

университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ, Абай даңғ, 28/1, тел.: +77773730369 e-mail: vadimnc@mail.ru.

Қуанышбаев Сейтбек Бекенович – а.ш.д., Басқарма Төрағасы-Ректоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ, тел. +77479666571 e-mail: kuanyshbayev65@bk.ru.

Буғубаева Алия Узбековна* – а.ш.ғ.к., биология, экология және химия кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ, Абай даңғ, 28/1, тел.: +77058103127 e-mail: alia-almaz@mail.ru.

Башев Артем Вячеславович – «7М05201 Геоэкология және табиғатты пайдалануды басқару» БББ магистратура білім алушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ, Абай даңғ, 28/1, тел. +79505223700, e-mail: bashev.03@bk.ru.

Чашков Вадим Николаевич – магистр химии, заведующий лабораторным комплексом «LabNetWork» регионального «Smart-центра», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: +77773730369, e-mail: vadimnc@mail.ru.

Қуанышбаев Сейтбек Бекенович – д.ғ.н., Председатель Правления-Ректор, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: +77058854684, e-mail: kuanyshbayev65@bk.ru

Буғубаева Алия Узбековна* – к.с.-х.н. ассоциированный профессор кафедры биологии, экологии и химии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: +77058103127, e-mail: alia-almaz@mail.ru.

Башев Артем Вячеславович – обучающийся магистратуры ОП «7М05201 Геоэкология и управление природопользованием», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел. +79505223700, e-mail: bashev.03@bk.ru.

Chashkov Vadim Nikolayevich – Master of Chemistry, Head of the LabNetWork laboratory complex of the regional "Smart Center, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Str., tel.: +77773730369 e-mail: vadimnc@mail.ru.

Kuanyshbayev Seitbek Bekenovich – Doctor of Geographical Sciences, Chairperson of the Board-President, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Str., tel.: +77058854684, e-mail: kuanyshbayev65@bk.ru.

Bugubayeva Aliya Uzbekovna* – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of biology, ecology and chemistry, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Str., tel.: +77058103127 e-mail: alia-almaz@mail.ru.

Bashev Artyom Vyacheslavovich – Master's student, "7M05201 Geoecology and Environmental Management" educational program, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Str., tel.: +79505223700, e-mail: bashev.03@bk.ru.

XFTAP 70.27.11

ӘӘЖ 631.6

https://doi.org/10.52269/22266070_2024_3_118

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ СОЛТҮСТІК ӨҢІРІНІҢ ЖОҒАРҒЫ ТОБЫЛ ЖӘНЕ ҚАРАТОМАР СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ СУЛАРЫНДАҒЫ АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ ҚҰРАМЫН КЕШЕНДІ БАҒАЛАУ

Чашков В.Н. – химия магистрі, өңірлік «Smart-орталық» құрамындағы «LabNetWork» зертханалық кешенінің меңгерушісі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы.

Ысқақ А.* – а.ш.ғ.к., қолданбалы биотехнологиялық ғылыми-зерттеу институтының директоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы.

Дариббаева С.А. – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, жаратылыстану-ғылыми пәндер кафедрасының оқытушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы.

Казбекова К.А. – «7М01503 Химия» БББ педагогика ғылымдарының магистрі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы.

Мақалада ауыр металдардың құрамына қатысты Қазақстанның Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймалары суларының сапасын кешенді зерттеу нәтижелері келтірілген. Қазақстанда суды мемлекеттік экологиялық бақылауды ұйымдастыру бойынша құқық белгілейтін және нормативтік құжаттар, сондай-ақ гигиеналық нормативтер мен ШРК нормаларын қоса алғанда, ауыз және табиғи сулардың сапасы мен токсикологиясын бағалау бойынша ғылыми ұсынымдар зерделенді. Сынамаларды іріктеу және көрсеткіштерді физикалық-химиялық әдістермен бақылау жөніндегі мемлекеттік, мемлекетаралық және халықаралық талаптар қаралды. Қысқы кезеңде мұз астынан сынама алу әдістері әзірленді.

Металдар мен ауыр элементтердің концентрациясы анықталды. Ауыр металдардың көрсеткіштері шаруашылық-ауыз су және мәдени-тұрмыстық су пайдалану үшін гигиеналық қауіпсіздік нормаларына сәйкес келеді. Бірыңғай жіктеу жүйесі бойынша бағалау магний мен кадмийдің құрамы бойынша судың тек суаруға және өнеркәсіптік пайдалануға жарамды, шаруашылық-ауыз суды пайдалану үшін терең дайындықты қажет ететін сапасының төртінші класына жататынын анықтады. Жалпы, Тобыл ластанған өзен ретінде жіктеледі.

ОКА металдарының көпшілігі үшін вариация коэффициенттері аз, бұл су қоймаларының гидрхимиялық құрамының біртектілігін көрсетеді. Дегенмен, марганец, кадмий, мырыш, мыс, бор және қорғасын жоғары ауытқулар мен вариация коэффициенттерін көрсетеді, бұл олардың әртүрлі нүктелердегі құрамындағы айтарлықтай айырмашылықтарды көрсетеді, мүмкін элементтердің жоғары қозғалғыштығына және өрістер мен ағындардың әсеріне байланысты.

Зерттеу нәтижелерін қоңыржай климаттық аймақтың Тұщы су қоймаларының суларындағы ауыр металдар мен элементтердің құрамын кешенді бағалау үшін анықтамалық мәліметтер мен әдістемелік ұсыныстар ретінде пайдалануға болады.

Түйінді сөздер: экологиялық мониторинг, су қоймасы, гидрхимиялық көрсеткіш, ауыр элементтер, су сапасын жіктеу, корреляциялық тәуелділік.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДАХ ВЕРХНЕТОБОЛЬСКОГО И КАРАТОМАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Чашков В.Н. – магистр химии, заведующий лабораторным комплексом «LabNetWork» регионального «Smart-центра», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан.

Ысқақ А.* – к.с.-х.н., директор научно-исследовательского института прикладной биотехнологии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан.

Дарибаева С.А. – магистр естественных наук, преподаватель кафедры естественно-научных дисциплин, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан.

Казбекова К.А. – магистр педагогических наук по ОП «7М01503 Химия», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан.

В статье представлены результаты комплексных исследований качества вод Верхнетобольского и Каратомарского водохранилищ Казахстана в отношении содержания тяжелых металлов. Изучены правоустанавливающие и нормативные документы по организации государственного экологического контроля вод в Казахстане, а также научные рекомендации по оценке качества и токсикологии питьевых и природных вод, включая гигиенические нормативы и нормы ПДК. Рассмотрены государственные, межгосударственные и международные требования по отбору проб и контролю показателей физико-химическими методами. Разработаны методы отбора проб в зимний период из-под льда.

Определены концентрации металлов и тяжелых элементов. Показатели тяжелых металлов соответствуют нормам гигиенической безопасности для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Оценка по Единой системе классификации выявила, что по содержанию магния и кадмия воды относятся к четвертому классу качества, пригодному только для орошения и промышленного использования, требующему глубокой подготовки для хозяйственно-питьевого водопользования. В целом, Тобол классифицируется как загрязненная река.

Для большинства металлов СКО и коэффициенты вариации небольшие, что указывает на гомогенность гидрхимического состава водохранилищ. Однако марганец, кадмий, цинк, медь, бор и свинец показывают высокие отклонения и коэффициенты вариации, что свидетельствует о значительных различиях в их содержании в разных точках, возможно, из-за высокой подвижности элементов и влияния стоков с полей и притоков.

Результаты исследований можно использовать как справочные данные и методические рекомендации для комплексной оценки содержания тяжелых металлов и элементов в водах пресноводных водоемов умеренной климатической зоны.

