

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 4, Number 442 (2020), 6 – 11

<https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.78>

UDC 502

**Y. Andasbayev¹, A. Idrissova¹, Zh. Kanagatov¹, Y. Tokpanov¹,
G. Kalshanova¹, S. Sanin², G. Issayeva³**

¹Zhetysu State University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Kazakhstan;

²Hacettepe University, Ankara, Turkey;

³AUES, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: erl872@mail.ru, kgk67@mail.ru, sanin@hacettepe.edu.tr, guka_issayeva@mail.ru

**RESEARCH ON THE QUALITY OF NATURAL WATER
OF ZHONGAR-ALATAU AND ALTYNEMEL NATIONAL NATURAL
PARKS OF THE ALMATY REGION, REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

Abstract. The relevance of this research is connected with strengthening of anthropogenic and technogenic impact of pollutants on the biosphere in the Republic of Kazakhstan and in the world. The greatest influence of ecotoxicity is experienced by the water environment, being the final reservoir of the most pollutants. Over the past 25-30 years, the structure of water use has changed, which is expressed in a sharp increase in the social component of water use. The share of household and drinking water supply increased from 11% in 1980 up to 28% in 2018. In this connection, there is a real problem of drinking water quality, which is determined by contamination of natural water, unsatisfactory water treatment at water supply stations, secondary pollution in spreading networks. The article presents the results of physico-chemical indicators of the quality of natural water and experimental studies in Zhongar-Alatau and Altyнемel National Natural Parks. Quality control of natural water was carried out by the basic laboratory of the Testing Center of Taldykorgan branch of Joint Stock Company “National Center of Expertise and Certification”. The laboratory was certified by the State Standard of the Republic of Kazakhstan for the right to carry out analyses of water sources and drinking water in all respects according to state standards. Experimental conditions: air temperature - 20°C, relative humidity - 71%.

Key words: comparative analysis, monitoring, groundwater, water quality, national parks.

Introduction. The geological-structural and climatic conditions of the territory of Zhongar-Alatau National Natural Park (hereinafter, NNP) promote formation and spread fissure and fissure-veined type underground water in Palaeozoic strata sediments, pore and pore-layers type in Meso-Cenozoic sediments. Waters are joined with various aquifers and complexes.

The water-bearing complex of Paleozoic effusive-sedimentary deposits is associated with effusive rocks, tuffs, conglomerates, less often with sandstones and limestones.

Good exposure and fissure of rocks with a significant amount of precipitation, presence of snowfields and glaciers favor formation of fresh groundwater. The capacity of the most flooded fissure zone is 100-150 m, underground water depth is up to 5 m in the valleys of thalwegs, up to 100 m on the slopes and watersheds. Fissured water obtains the main nourishment in the spring from melting snow and during autumn-summer rains.

Water-inflow feature of Paleozoic rocks naturally increases from the root of mountains to its peaks and from higher mountain massifs to low mountain spurs. Discharge of the most wellsprings in effusive and metamorphic rocks varies from 0.5 to 2 l/s, in granites, conglomerates, sandstones it is 2-3 l/s. Areas of tectonic disturbances are especially watery, where the discharge of wellsprings reaches 5-10 l/s.

The water-bearing complex of Pre-Paleozoic and Paleozoic metamorphosed rocks is connected with fissured gneisses, shales, sandstones, siltstones, conglomerates and it is developed in upstreams of the Aksu, Lepsi rivers.

The depth is 50-60 m, water-inflow is different and depends on nourishment conditions, location, lithological composition and fissuring degree.

Wellsprings joined to the fissured zone have a discharge from 0.5 to 10 l/s. Water is fresh, mainly contains bicarbonate calcium.

A groundwater regime is closely related to climatic factors. In the late spring and summer, due to intensive snow melting, the discharges of wellsprings increase and reach a maximum value, whereas in winter they decrease reaching a minimum value.

Intermountain areas, located among the mountain ranges, are characterized by a great variety of shapes, sizes, altitude position, geological structure, and conditions of underground run-off. The capacity of sediments in basins varies from ten to several hundred meters. Their geological structure is different. Large basins are made of Neogene-Quaternary sediments, smaller ones (Pokatilovskaya, Kolpakovskaya basins) only of Quaternary sediments.

The groundwater depth in Quaternary sediments predominantly of gravel and pebble composition varies from 80 m near the mountains up to 1-2 m in the valleys of the basal rivers. The direction of groundwater flow, as a rule, coincides with the slope of the surface and goes out from the outskirts to the centres of basins, in river valleys along their stream flow.

The aquifer of the Upper Quaternary-Modern alluvial sediments widespreads in the valleys of the Baskan, Lepsi, Tentek rivers, it is joined to the sediments of flood plains and first above-floodplain terraces. The lithological composition of the water-bearing strata is various, ranges from boulder and pebble in the upstream of rivers, to sandy, sandy-loamy and loamy in the lower reaches.

