткіштері

Көрсеткіш	ШРК	Жыл								Орташа мәні	ОКА	ВК (%)
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024			
T (°C)	Нормаланбайды	12,05	12,05	9,50	11,75	14,40	15,30	17,10	14,90	13,38	2,45	18,33
pH	6-9	7,93	7,84	8,05	7,87	7,25	8,39	8,08	7,64	7,88	0,34	4,26
O ₂ (мг/дм ³)	Нормаланбайды	9,06	9,75	10,61	10,55	10,53	5,35	10,16	8,91	9,36	1,75	18,72
ОБТ ₅ (мг/дм ³)	Нормаланбайды	2,88	1,65	1,48	1,67	2,17	3,23	2,74	1,87	2,21	0,66	29,73

Осы кесте бойынша орташа квадраттық ауытқу (ОКА) және вариация коэффициенті (ВК) мәндері гидрохимиялық параметрлердің тұрақтылық дәрежесінің әртүрлі екенін көрсетеді. Ең тұрақты көрсеткіштер рН (ВК = 4,26%) және су температурасы (ВК = 18,33%) болып табылады. Бұл қалыпты қышқылдық-сілтілік теңгерім мен температураның маусымдық өзгерісін көрсетеді, айтарлықтай ауытқусыз өтеді [18]. Ерітіндідегі оттегі көрсеткіші жоғары өзгергіштікке (ВК = 18,72%) ие, бұл әсіресе 2022 жылы байқалған аномалды төмен мәнмен (5,35 мг/дм³) байланысты, ол сол кезеңде аэрация жағдайының нашарлау ықтималдығын көрсетеді. Ең жоғары вариация ОБТ₅ (ВК = 29,73%) көрсеткішінде байқалады, бұл су айдынындағы органикалық жүктеменің жылдар бойынша тұрақсыз екендігін білдіреді. Жалпы алғанда, су айдыны салыстырмалы түрде тұрақты жағдаймен сипатталады, алайда оттегі мен ОБТ динамикасы тұрақты экологиялық мониторинг жүргізудің қажеттілігін көрсетеді [19].

4 - Кесте – Гидробионттар ортасының әртүрлі күйлері үшін еріген оттегінің мөлшері нормаларының сандық мәндері

Еріген оттегінің деңгейі	Гидробионттар үшін орта жағдайы
> 8 мг/дм ³	Көптеген балық түрлері, планктон мен бентос үшін оңтайлы.
6–8 мг/дм ³	Рұқсат етіледі, тіршілік процесі қалыпты жағдайда өтеді.
4–6 мг/дм ³	Стресс шегі: қысқа уақытқа рұқсат етіледі.
2–4 мг/дм ³	Гипоксия: депрессия, метаболизмнің бұзылуы, қауіпті.
< 2 мг/дм ³	Критикалық жағдай: балықтар мен омыртқасыздар өліп кетуі мүмкін.
< 0,5 мг/дм ³	Анаэробты аймақ: барлық дерлік аэробты формалардың өлімі.

Қаратомар су қоймасы барлық негізгі гидробионт топтары үшін қолайлы оттегінің тұрақты және жоғары деңгейін (>8 мг/дм³) көрсетеді.

Жоғарғы Тобыл су қоймасы жалпы алғанда рұқсат етілетін шектерде орналасқан, алайда 2022 жылы оттегінің мөлшері 5,35 мг/дм³-ке дейін төмендеген, бұл гипоксия шегіне (<6 мг/дм³) жақындап, сезімтал түрлер үшін күйзеліс тудыруы мүмкін. Жоғарғы Тобылдағы вариация коэффициентінің жоғары болуы (18,72%) оттегі режимінің айтарлықтай тұрақсыз екенін көрсетеді және тұрақты мониторинг жүргізуді қажет етеді.