Ключевые слова: *экологический мониторинг, водохранилище, гидрохимический показатель, тяжелые металлы, классификация качества воды, корреляционная зависимость.*

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF HEAVY METALS CONTENT IN THE WATER OF THE VERKHNETOBOLSKY AND KARATOMARSKY RESERVOIRS IN THE NORTHERN REGION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Chashkov V.N. – Master of Chemistry, Head of the LabNetWork Laboratory Complex of the regional "Smart Center", Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan.

Yskak A. – Candidate of Agricultural Sciences, Director of the Scientific Research Institute of Applied Biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan.*

Daribayeva S.A. – Master of Natural Sciences, Lecturer of the Department of natural sciences, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan.

Kazbekova K.A. – Master of Pedagogical Sciences, "7M01503 Chemistry" educational program, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan.

The article presents the results of comprehensive studies on the water quality of the Verkhnetobolsky and Karatomarsky reservoirs in Kazakhstan, focusing on heavy metals. Legal and regulatory documents on state environmental control of Kazakhstan waters were reviewed, along with normative documents and scientific recommendations on water quality and toxicology, including hygienic and MPC standards. State, interstate, and international requirements for water sampling and physico-chemical analysis were studied, including winter sampling methods under ice cover.

Concentrations of metals and heavy elements were determined, and heavy metal indicators comply with hygienic safety standards for household, drinking, and cultural and general use. According to the Unified Classification System, the water quality for manganese and cadmium places the reservoirs in the fourth quality class, suitable only for irrigation and industrial use, requiring extensive treatment for household use. The Tobol River is generally classified as polluted.

Most metals show small standard deviation and variation coefficients, indicating reservoir homogeneity. However, manganese, cadmium, zinc, copper, boron, and lead show high deviations, suggesting significant content differences due to element mobility and runoff from fields and tributaries.

The results serve as reference information and methodological recommendations for assessing heavy metals and elements in freshwater reservoirs in temperate zones.

Key words: *environmental monitoring, reservoir, hydrochemical indicator, heavy metals, water quality classification, correlation dependence.*

Кіріспе. Су тұрақты даму үшін, сондай-ақ әлеуметтік-экономикалық даму, энергия мен азық-түлік өндірісі, сау экожүйелер және адамның өмір сүруі үшін өте маңызды. Су ресурстарын қорғаудың маңыздылығы Қазақстан Республикасының заңнамасы мен заңға тәуелді нормативтік құжаттар жүйесі деңгейінде белгіленген [1, 2 бөлім, 5 тарау; 2, 2 бөлім]. "Қазақстан Республикасының Су ресурстарын басқару жүйесін дамытудың 2024 – 2030 жылдарға арналған тұжырымдамасын бекіту туралы" Қазақстан Республикасы Үкіметінің [3, 7 бөлім] 2024 жылғы 5 ақпандағы № 66 қаулысына сәйкес ҚР Су шаруашылығы инфрақұрылымы жаңғыртуды және дамытуды талап етеді. БҰҰ бейіндік комитеттері трансшекаралық су ағындарының, өзендердің, халықаралық көлдердің экологиялық кешенді мониторингі мен бағалауын ұйымдастыру және жүргізу жөніндегі нұсқаулықтарды әзірледі және бекітті [4].

Су ресурстарын пайдалану және қорғау саласындағы негізгі функциялардың бірі су объектілері сапасының мемлекеттік мониторингі болып табылады. Судың сапасы мен су объектілерінің жағдайына әсер ететін теріс процестердің дамуын бақылаудың, бағалаудың және болжаудың бұл жүйесі проблемаларды уақтылы анықтауда және олардың алдын алу шараларын енгізуде маңызды рөл атқарады. Қазіргі таңда, Қостанай облысының су объектілері суларының сапасын бақылауды жүзеге асыруды қоса алғанда, экологиялық мониторингі қамтамасыз ету жөніндегі жұмыстардың барлық негізгі түрлерін Қазақстан Республикасының Экология және табиғи ресурстар министрлігінің "Қазгидромет" РМҚ Қостанай филиалы орындайды [5].

Қазақстанда су объектілеріндегі су сапасын жіктеудің бірыңғай жүйесі қабылданды [6], ол Еуропалық Одақтың су негіздемелік директивасының талаптарына негізделген [7]. Су объектілеріндегі Қазақстан Республикасының су сапасын жіктеудің бірыңғай жүйесіне сәйкес су сапасын жіктеу "ең жақсы сападағы" 1-кластан "ең нашар сападағы" 5-класқа дейін біртіндеп ауыса отырып, суды пайдаланудың бес сыныбына бөлінген. Бұл ретте су пайдаланудың әрбір сыныбы су объектісінің қалыптасқан экологиялық әлеуетіне қарай су пайдаланудың өз санатымен сипатталады. Су пайдалану кластарының сипаттамасы және су пайдалану кластарының санаттары (түрлері) бойынша саралануы да су

объектілеріндегі су сапасын жіктеудің бірыңғай жүйесінің талаптарымен белгіленген. Еуропалық Одақтың су негіздемелік директивасының әдіснамасына сәйкес су сапасының көрсеткіштерінің кем дегенде біреуінің мәндері асып кеткен кезде су айдыны "жақсы экологиялық жағдай" санатына жатқызылмайды. ШРК көрсеткіштен асып кеткен жағдайда нақты шоғырлану сапа сыныбының нормасын айқындайды (1-кесте).

1 кесте – ШРК нормаларынан асатын су қоймаларының су сапасының көрсеткіштері

Су қоймасы	Каратомар	Жоғарғы Тобыл
Жинау нүктесі	Береговое с., ГТҚ-дан оңтүстік-шығысқа қарай 3,6 км	Лисаков қ., Лисаков қаласынан батысқа қарай 5 км
Су сапасы класы	> 5 класс	4 класс
ШРК асатын көрсеткіш, мг / л	Қалқыма заттар	Mg
Концентрация	47.9	47.4
Фон	26.9	38.4
Суды пайдалану түрлері бойынша судың сипаттамасы	Суды пайдаланудың барлық түрлеріне жарамсыз	Су суаруға және өнеркәсіпке жарамды; шаруашылық-ауыз сумен қамтамасыз ету үшін қарқынды су дайындау қажет

Бұл жағдайда жер үсті су объектілеріндегі негізгі ластаушы заттар қалқыма заттармен магний болып табылады. Бір сапа көрсеткішінің ШРК нормаларынан асып кетуі сапа сыныбының деңгейін төмендетеді. Қазақстан Республикасының аумағындағы қоршаған ортаның жағдайы туралы 2023 жылдың үшінші тоқсанындағы ақпараттық бюллетеньде атап өтілгендей, Қаратомар және Жоғарғы Тобыл су қоймаларының сулары қалқыма заттар құрамы бойынша су сапасының > 5 класына сәйкес келеді. Бұл дегеніміз, су алдын-ала дайындықсыз суды пайдаланудың барлық түрлеріне жарамайды. Экологиялық нормативтік талаптарға сәйкес Тобыл ластанған өзен болып табылады [8].

"Қазгидромет" РМК-ның ресми сайтында белгіленген іріктеу нүктелерінде Тобыл өзенінің су сапасының мониторингі бойынша [9] деректерді фондық шоғырлану бойынша анықтамалар түрінде алуға болатын жармалар келтірілген. Су сынамаларын алу бес нүктеде (створ) жүргізіледі, олар 2-ші кестеде көрсетілген. Мәліметтер "Қазгидромет" РМК Қостанай филиалының 2020-2023 жылдардағы бақылауларының деректері негізінде есептелген. Сынамалар Тобыл өзенінің бес тұғырынан алынды.