The underground water lays at a depth of 0.8-8.0 m. Mineralization varies from 0.1 to 1.4 g/l, composition is calcium carbonate and magnesium, and transferring to plains the composition changes to sulphate-hydrocarbonate calcium-sodium.

In the river valleys, underground water is closely connected with surface water. They feed on river water, atmospheric precipitation and, to a lesser extent, flowing from the mountains. Water-inflow of rocks is high, specific discharges of boreholes at least 1-2 l/s, wellsprings discharges - 2-3 l/s. Water is predominantly fresh hydrocarbonate calcium and calcium-sodium, sometimes magnesium. Regime is unstable. Fluctuations of underground water level are closely related to changes in water discharge in rivers and depend on precipitation. Maximum discharges of wellsprings are observed in spring, Minimum - in January and February.

Depending on the nourishment conditions in different landscapes and climatic zones, a composition and mineralization of underground water changes. In general, fresh water is predominant in the territory of the Zhongar-Alatau NNP, among which are ultra-fresh, slightly mineralized and relatively high mineralized.

Ultra-fresh water (with mineralization up to 0.1 g/l) is common in the fissured Paleozoic sedimentary and igneous rocks of the nival and partly meadow belts.

Composition of water is calcium bicarbonate, less often the chloride-hydrocarbonate, sulphate-hydrocarbonate sodium-calcium. With the decrease in the altitude, mineralization increases, the composition becomes predominantly hydrocarbonate, chloride-hydrocarbonate sodium or magnesium-calcium.

Weakly-mineralized (with mineralization of 0.2-0.5 g/l) fresh water is formed in meadow-forest, forest-steppe and partly steppe landscapes, mainly in the midlands. The water is joined to fissured Paleozoic rocks which expose on peaks and slopes of mountain massifs, as well as to loose sediments that form intermontane basins. The composition of water is calcium bicarbonate with a small amount of sulphates and chlorides.

Fresh underground water with mineralization from 0.5 g/l to 1 g/l is formed within the lower part of the middle altitude, in the steppe belt.

The composition of water is calcium bicarbonate, often sulphate-hydrocarbonate sodium-calcium and hydrocarbonate-sulphate calcium-sodium.

In the low mountain area, brackish water with different degrees of mineralization (from 1g/l to 5 g/l) prevails in certain areas.

Review of scientific literature. In the territory of Zhongar-Alatau NNP underground water with mineralization of 3-5 g/l is joined to saline Neogene sediments. Brackish water both pore and fissured, have a hydrocarbonate-sulfate calcium-sodium or calcium-magnesium-sodium composition [1].

According to the Research Contract of February 4, 2018, under the budget program 055 “Scientific and (or) scientific and technical activities, sub-program 101” on the theme “Comparative analysis and monitoring of air pollution, soil, water in anthropogenically disturbed buffer zone in a protected regime of Zhongar-Alatau, Altynemel National Natural Parks” in these specially protected natural areas, experimental studies were carried out to determine the quality of natural water.

The purpose of the research was to determine the quality and level of pollution of water in Zhongar-Alatau and Altynemel NNP.

The following tasks were solved as a part of researches:

- defining physicochemical indicators of the quality of natural water;
- analysis the pollution level of studied water.

Quality control of natural water was carried out by the basic laboratory of the Testing Center of Taldykorgan branch of Joint Stock Company “National Center of Expertise and Certification”. The laboratory was certified by the State Standard of the Republic of Kazakhstan for the right to carry out analyzes of water sources and drinking water in all respects according to state standards [2-6]. Experimental conditions: air temperature - 20°C, relative humidity - 71%.

Discussion. In Zhongar-Alatau NNP, the researches to define water quality were carried out on April 11, 2018.

Water samples were taken from the rivers Sarkan and Lepsi. The results of the researches are presented in table 1.

According to the results of the research, natural water meets the regulatory requirements of GOST according to the above quality indicators.

The territory of Altynemel National Natural Park (hereinafter, NNP) is a part of Ili semi-desert zone on of Ili-Balkhash-Alakol desert basin. According to hydrogeological zoning in the studied region, the basins of the underground water of the Altyn-Emel, Koyandytau ranges in the north and the Katutau, Atyzhek, Koktas ranges in the east and in the south are allocated, between which there is a small intermountain Basshiy-Konurolen underground water basin opened to the south towards Kopa-Ili artesian basin of the first order.

The south-eastern part of the territory to the south of Katutau mountains is the northern side of the Zharkent artesian basin of the second order [7].