5 - Кесте – Су сапасы класстары бойынша стандарттардың сандық көрсеткіштері

Көрсеткіш	Қаратомар су қоймасы		Жоғарғы Тобыл су қоймасы	
	Көрсеткіштің мөлшерінің ауқымы	Су қоймасындағы су сапасының класстары бойынша сапа стандарттарының сандық мәндері	Көрсеткіштің мәндер диапазоны	Су қоймасындағы су сапасының класстары бойынша сапа стандарттарының сандық мәндері
T (°C)	9,5-18,5	1	9,50-17,10	1
pH	7,41-8,57	1-2	7,25-8,39	1-2
O ₂ (мг/дм ³)	9,46-11,68	1	5,35-10,61	1-2
ОБТ ₅ (мг/дм ³)	1,48-3,87	1-3	1,48-3,23	1-3

Қаратомар және Жоғарғы Тобыл су қоймаларының көрсеткіштерін салыстырмалы талдау жалпы алғанда I–III класстарға сәйкес келетін ұқсас су сапасын көрсетеді (Бірыңғай су сапасын жіктеу жүйесі бойынша). Температуралық режим екі су айдынында да бірдей ауқымда орналасқан — 9,5–18,5 °C (Қаратомар) және 9,5–17,1 °C (Жоғарғы Тобыл), бұл I сапа классына сәйкес келеді және қолайлы жылу жағдайларын көрсетеді. pH мәндері Қаратомарда 7,41–8,57, ал Жоғарғы Тобылда 7,25–8,39 аралығында өзгеріп, I–II класстарға сәйкес келеді [20]. Бұл қышқылдық-сілтілік тепе-теңдіктің тұрақтылығын көрсетеді. Еріген оттегі Қаратомар су қоймасында жоғары деңгейде (9,46–11,68 мг/дм³) және бұл I сапа классына сәйкес келеді. Ал Жоғарғы Тобылда оттегінің мөлшері 5,35–10,61 мг/дм³ аралығында өзгеріп, I және II класстар арасында ауытқиды. Биохимиялық оттегі тұтыну (ОБТ₅) көрсеткіштері Қаратомарда 1,48–3,87 мг/дм³, Жоғарғы Тобылда 1,48–3,23 мг/дм³ аралығында, бұл I–III сапа класстарына сәйкес келеді және органикалық жүктеменің кезеңдік байқалуын көрсетеді [21]. Жалпы алғанда, екі су қоймасы да жақсы сапалы су сипаттамасын көрсетеді, дегенмен Жоғарғы Тобыл су қоймасы кейбір кезеңдерде оттегі мөлшері бойынша айқынырақ ауытқулар көрсете алады, сондықтан мониторинг жүргізу кезінде қосымша назарды талап етеді.

Қорытынды

Мақалада Қостанай облысы аумағында орналасқан Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларындағы оттегі режимі деңгейінің 2017–2019 жылдар аралығындағы мониторинг нәтижелері ұсынылған.

Зерттеуді дайындау және жүзеге асыру барысында жерүсті суларына жүргізілетін мемлекеттік экологиялық бақылауды реттейтін құқықтық және нормативтік актілерге талдау жүргізілді. Шаруашылық-ауыз су және рекреациялық мақсаттарда пайдаланылатын сулардың қауіпсіздігін бағалауға арналған гигиеналық нормативтерді қоса алғанда, ауыз және табиғи сулар сапасына



қойылатын талаптарға қатысты мемлекеттік заңнама мен халықаралық стандарттар ережелері зерттелді.

Зерттеуді дайындау және жүзеге асыру барысында жерүсті суларына жүргізілетін мемлекеттік экологиялық бақылауды реттейтін құқықтық және нормативтік актілерге талдау жасалды. Шаруашылық-ауыз су және рекреациялық мақсаттарда пайдаланылатын сулардың қауіпсіздігін бағалау үшін қолданылатын гигиеналық нормативтерді қоса алғанда, ауыз және табиғи сулар сапасына қойылатын талаптарға қатысты мемлекеттік заңнама мен халықаралық стандарттардың ережелері зерттелді.