2 кесте – Тобыл өзенінің учаскелеріндегі жекелеген металдардың жер үсті суларының құрамы көрсеткіштерінің фондық шоғырлануы

№	Жер үсті суының химиялық құрамы немесе көрсеткіші	Фондық концентрация, мг/л				
		Су пункті				
		Аққарга кенті, г/п створдағы ауылдан ОШ-қа 1 км	Гришенка с., су пунктінің тұсындағы ауылдан 0.2 км төмен	Қостанай қ., қалалық су каналы басқармасы. Створдан 1 км жоғары	Қостанай қ., Қостанай қаласынан 10 км төмен	Милютинка ауылы, ауыл шегінде, гидропункт тұсында
1	Кальций	615,206	78,994	83,988	86,774	100,544
2	Магний	745,135	84,828	52,734	54,173	56,173
3	Жалпы темір	0,103	0,156	0,096	0,076	0,148
4	Мыс	0,004	0,004	0,002	0,002	0,004
5	Мырыш	0,074	0,103	0,034	0,034	0,067
6	Қорғасын	0	0	0	0	0

Айта кету керек, 2023 жылдың үшінші тоқсанындағы бюллетеньге сәйкес [10] ҚР жер үсті су объектілеріндегі негізгі ластаушы ауыр металдар қатарына магний, жалпы темір, марганец, мыс, мырыш, кадмий жатады.

Кешенді бақылау объектісі ретінде Қазақстан Республикасы Қостанай облысының екі су объектісі таңдалды. Бұл Жоғарғы Тобыл (52°30'40"N 62°15'00"E) және Каратомар су қоймалары (52°53'40"N 63°01'45"E). Екі су қоймасы да Қостанай облысын сумен жабдықтау үшін стратегиялық маңызды болып табылады және Қостанай облысының су қоймаларының барлық су көлемінің 95% – на дейін сыйымды болып келеді. Су қоймалары қоңыржай климаттық аймақта орналасқан [11].

Қазақстанның су қоймалары мен су айдындарының су сапасының көрсеткіштерін және процестердің динамикасын жан-жақты бағалаудың маңыздылығы мен қажеттілігін жекелеген зерттеушілер атап көрсетеді [12, 330 б; 13-19]. Алайда, зерттеулер жүргізу бойынша міндеттер мен

жұмыстардың ықтимал үлкен көлеміне, ресурстардың шектеулілігіне байланысты көптеген ғылыми міндеттер практикалық тұрғыдан іске асырылмайды.

Мақсат, міндеттер. Металдар мен ауыр элементтер сияқты су сапасының көрсеткіштерінің мазмұны мен белсенділігін бағалау бойынша міндеттер қойылды.

Осы зерттеудің авторлары сұйық өнеркәсіптік қалдықтар мен су жинақтағыштарының гидрохимиялық және токсикологиялық көрсеткіштерін бағалауды жүргізуді, топырақ пен топырақтың агрохимиялық сипаттамаларын зерделеуді, өнеркәсіптік аумақтардың ластану дәрежесін және тау – кен өндірістерінің рекультивацияланған үйінділерін бағалауды, тозған жерлерді қалпына келтіру процестерін зерттеуді қоса алғанда, әртүрлі объектілерге кешенді көп факторлы экологиялық зерттеулерді ұйымдастыру және жүргізу бойынша тәжірибесі бар [20-21].

Ғылыми зерттеулер 2023-2025 жылдарға арналған жоба бойынша ғалымдардың зерттеулерін "Солтүстік Қазақстанның гидротехникалық инженерлік құрылыстарының су ресурстарын жедел мониторингілеу және экологиялық бақылау жүйесін құру" тақырыбында және қаржыландыру көзі (Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті) бойынша гранттық бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру шеңберінде орындалды.

Су үлгілерінің сынамаларын іріктеуді ұйымдастыруға және жүргізуге және кейіннен кешенді талдауға қойылатын талаптар

Су сынамаларын алу тәртібі. Зерттеу үшін су сынамаларын іріктеу ластаушы заттардың, экотоксиканттардың сипатын және ластаушы заттардың таралу аймағының контурын зерттеу мақсатында ластануға бақылау жүргізу үшін орындалады. Сынамаларды іріктеу аналитикалық талдау жүргізуге дейін сынамалардың аналитикалық тұрақтылығын қамтамасыз етуі тиіс. Су сынамаларын іріктеу бағдарламасын дұрыс құру зерттеу мақсаттарына тікелей байланысты және маңызды болып келеді. Үлгі белгілі бір уақыт аралығында объектіні немесе оның бір бөлігін мүмкіндігінше толық сипаттауы керек. Барлық жоспарланған талдауларды орындау үшін үлгі көлемі жеткілікті болуы керек. Сынамаларды іріктеу іріктеу орнын, уақытын, әдісін, іріктеу үшін құрылғыны таңдауды, сынама көлемін, консервациялау және сақтау шарттарын айқындайды. Сынамалардың сапасы мен токсикологиясының көрсеткіштерін өлшеудің сапасын қамтамасыз ету мақсатында сынамаларды іріктеуге, тасымалдауға, дайындауға және сақтауға қойылатын жалпы қабылданған талаптарды сақтау түбегейлі маңызды. Сынамаларды іріктеу және сақтау кезінде мемлекетаралық және ұлттық нормативтік құжаттардың талаптары мен ұсынымдары ескерілді.

Бұл нормативтік құжаттар құрамы мен қасиеттерінің көрсеткіштерін анықтауға арналған сынамаларды іріктеуге, тасымалдауға және сақтауға дайындыққа қойылатын жалпы талаптарды белгілейді. Стандарттар сынама алу орны мен іріктеу кезеңділігі су объектісіне байланысты зерттеу бағдарламасына сәйкес белгіленетінін атап көрсетеді. Құжаттар зерттеу мақсаттарына және анықталатын көрсеткіштер тізіміне сәйкес іріктеу процесінде анықталатын көрсеткіштер мәндерінің мүмкін болатын өзгерістерін барынша азайтатындай етіп іріктеу үшін кең мүмкіндіктер белгілейді. Құжаттар сонымен қатар су үлгілерін іріктеу бойынша құрылғыларға қойылатын талаптарды белгілейді.

Іріктеу кезінде судағы көрсеткіштердің нормативтеріне қатысты үлгілердің сапасын бағалау мақсатында сынамалардың нүктелік түріне және мерзімді іріктеуге қойылатын талаптарды басшылыққа алды, сондай-ақ құрама сынаманы пайдалану жекелеген сынамалар арасындағы айырмашылықтарды түсініксіз етеді. Іріктеу бағдарламасын жасау кезінде табиғи сулардың гидрохимиялық және гидрологиялық қасиеттеріне байланысты су сапасының кездейсоқ және жүйелі өзгерістерін ескеру қажет. Су сынамаларын алу және сақтау үшін сыйымдылықтарды таңдау және дайындау кезінде келесі ережелер басшылыққа алынды:

- 1) сынамалардың химиялық құрамын айқындалатын көрсеткіштердің сақтау немесе басқа заттармен ластанудан қорғау;
- 2) төмен және жоғары температураға және механикалық бұзылуға төзімділік;
- 3) судың ағып кетуіне жол бермеу үшін оңай, тығыз және сенімді жабылу мүмкіндігі;
- 4) сыйымдылықтың қажетті өлшемдері, пішіні, массасы және қайта пайдалануға жарамдылығы болуы тиіс;
- 5) сыйымдылық материалының және оның тығынының химиялық (биологиялық) инерттілігі;
- 6) сыйымдылықтарды қайта пайдалануды, кез келген түрдегі ластанудан тазартуды жүргізу мүмкіндігі.

Сынамаларды сақтау үшін герметикалық жабылатын қақпақтары бар жоғары қысымды полиэтилен түріндегі Пластмассадан жасалған кең мойынды ыдыстарды пайдалануға болады. Сыйымдылықтарды таңдау кезінде сынамаларды іріктеу үшін бір реттік сыйымдылықтарды қолдануға жол беріледі.