Underground water is non-artesian, in some places sub-artesian. The greatest underground water lay depth (65-100 m) is typical for the nourishment zone in the foothills. In the central part of the basin the water level approaches the surface, the underground water of the water complex is unloaded in the form of wellsprings.

Table 1 – Results of experiments of defining water quality in Zhongar-Alatau NNP

№	Item	Standard indicator	Sarkan river	Lepsi river
1	Hardness, mmol/dm ³	no more than 7	2,1	4,1
2	Alkalinity, mmol/dm ³	0,5-6,5	2,3	3,6
3	Calcium, mg/dm ³	25-130	17	23
4	Magnesium, mg/dm ³	5-65	2,4	10,8
5	Hydrogen index, units, pH	6-9	7,71	7,87
6	Total mineralization (dry residue), mg/dm ³	no more than 1000	100	150
7	Permanganate oxydizability, mg/dm ³	no more than 5	1,26	1,72
8	Iron (total), mg/dm ³	no more than 0,3	not detected	0,3
9	Sulfates, mg/dm ³	no more than 500	40,31	40,1
10	Chlorides, mg/dm ³	no more than 350	44,3	49
11	Hydrocarbonates, mg/dm ³	30-400	140,3	219,6

The water-inflow of the complexes is high. Discharges of wells vary from 30 to 107.1 l/s, with decreases of 0.6-1.5 m, respectively. The average wells discharge is 60 l/s. The specific discharge rates in the Konurolen block are 1.23-5.14 l/s·m, on the average 4.0-5.0 l/s·m. In the transitional zone between blocks, the specific discharge rates are reduced to 0.2-1.0 l/s·m. In the Basshi block the specific discharge rates of wells are 0.1-7.14 l/s·m.

In Altynemel NNP, the researches were carried out to define the quality of underground water on April 29, 2018. Water samples were taken at Mynbulak cordon and in Basshi village, where Altynemel NPP's office is located

Results, shown in table 2, were obtained during the tests.

Table 2 – Results of the researches on defining water quality in Altynemel NNP

№	Item	Standard indicator	Mynbulak cordon	Basshi village
1	Hardness, mmol/dm ³	7 at most	2,4	2,3
2	Alkalinity, mmol/dm ³	0,5-6,5	2,1	1,9
3	Calcium, mg/dm ³	25-130	18	18
4	Magnesium, mg/dm ³	5-65	3,6	3
5	Hydrogen index, units, pH	6-9	7	7
6	Total mineralization (dry residue), mg/dm ³	no more than 1000	200	120
7	Permanganate oxydizability, mg/dm ³	no more than 5	0,64	0,48
8	Iron (total), mg/dm ³	no more than 0,3	0,05	0,3
9	Sulfates, mg/dm ³	no more than 500	49,1	17,9
10	Chlorides, mg/dm ³	no more than 350	24,5	21
11	Hydrocarbonates, mg/dm ³	30-400	126	102

Conclusion. According to the data of Table 2, the following conclusion can be drawn: according to the basic physicochemical indicators of quality, natural water meets the requirements of COST.

Thus, in Zhongar-Alatau and Altynemel National Nature Parks in April 2018, the researches were carried out to determine the quality of natural water, laboratory tests confirmed compliance with the normative requirements for the natural water quality of the Sarkan and Lepsi rivers, water at Mynbulak cordon and in Basshi village.

Е. Андасбаев¹, А. Идрисова¹, Ж. Канагатов¹, Е. Токпанов¹, Ғ. Калжанова¹, С. Санин², Ғ. Исаева³

¹ Жансүгіров ағындағы Жетісу мемлекеттік университеті, Талдықорған, Қазақстан;

² Хаджетеппе университеті, Анкара, Түркия;

³ АУЭС, Алматы, Қазақстан

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНДАҒЫ ЖОҢҒАР-АЛАТАУ ЖӘНЕ АЛТЫНЕМЕЛ ҰЛТТЫҚ ТАБИҒИ ПАРКТЕРІНДЕГІ СУ КӨЗДЕРІНІҢ КҮЙІН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Зерттеудің өзектілігі Қазақстан Республикасы мен дүниежүзінде антропогендік және техногендік ластайтын заттардың биосфераға тигізетін әсерінің күшеюіне байланысты. Көптеген ластаушы заттардың соңғы нәтижесі болып саналатын экотоксикологиялық әсерге сулы орта біршама көп ұшырайды. Соңғы 25-30 жылда суды пайдалану құрылымы біршама өзгеріске ұшырағандықтан, оның әлеуметтік құрамдас бөлігі жедел дамыды. Шаруашылық және ауызсумен қамтамасыз етудің үлесі 1980 жылғы 11%-дан 2018 жылы 28%-ға дейін артты. Табиғи судың ластануына байланысты су құбыры бекеттерінде тазалаудың қазіргі талаптарды қанағаттандырмауына, бөлу тораптарында екінші рет ластануына байланысты ауызсудың сапасы шынайы өзекті мәселеге айналууда. Мақалада Жоңғар-Алатау және Алтынемел ұлттық табиғи парктеріндегі табиғи су сапасының физика-химиялық көрсеткіштерінің нәтижелері және тәжірибелі-эксперименталды зерттеулер берілген. Судың сапасын бақылау «Ұлттық экспертиза және сертификация орталық» акционерлік қоғамының базалық зерттеу зертханасында жасалды. Зертхана мемлекеттік стандарттарға сәйкес барлық көрсеткіштер бойынша су көзінің талдамасын алуға құқығы бар Қазақстан Республикасының мемлекеттік аттестатау комиссиясы сертификаттаған. Зерттеу жүргізу шарттары: температура 20°C, салыстырмалы ылғалдылық 71 %.