Қазақстан Республикасының су сапасын жіктеудің Бірыңғай жүйесіне ерекше назар аударылды. Су пайдаланудың әртүрлі мақсаттары бойынша жіктелетін санаттары мен су сапасының класстарын айқындайтын критерийлер жан-жақты қарастырылды. Зерттеу аясында сынамалар алу және талдамалық бақылау әдістемелеріне қатысты регламенттер толықтай сақталып, физика-химиялық әдістерге негізделген тәсілдер қолданылды.

Эксперименттік бөлімде еріген оттегі мөлшері, температуралық режим, сутек көрсеткіші (рН) және биохимиялық оттегіге сұраныс (ОБТ) анықталды. Талдауға алынған параметрлердің көпшілігі шаруашылық-ауызсу және мәдени-тұрмыстық су пайдалану жағдайларында қауіпсіздікке қойылған нормативтік талаптарға сәйкес келеді.

Оттегі режимі нәтижелеріне негізделген су сапасының жіктелуі зерттелген су айдындарының I–III сапа класстарының аралығына жататынын көрсетті. Бұл су ортасының оттегі құрамына байланысты қанағаттанарлық, кей жерлерде жоғары деңгейде екенін білдіреді.

Алынған деректер аймақтық экологиялық мониторингті жоспарлау кезінде анықтамалық база ретінде қолданылуы мүмкін, сондай-ақ оттегі режимі деңгейін бағалау бойынша әдістемелік нұсқаулық ретінде де пайдалануға болады (ағынды тұщы су қоймалары үшін, қоңыржай климаттық белдеуде орналасқан).

Қаржыландыру бойынша мәлімет. Ғылыми зерттеулер 2023–2025 жылдарға арналған BR24992785 «Қостанай облысының агроөнеркәсіптік кешенінің тұрақты дамуын қамтамасыз ету бойынша ғылыми-зерттеу технологиялық орталығын құру арқылы кешенді зерттеулерді ұйымдастыру және жүргізу» тақырыбындағы жоба аясында ғалымдардың гранттық бағдарламалық-нысаналы қаржыландыруы шеңберінде орындалды.

ӘДЕБИЕТ

[1] Каратомарское водохранилище // Казахстан: национальная энциклопедия: в 5 т. – Т. 3. – Алматы: Қазақ энциклопедиясы, 2005. – 560 с.

[2] Верхнетобольское водохранилище // Қазақстан: Ұлттық энциклопедия: в 5 т. – Т. 4 / Бас ред. Ә. Нысанбаев. – Алматы: Қазақ энциклопедиясы, 1998. – 718 б.

[3] Елисеев А. В. Возможность использования района Каратомарского водохранилища для хозяйственно–питьевого водоснабжения Костанайской области // Геология и охрана недр. – 2013. – № 2(47). – С. 67–72.



[4] Чашков В. Н., Ысқақ А., Дарибаева С. А., Казбекова К. А. Қазақстан Республикасының солтүстік өңірінің Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының суларында пестицидтер, хлорорганикалық қосылыстар және органикалық токсиканттардың құрамын кешенді бағалау // ЗІ: Intellect, Idea, Innovation — Интеллект, Идея, Инновация. – 2024. – № 3. – С. 130–140.

[5] Бугубаева А. У., Нугманов А. Б., Дарибаева С. А., Казбекова К. А. Қаратомар су қоймасының суларындағы металл емес бейорганикалық көрсеткіштерінің мөлшерін кешенді бағалау // ЗІ: Intellect, Idea, Innovation — Интеллект, Идея, Инновация. – 2024. – № 3. – С. 17–27.

[6] Чашков В. Н., Ысқақ А., Дарибаева С. А., Казбекова К. А. Қазақстан Республикасы солтүстік өңірінің Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының суларындағы ауыр металдардың құрамын кешенді бағалау // ЗІ: Intellect, Idea, Innovation — Интеллект, Идея, Инновация. – 2024. – № 3. – С. 118–129.

[7] Об утверждении Единой системы классификации качества воды в водных объектах: Приказ Председателя Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан от 9 ноября 2016 года № 151. – Астана, 2016. – [Электронный ресурс]. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1600014513> (дата обращения: 25.04.2025).