Ауыр металдардың құрамына қатысты суды бақылау тәртібі

Су көрсеткіштерін бақылаудың физика-химиялық әдістері жақсы зерттелгенін және стандартталған нысандар түрінде енгізілгенін атап өткен жөн. Судың сапасы мен токсикологиясының көрсеткіштерін өлшеу әдістерін таңдағанда, ең алдымен ШРК талаптарын басшылыққа алу қажет. Өлшеу әдістемесінің дәлдік класы бақылау көрсеткіштерімен тікелей байланысты, олардың сандық

мәндері айтарлықтай өзгеруі мүмкін. Су көрсеткіштері бойынша ШРК белгілейтін ең маңызды құжаттардың ішінде халықаралық және мемлекетаралық талаптарға негізделген мынадай нормативтік құжаттарды көрсету қажет [3;7]:

1) Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрінің 2022 жылғы 24 қарашадағы № ҚР ДСМ-138 бұйрығы. Шаруашылық-ауыз су және мәдени-тұрмыстық су пайдалану қауіпсіздігі көрсеткіштерінің гигиеналық нормативтерін бекіту туралы;

2) Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі Су ресурстары комитеті Төрағасының 2016 жылғы 9 қарашадағы № 151 Бұйрығы. Су объектілеріндегі су сапасын жіктеудің бірыңғай жүйесін бекіту туралы;

3) Еуразиялық экономикалық комиссия Кеңесінің 2017 жылғы 23 маусымдағы № 45 шешімі. Еуразиялық экономикалық одақтың "Табиғи минералды суды қоса алғанда, оралған ауыз судың қауіпсіздігі туралы" техникалық регламенті туралы;

4) ГОСТ Р 54316-2020 Минералды табиғи ауыз су. Жалпы техникалық шарттар.

Зерттеулерді ұйымдастыру және жүргізу кезінде ғылыми ұсыныстар мен бұрын жүргізілген зерттеулер ескерілді [12-19].

Келесі құжаттар ауыз су, техникалық су, тұзды суды қоса алғанда, минералдану деңгейі төмен және минералдану деңгейі жоғары судың сапасы мен токсикологиясының көрсеткіштерін бақылаудың физика-химиялық әдістерін таңдау және ұйымдастыру бойынша ұсыныстарды белгілейді:

1) ҚР СТ ГОСТ Р 51232-2003 Ауыз су. Сапаны бақылауды ұйымдастыруға және әдістеріне қойылатын жалпы талаптар (ауыз су сапасының жалпыланған көрсеткіштерін анықтау әдістерін және ауыз судағы кейбір Бейорганикалық заттардың құрамын анықтау әдістерін қоса алғанда);

2) БҚ 52.18.595-96 Басшылық құжат. Қоршаған ортаның ластануын бақылау саласындағы жұмыстарды орындау кезінде қолдануға рұқсат етілген өлшемдерді орындау әдістерінің федералды тізімі.

3) ГОСТ 1030-81. Шаруашылық-ауыз су мақсатындағы су. Далалық талдау әдістері

4) ҚР СТ ГОСТ Р 51309-2003 ауыз су. Атомдық адсорбциялық спектрометрия әдістерімен элементтердің мазмұнын анықтау.

Су көрсеткіштерін бақылау әртүрлі бекітілген өлшеу әдістеріне сәйкес жүргізіледі. Зерттеу жүргізу кезінде фотоколориметрлерді, спектрофотометрлерді, атомдық-адсорбциялық спектроанализаторларды, ион селективті электродтарды, рН-метрлерді, өлшеуіш бюреткаларды және т.б. қоса алғанда, тиісті дәлдік класындағы стандартталған зертханалық аналитикалық жабдық пайдаланылады.

Су сынамаларының барлық негізгі аналитикалық сынақтары ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 талаптарына сәйкес аккредиттелген сынақ аналитикалық зертханалары жағдайында жүргізілді.

Су үлгілеріндегі металдар мен ауыр элементтердің концентрациясын бақылау әдістері

Су үлгілеріндегі металдар мен ауыр элементтердің мөлшерін бағалауды ұйымдастыру және анықтау кезінде нормативтік талаптар басшылыққа алынды.

Жалпы темір ГОСТ 4011-72 сәйкес анықталды. Стандарт ауыз суға қолданылады және жалпы Темірдің массалық концентрациясын өлшеудің колориметриялық әдістерін белгілейді. Марганец ГОСТ 4974-2014 сәйкес фотометриялық әдіспен; кальций мен магний ГОСТ 23268.5-78 рН 12-13 аралығында сілтілі ортада комплексон III кальций иондарының күрделі қосылыстарын тұзу қасиетіне байланысты титриметриялық әдіспен анықталды. Алюминий ГОСТ 18165-2014 (ISO 10566:1994, NEQ, ISO 12020:1997, NEQ, ISO 11885:2007, NEQ) бойынша селективті бояғыш оптикалық белсенді реагенттерді (пирокатехин күлгін, алюминий) қолданатын фотометриялық әдістермен анықталды.

Молибден ГОСТ 18308-72 сәйкес қызғылт сары-қызыл түсті бес валентті молибденнің роданидпен күрделі қосылысының түзілуіне негізделген колориметриялық әдіспен; хром ҚР СТ 1511-2006 сәйкес 1,5-дифенилкарбазидті қолданатын спектрометриялық әдіспен; ванадий НСАМ 318-Г-89 әдісіне сәйкес табиғи сулардағы ванадийді фотометриялық анықтау әдісін қолдана отырып, 4-(2-пиридилазо)-резорцинол мен сутегі асқын тотығымен үштік күрделі қосылыс түрінде анықталды.

Бор мөлшері ГОСТ 31949-2012 бойынша анықталды, ол бор иондарының (Борат иондарының) құрамын трилон Б қатысуымен хромотроп қышқылымен әрекеттесіп, флуоресцентті кешен түзіп, содан кейін оның флуоресценция қарқындылығын өлшеу арқылы анықтаудың флуориметриялық әдісін белгілейді. Сынап мөлшері ҚР СТ 2324-2013 сәйкес сынап анализаторында селективті емес сіңіруді зееманов түзетумен атомдық-абсорбциялық әдісімен анықталды. Калий мен натрийдің мөлшері ГОСТ 31870-2012 сәйкес индуктивті байланысқан плазмамен атомдық эмиссиялық спектрометриямен анықтауға болады. Сондай-ақ, бұл элементтерді анықтаудың басқа да кеңінен қолданылатын нормативтік ұсыныстар бар, мысалы, натрий ГОСТ 23268.6-78 сәйкес натрий иондарын гравиметриялық, колориметриялық және жалындық фотометриялық әдістерімен анықтау; калийді ГОСТ 23268.7-78 сәйкес калий иондарын гравиметриялық және жалындық фотометриялық әдістерімен анықтау.

Мыс, кадмий, никель, мырыш, селен, қорғасын сияқты элементтердің концентрациясы атомдық адсорбциялық спектрометрия әдістерімен анықталды. ҚР СТ ГОСТ Р 51309 – 2003, ГОСТ 31870-2012 сияқты нормативтік құжаттарды пайдалануға болады. Мышьяқтың мөлшері ГОСТ 31266-2004 бойынша тамақ өнімдеріне қатысты атомдық адсорбциялық спектрометрия әдістерімен анықталды. Сондай-ақ

сулы ерітінділердегі кобальт, никель, мыс, мырыш, кадмий және қорғасын құрамын анықтау мақсатында ҚР СТ ИСО 8288-2005 пайдалану мүмкіндігін атап өту қажет.

Зерттеу нәтижелерін өңдеу

Өлшеу нәтижелерін өңдеу және өлшеу нәтижелерін статистикалық өңдеуді дұрыс жүргізу кезінде ғылыми ұсыныстар мен нормативтік талаптарды ескеру қажет. Кездейсоқ өзгерістерді бағалау қалыпты үлестіру Заңын ескере отырып немесе логарифмдік қалыпты үлестіру Заңын ескере отырып жүргізілді. Өлшеу нәтижелерін статистикалық өңдеу Стандартты Excel пакетін қолдана отырып, 2024 нұсқасының "талдау" кеңейтімін қолдана отырып жүргізілді. Экологиялық мониторинг көрсеткіштерін бағалау кезінде процестерді модельдеу бойынша ұсыныстарды басшылыққа алу қажет.