[8] Об утверждении Гигиенических нормативов показателей безопасности хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 24 ноября 2022 года № ҚР ДСМ-138. – Астана, 2022. – [Электронный ресурс]. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2200030713> (дата обращения: 25.04.2025).

[9] Министерство энергетики Республики Казахстан, РГП Казгидромет. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2017–2018 гг. – Астана: Казгидромет, 2018–2019.

[10] Министерство экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан, РГП Казгидромет. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2019–2020 гг. – Нур-Султан: Казгидромет, 2020–2021.

[11] РГП Казгидромет. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Костанайской области за 2021–2024 гг. – Костанай: Казгидромет, 2022–2025.

[12] Организация Объединённых Наций (ООН). Стратегический подход к мониторингу и оценке трансграничных рек, озёр и подземных вод [Электронный ресурс]. – Женева: ООН, 2022. – Режим доступа: <https://unece.org/ru/environment-policy/publications/strategicheskij-podkhod-k-monitoringu-i-ocenke-transgranichnykh-0> (дата обращения: 25.04.2025).

[13] Агроклиматические ресурсы Костанайской области: научно-прикладной справочник / под ред. С. С. Байшоланова; Министерство образования и науки Республики Казахстан, ТОО «Институт географии». – Астана, 2017. – 139 с. – ISBN 978-601-7150-86-0.



[14] Бекмухамбетова А. С., Салатова О. И. Изучение динамики химического состава и органолептических свойств воды в Верхне-Тобольском водохранилище Костанайской области за 2013–2015 годы // Молодой учёный. – 2016. – № 6(110). – С. 329–333.

[15] Бекмухамбетова А. С., Салатова О. И. Мониторинг химического состава воды и рыбных ресурсов Верхнетобольского и Каратомарского водохранилищ Костанайской области // Молодой учёный. – 2016. – № 8(112). – С. 468–472.

[16] Амиргалиев Н. А., Мадибеков А. С., Мұсақұлқызы А., Исмуханова Л. Т., Кулбекова Р. А., Жәди А. Ә. Оценка качества вод озёр Казахстана по гидрохимическим параметрам // Гидрохимия. – 2018. – № 2. – С. 77–85.

[17] Томилина И. И., Гапеева М. В., Ложкина Р. А. Оценка качества воды и донных отложений каскада водохранилищ реки Волга по показателям токсичности и химического состава // Труды ИБВВ РАН. – 2018. – Т. 81(84). – С. 107–131.

[18] Томилина И. И., Гапеева М. В., Ложкина Р. А. Изменение качества воды и донных отложений Шекснинского плёса Рыбинского водохранилища за период 1961—2017 гг. // Труды ИБВВ РАН. – 2018. – Т. 83(86). – С. 32–49.

[19] Мамихин С. В., Щеглов А. И. Имитационное моделирование в экологии, радиоэкологии и радиобиологии: учебно-методическое пособие. – М: МАКС Пресс, 2020. – 60 с.

[20] Ismukhanova L., Choduraev T., Opp C., Madibekov A. Accumulation of heavy metals in bottom sediment of Kapshagay Reservoir (Kazakhstan) // Applied Sciences. – 2022. – Vol. 12, № 22. – Article No. 11474. – DOI: 10.3390/app122211474.

[21] Nikoo M. R., Aamri A. A., Etri T., Al Rawas G. A. A review of machine learning, remote sensing, and statistical methods for reservoir water quality assessment // Journal of Hydrology. – 2025. – Vol. 659. – Article No. 133323. – DOI: 10.1016/j.jhydrol.2024.133323.

[22] Seraya N., Daumova G., Petrova O., Garcia-Mira R., Polyakova A. Ecological Status of the Small Rivers of the East Kazakhstan Region // Sustainability. – 2025. – Vol. 17, № 14. – Article 6525. – DOI: 10.3390/su17146525.

[23] Abdimanap M., Bazarbayev D., Tussupova K. Heavy metals contamination of surface water sources in Kazakhstan: Case studies and risk analysis // Water. – 2023. – Vol. 15, № 4. – Article 822. – DOI: 10.3390/w1504082.