Практикалық зерттеулердің нәтижелері. Талқылау

Төмен температура және мұз жамылғысының болуы жағдайында Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының суларын іріктеуді жүргізу

Су сынамаларын алу 2024 жылдың наурыз айының басында жүргізілгендіктен, жоспарланған сынама алу орындарына қол жеткізу мүмкіндігін ескеру қажет болды. Су қоймалары мен мұз жамылғысының жағалау аймағының көп бөлігі қар жамылғысымен жабылды бұл болжамды сынама алу орындарына кіруді айтарлықтай шектеді.

Бұл аймақ үшін ақпан – наурыз маусымы жоғары тұрақты қар жамылғысымен сипатталады. Сынама алу кезінде ауаның орташа температурасы -3°C-тан -10°C-қа дейін болды. Сынама алу орындарындағы су қоймасы мұзының орташа қалыңдығы шамамен бір метрді құрады.

Мұзды бұрғылау және сынама алу үшін тесіктерді дайындау үшін қажетті қуаттылықтағы бензин қозғалтқышы бар арнайы бұрғылау қондырғысы қолданылды. Бұрғылау битінің диаметрі 0,2 метр, ұзындығы 1 метр болды. Су сынамаларын алуға арналған жабдыққа мұздағы тесіктерді дайындауға арналған бұрғылар, шөміштер, ауыз суды сақтауға арналған пластикалық ыдыстар кірді.

Сынама алу нәтижелері бойынша барлық су сынамалары сапа және токсикология көрсеткіштерін сақтауды ұйымдастыру және кейінгі зерттеулерді жүргізу үшін зертханаға жіберілді.

Су қоймаларының су сынамаларындағы металдар мен ауыр элементтердің құрамын бағалау

Су қоймалары суларының гидрохимиялық параметрлерін зерттеу барысында су сынама-ларындағы металдар мен ауыр элементтер құрамының көрсеткіштеріне бақылау жүргізілді (3 кесте).

Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері бойынша металдар мен ауыр элементтердің мөлшерінің гигиеналық талаптарға сәйкестігі және шекті рауалы концентрациясын асып кету анықталған жоқ. Барлық көрсеткіштер шаруашылық-ауыз су және мәдени-тұрмыстық су пайдалану қауіпсіздігі көрсеткіштерінің гигиеналық нормативтерінің ШРК мәндерінен аспайды [8].

3 кесте – Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймасының су сынамаларындағы металдар мен ауыр элементтердің құрамы

№	Көрсеткіш	Өлшем бірлік	ШРК	Жоғарғы Тобыл су қоймасы *Сынамалар саны = 9			Қаратомар су қоймасы *Сынамалар саны = 8		
				Орта мән*	ОКА	КВ, %	Орта мән*	ОКА	КВ, %
1	Алюминий	мг/л	0,2	< 0,04			<0,04		
2	Бор	мг/л	0,5	0,05	0,015	28,4	0,078	0,023	29,9
3	Ванадий	мг/л	0,4	< 0,03			<0,03		
4	Кадмий	мг/л	0,01	0,0012	0,001	80,5	0,0021	0,002	99,2
5	Калий және натрий қосын.	мг/л		162,28	24,33	15,0	152,3	22,30	14,6
6	Кальций Ca ²⁺	мг/л	130	89,73	11,674	13,0	122,47	9,045	7,3
7	Кобальт	мг/л	0,03	0,002	0,000	0,0	0,002	0	0
8	Магний Mg ²⁺	мг/л	65	40,073	4,714	11,8	20,56	4,84	23,5
9	Марганец	мг/л	0,05	0,018	0,013	70,5	0,039	0,024	62,3
10	Мыс	мг/л	1	0,004	0,001	27,4	0,0035	0,001	30,3
11	Молибден	мг/л	0,5	<0,0025			<0,0025		
12	Мышьяк	мг/л	0,1	<0,01			<0,01		
13	Никель	мг/л	0,1	0,0024	0,0001	16,4	0,0034	0,0011	33,3
14	Жалпы темір	мг/л	0,3	0,0100	0,000	0,0	0,04	0,042	106,0
15	Сынап	мг/л	0,0005	0,0000	0,000		0		
16	Қорғасын	мг/л	0,03	0,0039	0,001	24,5	0,0039	0,001	25,0
17	Селен	мг/л	0,05	0,0003	0,000	0,0	0,0003	0	0
18	Хром	мг/л	0,05	<0,05			0		
19	Мырыш	мг/л	1	0,2492	0,239	95,9	0,1387	0,065	46,9

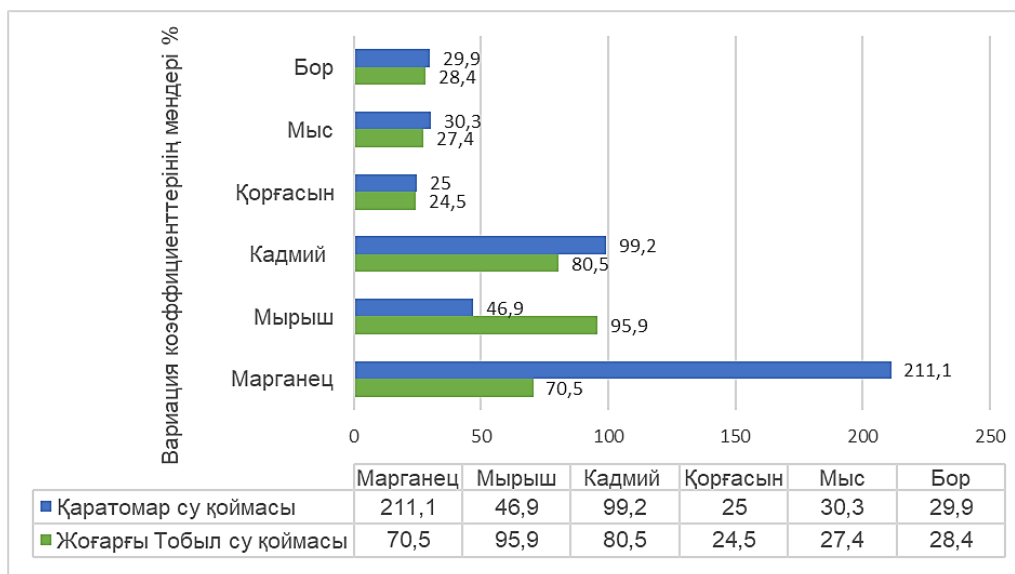
Қазақстан Республикасының су сапасын жіктеудің бірыңғай жүйесіне сәйкес су қоймаларының суын металдардың құрамына сәйкес тазалық кластары бойынша саралауға болады. Металдар мен ауыр элементтердің көп бөлігінің құрамы су объектілеріндегі су сапасын жіктеудің бірыңғай жүйесіне сәйкес су сапасының бірінші класына сәйкес келеді. Бірінші сапалы сулар суды пайдаланудың барлық түрлеріне (санаттарына) жарамды және "өте жақсы" деп аталатын класқа сәйкес келеді.

Алайда, металдар мен ауыр элементтердің құрамы көрсеткіштерінің мәндерін өңдеу нәтижелері бойынша су қоймасы үшін жалпы су сапасының класын төмендететін көрсеткіштер анықталды. 6-кестеде металдар мен ауыр элементтердің анықталған концентрациясына сәйкес сапа кластары бойынша су қоймаларының су сапасы стандарттарының сандық мәндері келтірілген. Су сапасын жіктеудің бірыңғай жүйесіне және сапа кластары бойынша су сапасы стандарттарының сандық мәндеріне сәйкес екі су қоймасы да төртінші класс деңгейіне сәйкес келеді. Жоғарғы ауру су қоймасы үшін төртінші класты анықтаушы магний мөлшері (30-100 мг/л) болып табылады. Қаратомар су қоймасы үшін төртінші класты анықтаушы кадмий құрамының көрсеткіші (0,002-0,005 мг/л) болып табылады. Осы сапа класындағы сулар тек суаруға және өнеркәсіптік суды пайдалануға, соның ішінде тау-кен өндірісіне, гидротранспортқа жарамды. Суды пайдаланудың осы класындағы суды шаруашылық-ауыз су пайдалану үшін суды терең дайындау қажет.

4 кесте – Сапа кластары бойынша су қоймаларының су сапасы стандарттарының сандық мәндері

Көрсеткіш	Жоғарғы Тобыл су қоймасы		Қаратомар су қоймасы	
	Көрсеткіш мазмұнының диапазоны, мг / л	Сапа кластары бойынша су қоймасының су сапасы стандарттарының сандық мәндері	Көрсеткіш мазмұнының диапазоны, мг / л	Сапа кластары бойынша су қоймасының су сапасы стандарттарының сандық мәндері
Кадмий	0,001-0,002	3	0,002-0,005	4
Магний	30-100	4	20-30	3
Марганец	0,01-0.1	2	0,01-0.1	2
Молибден	0,001-0,25	2	0,001-0,25	2
Мырыш	-	-	0,3-1	2

ОКА элементтерінің көпшілігі үшін вариация коэффициенттерінің шамалы мәндері бар, бұл су қоймаларының жеткілікті біртекті құрамын көрсетеді. Марганец, кадмий, мырыш, мыс, бор, қорғасын сияқты элементтер орташа мәннен жеткілікті жоғары ауытқуларды және вариация коэффициенттерінің жоғары мәндерін көрсетеді (1-сурет). Бұл екі су қоймасының әртүрлі нүктелеріндегі осы элементтердің мазмұны айтарлықтай өзгеруі мүмкін екенін көрсетеді. Бұл сұйық су фазасы мен қатты шөгінді фазасы арасындағы элементтердің жоғары белсенділігі мен қозғалғыштығына байланысты болуы мүмкін. Іргелес егістіктерден және су ағындарынан ағындардың элементтердің су қоймаларына түсуіне әсері болуы мүмкін.



1 - сурет – Көрсеткіштер бойынша вариация коэффициенттері

Қорытынды

Осы зерттеуде Қазақстан Республикасының Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймалары суларының сапасын ауыр металдардың құрамына бағалау нәтижелері ұсынылды.

Зерттеулерді ұйымдастыру және жүргізу барысында Қазақстан Республикасының суларына мемлекеттік экологиялық бақылауды ұйымдастыру және жүргізу тәртібін айқындайтын құқық белгілейтін және нормативтік құжаттар зерделенді. Шаруашылық-ауыз су және мәдени-тұрмыстық су пайдалану қауіпсіздігі көрсеткіштерінің гигиеналық нормативтерін қоса алғанда, ауыз және табиғи сулардың сапасы мен токсикологиясы көрсеткіштері бойынша талаптарды белгілейтін нормативтік құжаттар мен ғылыми ұсынымдар зерделенді. Қазақстан Республикасының су сапасын жіктеудің бірыңғай жүйесі және су пайдалану кластары және су пайдалану кластарын пайдалану санаттары (түрлері) бойынша саралау зерделенді. Су сынамаларын іріктеуді ұйымдастыруға және жүргізуге, ауыз су мен табиғи сулардың сапа көрсеткіштері мен токсикологиясының мәндерін физика-химиялық әдістермен бақылауға қатысты нормативтік мемлекеттік, мемлекетаралық, халықаралық талаптар мен құжаттар зерделенді. Қысқы кезеңде су қоймасының мұз жамылғысының астынан су үлгілерінің сынамаларын алу әдістері пысықталды.

Металдардың, ауыр элементтердің мәндері анықталды. Суды бақылаудың барлық дерлік көрсеткіштері шаруашылық-ауыз су және мәдени-тұрмыстық су пайдалану қауіпсіздігі көрсеткіштерінің нормативтеріне сәйкес келеді.

Су қоймаларының су сапасының көрсеткіштерін су объектілеріндегі су сапасын жіктеудің бірыңғай жүйесінің талаптарына сәйкестігіне бағалау жүргізу кезінде су қоймаларының су сапасының кластары айқындалды. Магний, кадмий, су қоймаларының сулары сияқты көрсеткіштердің мазмұны бойынша сапасының төртінші класына жататыны анықталды. Осы сапа класындағы сулар тек суаруға және өнеркәсіптік суды пайдалануға, соның ішінде тау-кен өндірісіне, гидротранспортқа жарамды. Суды пайдаланудың осы класындағы суды шаруашылық-ауыз су пайдалану үшін пайдалану үшін суды терең дайындау қажет. Жалпы, экологиялық нормативтік талаптарға сәйкес Тобыл ластанған өзен болып табылады.

ОКА металдарының көпшілігі үшін вариация коэффициенттерінің шамалы мәндері бар, бұл су қоймаларының жеткілікті біртекті құрамын көрсетеді. Марганец, кадмий, мырыш, мыс, бор, қорғасын сияқты элементтер орташа мәннен айтарлықтай жоғары ауытқуларды көрсетеді және вариация коэффициенттерінің жоғары мәндеріне ие. Бұл элементтердің су қоймаларының әртүрлі нүктелеріндегі мазмұны айтарлықтай өзгеруі мүмкін. Бұл сұйық су фазасы мен қатты шөгінді фазасы арасындағы элементтердің жоғары белсенділігі мен қозғалғыштығына байланысты болуы мүмкін. Іргелес егістіктерден және су ағындарынан ағындардың элементтердің су қоймаларына түсуіне әсері болуы мүмкін.

Осы зерттеулердің нәтижелерін қоңыржай климаттық аймақтың ағын тұщы су айдындары суларының сапалық және уытты көрсеткіштерін кешенді бағалауды ұйымдастыру және жүргізу бойынша анықтамалық ақпараттық деректер, әдістемелік ұсынымдар ретінде пайдалануға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1 **Қазақстан Республикасының су кодексі.** Қазақстан Республикасының 2003 жылғы 9 шілдедегі № 481 кодексі. [Электрондық ресурс] URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1042116&pos=6;-106#pos=6;-106 (жүгінген күні – 25.05.2024 ж.).

2 **Қазақстан Республикасының экология кодексі.** Қазақстан Республикасының 2021 жылғы 2 қаңтардағы № 400-VI ҚРЗ Кодексі. [Электрондық ресурс] URL: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/K210000400> (жүгінген күні – 25.05.2024 ж.).

3 **Қазақстан Республикасының су ресурстарын басқару жүйесін дамытудың 2024 – 2030 жылдарға арналған тұжырымдамасын бекіту туралы.** Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2024 жылғы 5 ақпандағы № 66 қаулысы. [Электрондық ресурс] URL: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2400000066> (жүгінген күні – 25.05.2024 ж.).

4 **БҰҰ ЕЭК мониторинг және бағалау жөніндегі жұмыс тобы.** Трансшекаралық және халықаралық көлдердің мониторингі мен бағалауы бойынша нұсқаулықтар. ECE/ENHS/NONE/2004/20, GE.04-31774 (R) 081104 191104 [Мәтін] / құжат 2001 жылғы 5-8 қыркүйекте Финляндияның Веакси қаласында өткен БҰҰ ЕЭК мониторинг және бағалау жөніндегі жұмыс тобының отырысында мақұлданды – 2001. – 235 б.

5 **Қоршаған ортаның жай-күйі туралы ай сайынғы ақпараттық бюллетень, РМК «Казгидромет»,** [Электрондық ресурс] URL: <https://www.kazhydromet.kz/ru/ecology/ezhemesyachnyu-informacionnyu-byulleten-o-sostoyanii-okruzhayuschey-sredy/2024> (жүгінген күні – 25.05.2024 ж.).