[24] Zhalmagambetova U., Assanov D., Neftissov A., Biloshchytskyi A., Radelyuk I. Implications of Water Quality Index and Multivariate Statistics for Improved Environmental Regulation in the Irtys River Basin (Kazakhstan) // Water. – 2024. – Vol. 16, № 15. – Article 2203. – DOI: 10.3390/w16152203.

[25] Kulebayev K. M., Alimkulov S. K., Tursunova A. A., Makhmudova L. K., Talipova E. K., Saparova A. A., Rodrigo-Clavero M. E., Rodrigo-Ilarri J. Assessing the Vulnerability of Lakes in Western Kazakhstan to Climate Change and Anthropogenic Stressors // Water. – 2024. – Vol. 16, № 24. – Article 3709. – DOI: 10.3390/w16243709.



REFERENCES

- [1] Karatomarskoe vodohranilishche [Karatomar reservoir] // Kazakhstanskaya natsional'naya entsiklopediya. V 5 t. – Vol. 3. – Almaty: Qazaq entsiklopediiasy, 2005. – 560 p. [in Russian]
- [2] Verkhnetobolskoe vodohranilishche [Verkhnetobolskoye reservoir] // Qazaqstan: Ulttyq entsiklopediia. V 5 t. – Vol. 4 / Ed. A. Nysanbaev. – Almaty: Qazaq entsiklopediiasy, 1998. – 718 p. [in Kazakh]
- [3] Eliseev, A.V. (2013). Vozmozhnost' ispol'zovaniia raiona Karatomarskogo vodohranilishcha dlia khoziaistvenno-pitevogo vodosnabzheniia Kostanaiskoi oblasti [Possibility of using Karatomar reservoir area for drinking water supply]. Geologiya i okhrana nedr, 2(47), 67–72. [in Russian]
- [4] Chashkov, V.N., Yskak, A., Daribaeva, S.A., & Kazbekova, K.A. (2024). Kazakstan Respublikasynyn soltustik onirynyn Zhogargy Tobyl zhane Karatomar su koimalarynyn sularynda pesticidter, khlororganikalyk kosylystar zhane organikalyk toksikantardyn kuramyn keshendi bagalau [Assessment of pollutants in Karatomar and Tobol reservoirs]. 3I: Intellect, Idea, Innovation, 3, 130–140. [in Kazakh]
- [5] Bugubaeva, A.U., Nugmanov, A.B., Daribaeva, S.A., & Kazbekova, K.A. (2024). Karatomar su koimasynyn sularyndagy metall emes bejorganikalyk korsetkishterin keshendi bagalau [Assessment of inorganic indicators in Karatomar reservoir]. 3I: Intellect, Idea, Innovation, 3, 17–27. [in Kazakh]
- [6] Chashkov, V.N., Yskak, A., Daribaeva, S.A., & Kazbekova, K.A. (2024). Kazakstan Respublikasy soltustik onirynyn Zhogargy Tobyl zhane Karatomar su koimalarynyn sularynda auyr metaldardyn kuramyn keshendi bagalau [Assessment of heavy metals in Karatomar and Tobol reservoirs]. 3I: Intellect, Idea, Innovation, 3, 118–129. [in Kazakh]
- [7] Ob utverzhdenii Edinoj sistemy klassifikatsii kachestva vody v vodnyh ob'ektah: Prikaz Predsedatelya Komiteta po vodnym resursam Ministerstva sel'skogo hozyaistva Respubliki Kazahstan ot 9 noyabriya 2016 goda № 151 [On approval of the Unified Classification System for Water Quality in Water bodies: Order No. 151 of the Chairman of the Committee on Water Resources of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan dated November 9, 2016]. – Astana, 2016. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1600014513>. [in Russian]
- [8] Ob utverzhdenii Gigienicheskikh normativov pokazateley bezopasnosti hozyaistvenno-pit'evogo i kul'turno-bytovogo vodopol'zovaniya: Prikaz Ministra zdavoohraneniya Respubliki Kazahstan ot 24 noyabrya 2022 goda № KR DSM-138 [On approval of Hygienic standards for safety indicators of household, drinking and cultural water use: Order of the Minister of Health of the Republic of Kazakhstan dated November 24, 2022 No. KR DSM-138]. – Astana, 2022. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2200030713>. [in Russian]
- [9] Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan & Kazhydromet. (2019). Environmental bulletin for 2017–2018. Astana: Kazhydromet. [in Russian]



[10] Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan & Kazhydromet. (2021). Environmental bulletin for 2019–2020. Nur-Sultan: Kazhydromet. [in Russian]

[11] Kazhydromet. (2025). Environmental bulletin for 2021–2024 (Kostanay Region). Kostanay: Kazhydromet. [in Russian]

[12] United Nations Economic Commission for Europe. (2022). Strategicheskiy podkhod k monitoringu i otsenke transgranichnykh rek, ozyor i podzemnykh vod [Strategic approach to monitoring and assessment of transboundary rivers, lakes and groundwater]. United Nations. <https://unece.org/ru/environment-policy/publications/strategicheskiy-podkhod-k-monitoringu-i-ocenke-transgranichnykh-0> [in Russian]

[13] Baisholanov, S. S. (Ed.). (2017). Agroklimaticheskie resursy Kostanayskoy oblasti: Nauchno-prikladnoy spravochnik [Agroclimatic resources of the Kostanay region: Scientific and applied reference book]. Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan; Institute of Geography. <https://isbsearch.org/isbn/9786017150860> [in Russian]

[14] Bekmukhambetova, A.S., & Salatova, O.I. (2016). Izuchenie dinamiki khimicheskogo sostava vody v Verkhnetobolskom vodohranilishche [Study of water chemistry in Verkhnetobolsk reservoir]. Molodoi Uchenyi, 6(110), 329–333. [in Russian]

[15] Bekmukhambetova, A.S., & Salatova, O.I. (2016). Monitoring khimicheskogo sostava i rybnykh resursov vodohranilishch [Monitoring water chemistry and fish in reservoirs]. Molodoi Uchenyi, 8(112), 468–472. [in Russian]

[16] Amirgaliev, N.A., Madibekov, A.S., Musakulkyzy, A., Ismukhanova, L.T., Kulbekova, R.A., & Zhadi, A.A. (2018). Otsenka kachestva vod ozer Kazakhstana po gidrokhimicheskim parametram [Assessment of lake water quality in Kazakhstan]. Hidrokhimiya, 2, 77–85. [in Russian]

[17] Tomilina, I.I., Gapeeva, M.V., & Lozhkina, R.A. (2018). Otsenka kachestva vody i donnykh otlozhenii Volgi [Water and sediment quality of Volga reservoirs]. Trudy IBVV RAN, 81(84), 107–131. [in Russian]

[18] Tomilina, I.I., Gapeeva, M.V., & Lozhkina, R.A. (2018). Izmenenie kachestva vody v Sheksninskom plese Rybinskogo vodohranilishcha [Changes in water quality in Rybinsk reservoir]. Trudy IBVV RAN, 83(86), 32–49. [in Russian]

[19] Mamihin, S.V., & Shcheglov, A.I. (2020). Imitatsionnoe modelirovanie v ekologii i radioekologii: uchebno-metodicheskoe posobie [Simulation modeling in ecology]. Moscow: MAKS Press. [in Russian]

[20] Ismukhanova, L., Choduraev, T., Opp, C., & Madibekov, A. (2022). Accumulation of heavy metals in bottom sediment of Kapshagay Reservoir (Kazakhstan). Applied Sciences, 12(22), Article 11474. <https://doi.org/10.3390/app122211474> [in English]

[21] Nikoo, M.R., Aamri, A.A., Etri, T., & Al Rawas, G. (2025). A review of machine learning and remote sensing for reservoir water quality. Journal of Hydrology, 659, Article 133323. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2024.133323> [in English]



[22] Seraya, N., Daumova, G., Petrova, O., Garcia-Mira, R., & Polyakova, A. (2025). Ecological status of the small rivers of the East Kazakhstan Region. *Sustainability*, 17(14), 6525. <https://doi.org/10.3390/su17146525> [in English]