6 **Су объектілерінде су сапасын жіктеудің бірыңғай жүйесін бекіту туралы.** Қазақстан Республикасының Ауыл шаруашылығы министрлігі Су ресурстары комитеті төрағасының 2016 жылғы 9 қарашадағы № 151 бұйрығы. Қазақстан Республикасының Әділет министрлігінде 2016 жылғы 13

желтоқсанда № 14513 болып тіркелді. [Электрондық ресурс] URL: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V1600014513> (жүгінген күні – 25.05.2024 ж.).

7 **Water Framework Directive**, [Electronic resource] URL: https://environment.ec.europa.eu/topics/water/water-framework-directive_en (жүгінген күні– 25.03.2024 ж.).

8 **Ауыз су және шаруашылық-тұрмыстық суды пайдалану қауіпсіздігі көрсеткіштерінің гигиеналық нормативтерін бекіту туралы**. Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрінің 2022 жылғы 24 қарашадағы № ҚР ДСМ-138 бұйрығы. [Электрондық ресурс] URL: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2200030713> (жүгінген күні – 25.05.2024).

9 **Фондық анықтамалар**, РМК "Қазгидромет". [Электрондық ресурс] URL: https://www.kazhydromet.kz/enquiry_2 (жүгінген күні– 25.05.2024 ж.).

10 **2023 жылдың 1 жартыжылдық «Қазақстан Республикасы қоршаған ортажай-күйі жөніндегі» ақпараттық бюллетені** [Электрондық ресурс] URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/ecogeo/documents/details/496433?lang=ru> (жүгінген күні – 25.05.2024 ж.).

11 **Қостанай облысының агроклиматикалық ресурстары**: [Мәтін]: Ғылыми-қолданбалы анықтама / Ред. С.С. Байшоланова. – Астана. – 2017. – 139 б.

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

13 **Бекмухамбетова А.С., Салатова О.И. Қостанай облысының Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының су және балық ресурстарының химиялық құрамын бақылау** [Мәтін] / С.А. Бекмухамбетова, О.И. Салатова // Жас зерттеуші (Рубрика: Экология). – 2016. – №8 (112). – 468-472 б.

14 **Амиргалиев Н. А., Мадиеков А. С., Мұсақұлқызы А., Исмуханова Л. Т., Кулбекова Р. А., Жәди А. Ә.. Гидрохимиялық көрсеткіштер бойынша Қазақстандағы көлдердің су сапасын бағалау** [Мәтін] / Н.А. Амиргалиев, А.С. Мадиеков, и др. // Гидрохимия. – 2018. – №2. – с. 77-85.

15 **Goncharova I., Guichaoua D., Taboukhat S., Tarbi A., Chtouki T., Erguig H., Sahraoui B., Laser-induced breakdown spectroscopy application for heavy metals detection in water: A review** [Text] / I.Goncharova, D.Guichaoua, et al. // Spectrochim. Acta B At. Spectrosc. – 2024. – 217(50). – pp. 106943. <https://doi.org/10.1016/j.sab.2024.106943>.

16 **Zaynab M., R.Al-Yahyai, Ameen A., Sharif Y., Ali L., Fatima M., K.Ali Khan, Li Sh., Health and environmental effects of heavy metals** [Text] / M. Zaynab, R.Al-Yahyai, A. Ameen, et al. // Journal of King Saud University – Science. – 2022. – 34(1). – pp. 101653. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101653>.

17 **Manyepa P., Gani Kh.M., Seyam M., Banoo I., Genthe B., Kumari Sh., Bux F., Removal and risk assessment of emerging contaminants and heavy metals in a wastewater reuse process producing drinkable water for human consumption** [Text] / P. Manyepa, Kh.M. Gani, M. Seyam, et al. // Chemosphere. – 2024. – 361. – pp. 142396. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.142396>.

18 **Abdo N., Alhamid A., Abu-Dalo M., Graboski-Bauer A., Harahsheh M.A. Potential health risk assessment of mixtures of heavy metals in drinking water** [Text] / N.Abdo, A.Alhamid, M.Abu-Dalo, et al. // Groundwater for Sustainable Development. – 2024. – 25. – pp. 101147. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2024.101147>.

19 **Das B., Islam M.A., Tamim U., Ahmed F.T., Hossen M.B. Heavy metal analysis of water and sediments of the Kaptai Lake in Bangladesh: Contamination and concomitant health risk assessment** [Text] / B.Das, M.A.Islam, U.Tamim, et al. // Applied Radiation and Isotopes – 2024. – 210. – pp. 111358. <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2024.111358>.

20 **Mamikhin S., Bugubaeva A., Lipatov D., Manakhov D., Paramonova T., Stolbova V., SHcheglov A., CHashkov V. Reproduction of combined effects on ecological systems and their components in simulation models** [Text] / S.Mamikhin, A.Bugubaeva, D.Lipatov, et al. // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. – 2023. – 101(21). – pp. 6978- 6987.

21 **Bugubayeva A.U., Chashkov V.N., Kuanyshbayev S.B., Kupriyanov A.N., Mamikhin S.V., Zharlygasov Zh.A., Nugmanov A.B., Shcheglov A.V., Bulayev A.G., Paramonova T.A. Improving the level of water quality and plant species diversity in the reservoir accumulating natural effluents from the reclaimed uranium-containing industrial waste dump** [Text] / A.U.Bugubayeva, V.N.Chashkov, S.B.Kuanyshbayev, et al. // Brazilian Journal of Biology. – 2024. – 84. – pp. 282386. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.282386>.

REFERENCES:

1 **Kazakstan Respublikasynyn su kodeksi**. [Water Code of the Republic of Kazakhstan] Kazakstan Respublikasynyn 2003 zhylygy 9 shildedegi № 481 kodeksi. Available at: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1042116&pos=6;-106#pos=6;-106 (accessed 25 May 2024). (In Kazakh)

2 **Kazakstan Respublikasynyn ekologiya kodeksi.** [Environmental Code of the Republic of Kazakhstan] Kazakstan Respublikasynyn 2021 zhylygy 2 kantardagy № 400-VI KRZ Kodeksi. Available at: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/K2100000400> (accessed 25 May 2024). (In Kazakh)

3 **Kazakstan Respublikasynyn su resurstaryn baskaru zhyjesin damytudyn 2024 – 2030 zhyldarga arналған tyzhyrymdamasyn bekitu turaly.** [On approval of the concept for the development of the water resources management system of the Republic of Kazakhstan for 2024-2030] Kazakstan Respublikasy Ykimetinin 2024 zhylygy 5 akpandagy № 66 kaulysy. Available at: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2400000066> (accessed 25 May 2024). (In Kazakh)

4 **Rabochaya gruppya EEK OON po monitoringu i ocenke. Rukovodyashchie principy' monitoringa i ochenki transgranichny'h i mezhdu narodny'h ozer. ECE/ENHS/NONE/2004/20, GE.04-31774 (R) 081104 191104** [The UNECE Working Group on Monitoring and Assessment. . Guidelines for monitoring and assessment of transboundary and international lakes. ECE/ENHS/NONE/2004/20, GE.04-31774 (R) 081104 191104]. Dokument byl odobren na soveshchaniy Rabochej gruppy' EEK OON po monitoringu i ocenke, sostoyavshemysya v Vyayaksi, Finlyandiya, 5-8 sentyabrya 2001 goda, 2001, 235 p. (In Russian).