[23] Abdimanap, M., Bazarbayev, D., & Tussupova, K. (2023). Heavy metals contamination of surface water sources in Kazakhstan: Case studies and risk analysis. *Water*, 15(4), 822. <https://doi.org/10.3390/w1504082> [in English]

[24] Zhalmagambetova, U., Assanov, D., Neftissov, A., Biloshchytskyi, A., & Radelyuk, I. (2024). Implications of water quality index and multivariate statistics for improved environmental regulation in the Irtys River Basin (Kazakhstan). *Water*, 16(15), 2203. <https://doi.org/10.3390/w16152203> [in English]

[25] Kulebayev, K. M., Alimkulov, S. K., Tursunova, A. A., Makhmudova, L. K., Talipova, E. K., Saparova, A. A., Rodrigo-Clavero, M. E., & Rodrigo-Illari, J. (2024). Assessing the vulnerability of lakes in Western Kazakhstan to climate change and anthropogenic stressors. *Water*, 16(24), 3709. <https://doi.org/10.3390/w16243709> [in English]

**Ысқақ А., Казбекова К.А., Нурсейтова А.М., Дарибаева С.А.
МОНИТОРИНГ УРОВНЯ КИСЛОРОДНОГО РЕЖИМА В
КАРАТОМАРСКОМ И ВЕРХНЕТОБОЛЬСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩАХ ЗА
2017-2024 ГОДЫ**

Аннотация. В статье приведены результаты исследования санитарно-экологического состояния водохранилищ Каратомарское и Верхнетобольское, расположенных на территории Костанайской области Республики Казахстан. Особое внимание уделяется анализу кислородного режима как одного из основных показателей качества воды, влияющих на жизнедеятельность водных организмов и процессы самоочищения. Исследование охватывает данные за 2017–2024 годы по температуре воды, водородному показателю (рН), содержанию растворённого кислорода и биохимическому потреблению кислорода. Отбор проб и лабораторный анализ проводились с соблюдением действующих нормативных методик. Результаты показали, что вода в обоих водохранилищах соответствует I–III классам качества согласно Единой системе классификации водных объектов, при этом наибольшая изменчивость наблюдается по биохимическому потреблению кислорода. Исследование выявило сезонные и годовые колебания параметров и подтвердило актуальность постоянного мониторинга для обеспечения устойчивого функционирования водных экосистем региона.

Ключевые слова: Каратомарское водохранилище; Верхнетобольское водохранилище; санитарно-экологическое состояние; качество воды; кислородный режим; растворённый кислород; БПК; водородный показатель (рН воды); экологический мониторинг; классы качества воды.

**Yskak Aliya, Kazbekova Karina, Nurseitova Aruzhan, Daribayeva Sevara
MONITORING OF THE OXYGEN REGIME IN THE
KARATOMARSKY AND VERKHNETOBOLSK RESERVOIRS FOR 2017-2024**

Annotation. The article presents the results of a study on the sanitary and ecological condition of the Karatomar and Verkhnetobolskoye reservoirs, located in the



Kostanay region of the Republic of Kazakhstan. Special attention is given to the analysis of the oxygen regime as one of the key indicators of water quality, which affects the vital activity of aquatic organisms and self-purification processes. The study covers data from 2017 to 2024 on water temperature, hydrogen index (pH), dissolved oxygen content, and biochemical oxygen demand (BOD). Sampling and laboratory analysis were carried out in accordance with current regulatory methodologies. The results showed that the water in both reservoirs corresponds to quality classes I–III according to the Unified System of Water Quality Classification. The greatest variability was observed in the biochemical oxygen demand indicator. The study revealed seasonal and annual fluctuations in parameters and confirmed the relevance of continuous monitoring to ensure the stable functioning of the region's aquatic ecosystems.

Keywords: Karatomar Reservoir; Verkhnetobolskoye Reservoir; sanitary and ecological condition; water quality; oxygen regime; dissolved oxygen; BOD; hydrogen index (water pH); environmental monitoring; water quality classes.