5 **Korshagan ortanyn zhaj-kyji turaly aj sahyngy aqparattyk byulleten', RMK «Kazgidromet»,** [Monthly information bulletin on the state of the environment, RSE "Kazhydromet"]. Available at: <https://www.kazhydromet.kz/ru/ecology/ezhemesyachnyy-informacionnyy-byulleten-o-sostoyanii-okruzhayushchey-sredy/2024> (accessed 25 May 2024). (In Kazakh)

6 **Su ob"ektilerinde su sapasyn zhikteudin biringaj zhyjesin bekitu turaly.** [On approval of a unified system for classifying water quality in water bodies] Kazakstan Respublikasynyn Auyl sharuashylygy ministrlygi Su resurstary komiteti toragasynyn 2016 zhylygy 9 karashadagy № 151 byjrygy. Available at: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V1600014513> (accessed 25 May 2024). (In Kazakh)

7 **Water Framework Directive.** Available at: [https://environment.ec.europa.eu/topics/water/water-framework-directive_en_\(accessed 25 May 2024\)](https://environment.ec.europa.eu/topics/water/water-framework-directive_en_(accessed 25 May 2024)).

8 **Auыз su zhane sharuashylyk-turmystyk sudy pajdalanu kauipsizdigi korsetkishterinin gigenalyk normativterin bekitu turaly** [On approval of hygienic standards for indicators of safety of drinking water and household water use]. Kazakstan Respublikasy Densaulyk saktau ministrinin 2022 zhylygy 24 karashadagy № KR DSM-138 bujrygy. Available at: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2200030713> (accessed 25 May 2024). (In Kazakh)

9 **Fondyk anyktamalar, RMK «Kazgidromet».** [Background definitions, RSE "Kazhydromet"]. Available at: https://www.kazhydromet.kz/ru/enquiry_2 (accessed 25 May 2024). (In Kazakh)

10 **2023 zhyldyn 1 zhartyzhyldyk «Kazakstan Respublikasy korshagan ortazhaj-kyji zhonindegi» akparattyk byulleteni** [Newsletter "on the state of the environment of the Republic of Kazakhstan" for the 1st half of 2023] Available at: <https://www.gov.kz/memleket/entities/ecogeo/documents/details/496433?lang=ru> (accessed 25 May 2024). (In Kazakh)

11 **Bajsholanova S.S. Agroklimaticheskie resursy' Kostanajskoj oblasti** [Agro-climatic resources of Kostanay region]. Astana, 2017, 139 p. (In Russian)

12 **Bekmuhambetova A.S., Salatova O.I. Izuchenie dinamiki himicheskogo sostava i organolepticheskikh svojstv vody' v Verhne-Tobol'skom vodohranilishche Kostanajskoj oblasti za 2013–2015 gody'** [The study of the dynamics of the chemical composition and organoleptic properties of water in the Verkhnetobolsky reservoir of Kostanay region in 2013-2015]. *Molodoj uchyonyj' (Rubrika: E'kologiya)*, 2016, no.6 (110), pp. 329-333. (In Russian)

13 **Bekmuhambetova A.S., Salatova O.I. Monitoring himicheskogo sostava vody' i ry'bny'h resursov Verhnetobol'skogo i Karatomarskogo vodohranilishch Kostanajskoj oblasti** [Monitoring of the chemical composition of water and fish resources of the Verkhnetobolsky and Karatomarsky reservoirs of the Kostanay region]. *Molodoj uchyonyj' (Rubrika: E'kologiya)*, 2016, no.8 (112), pp. 468-472. (In Russian)

14 **Amirgaliev N. A., Madibekov A. S., Mysakylkyzy A. et al. Ocenka kachestva vod ozer Kazahstana po gidrohimicheskim parametram** [Assessment of the water quality of Kazakhstan lakes by hydrochemical parameters]. *Gidrohimiya*, 2018, no.2, pp.77-85. (in Russian)

15 **Goncharova I., Guichaoua D., Taboukhat S. et al. Laser-induced breakdown spectroscopy application for heavy metals detection in water: A review.** *Spectrochim. Acta B At. Spectrosc.*, 2024, 217(50), pp. 106943. <https://doi.org/10.1016/j.sab.2024.106943>.

16 **Zaynab M., R.Al-Yahyai, Ameen A. et al. Health and environmental effects of heavy metals.** *Journal of King Saud University – Science*, 2022, 34(1), pp. 101653. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101653>.

17 **Manyepa P., Gani Kh.M., Seyam M. et al. Removal and risk assessment of emerging contaminants and heavy metals in a wastewater reuse process producing drinkable water for human consumption.** *Chemosphere*, 2024, 361, pp. 142396. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.142396>.

18 **Abdo N., Alhamid A., Abu-Dalo M., Graboski-Bauer A., Harahsheh M.A. Potential health risk assessment of mixtures of heavy metals in drinking water.** *Groundwater for Sustainable Development*, 2024, 25, pp. 101147. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2024.101147>.

19 Das B., Islam M.A., Tamim U., Ahmed F.T., Hossen M.B. Heavy metal analysis of water and sediments of the Kaptai Lake in Bangladesh: Contamination and concomitant health risk assessment. *Applied Radiation and Isotopes*, 2024, 210, pp. 111358. <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2024.111358>.

20 Mamikhin S., Bugubaeva A., Lipatov D. et al. Reproduction of combined effects on ecological systems and their components in simulation models. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 2023, 101(21), pp. 6978- 6987.

21 Bugubayeva A.U., Chashkov V.N., Kuanysbayev S.B. et al. Improving the level of water quality and plant species diversity in the reservoir accumulating natural effluents from the reclaimed uranium-containing industrial waste dump. *Brazilian Journal of Biology*, 2024, 84, pp. 282386. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.282386>.

Авторлар туралы мәліметтер:

Чашков Вадим Николаевич – химия магистрі, өңірлік «Smart-орталық» құрамындағы «LabNetWork» зертханалық кешенінің меңгерушісі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай, Абай даңғ, 28/1, тел.: +77773730369, e-mail: vadimnc@mail.ru.

Ысқақ Алия* – а.ш.ғ.к., қолданбалы биотехнологиялық ғылыми-зерттеу институтының директоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай, Абай даңғ, 28/1, тел.: +77479666571, e-mail: alia-almaz@mail.ru.

Дарибаева Севара Анварқызы – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, жаратылыстану-ғылыми пәндер кафедрасының оқытушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай, Абай даңғ, 28/1, тел.: +7702987598, e-mail: sevara.daribaeva@gmail.com.

Казбекова Карина Азаматовна – «7М01503 Химия» БББ педагогика ғылымдарының магистрі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай, Абай даңғ, 28/1, тел.: +77054662710, e-mail: karina09081999@gmail.com.

Чашков Вадим Николаевич – магистр химии, заведующий лабораторным комплексом «LabNetWork» регионального «Smart-центра», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: +77773730369, e-mail: vadimnc@mail.ru.

Ысқақ Алия* – к.с.-х.н., директор научно-исследовательского института прикладной биотехнологии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: +77479666571, e-mail: alia-almaz@mail.ru.

Дарибаева Севара Анварқызы – магистр естественных наук, преподаватель кафедры естественно-научных дисциплин, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: +7702987598, e-mail: sevara.daribaeva@gmail.com.

Казбекова Карина Азаматовна – магистр педагогических наук по ОП «7М01503 Химия», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: +77054662710, e-mail: karina09081999@gmail.com.

Chashkov Vadim Nikolayevich – Master of Chemistry, Head of the LabNetWork Laboratory Complex of the regional "Smart Center", Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Str., tel.: +77773730369, e-mail: vadimnc@mail.ru.

Yskak Aliya* – Candidate of Agricultural Sciences, Director of the Scientific Research Institute of Applied Biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Str., tel.: +77479666571, e-mail: alia-almaz@mail.ru.

Daribayeva Sevara Anvarkyzy – Master of Natural Sciences, Lecturer of the Department of natural sciences, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Str., tel.: +7702987598, e-mail: sevara.daribaeva@gmail.com.

Kazbekova Karina Azamatovna – Master of Pedagogical Sciences, "7M01503 Chemistry" educational program, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Str., tel.: +77074088064, e-mail: karina09081999@gmail.com.