«Жоңғар-Алатау» ұлттық табиғи паркі (бұдан әрі – ҰТП) аумағының геологиялық-құрылымдық және климаттық жағдайлары мезо-кайнозой шөгінділерінде палеозой қабаттары, поролық және поролық-қабаттық шөгінділерде жерасты суларының жарық және жарық-прожилкалық түрінің қалыптасуына және таралуына ықпал етеді. Су түрлі сулы деңгей және кешендермен қосылады.

Палеозойды эффузивті-шөгінді шөгінділердің сулы кешені эффузивті жыныс, туф, конгломерат, сирек құм және эктастармен байланысты.

Жақсы экспозиция және көп мөлшерде жауын-шашын түсетін тау жыныстарының жарылуы, қар алқаптары мен мұздықтардың болуы жерасты тұщы суының пайда болуына қолайлы. Жарықшақтардың су басқан аймағының қуаты 100-150 м, жерасты суларының тереңдігі – тальвег алқаптарында 5 м, беткей мен су бөліністерінде 100 м дейінгі мөлшерді құрайды. Жарылған су көктемде қардың еруінен және күзгі-жазғы жаңбыр кезінде негізгі тамақты алады.

Палеозой жыныстарының сулы-ағындық сипаттамасы тау түбінен шыңына және биік тау массивтерінен төмен тау сілемдеріне дейін заңды түрде ұлғаяды. Эффузивті және метаморфикалық жыныстардағы бұлақтардың көпшілігінің шығыны 0,5-тен 2 л/с, гранит, конгломерат, құмтастарда 2-3 л/с құрайды.

Палеозой және палеозой метаморфизденген жыныстардың сулы кешені жарылған гнейстер, тактатас, құмтас, алевролит және конгломераттарға байланысты және Ақсу, Лепсі өзендерінің жоғарғы жағында дамиды.

Жатып қалу тереңдігі 50-60 м құрайды, су ағыны түрлі тамақтану, орналасу жағдайына, литологиялық құрамына және жарылу дәрежесіне байланысты. Жарылған аймаққа жанасатын ұңғымалар 0,5-тен 10 л/с-ға дейін шығынға әкеледі.

Жерасты суларының режимі климаттық факторларға тығыз байланысты. Көктем соңында және жазда қар жылдам еритіндіктен ұңғыма көздерінің төгілісі ұлғаяды және ең жоғарғы мәнге, ал қыста азайып, ең төменгі мәнге жетеді.

Тау жоталарының арасында орналасқан тауаралық аудандар нысан, өлшем, биікте орналасуы, геологиялық құрылымы мен жерасты ағын жағдайларының алуан түрлілігі арқылы сипатталады. Бассейндердегі шөгінділердің қуаты оннан бірнеше жүз метрге дейін ауытқиды. Олардың геологиялық құрылымы әртүрлі. Ірі бассейндер неоген-төрттік шөгінділерден, ал ұсақтауы (Покатиловка, Колпаковка шұңқырлары) тек төрттік шөгінділерден тұрады.

Жерасты суларының төрттік шөгіндіде орналасу тереңдігі негізінен гравиялық-галалық құрамның тауга жақын 80 м-ден базалды өзендер алқабында 1-2 м-ге дейін ауытқиды. Жерасты сулар ағынының бағыты, әдетте, үстіңгі қабаттың еңістігімен сәйкес келеді және шетінен бассейндердің орталықтарына, олардың арналық ағысы бойындағы өзен алқаптарына шығады.

Түйін сөздер: салыстырмалы талдау, мониторинг, жерасты сулары, су сапасы, ұлттық парктер.

Е. Андасбаев¹, А. Идрисова¹, Ж. Канагатов¹, Е. Токпанов¹, Г. Калжанова¹, С. Санин², Г. Исаева³

¹Жетысуский государственный университет им. Ильяса Жансугурова, Талдықорған, Қазақстан;

²Университет Хаджетеппе, Анкара, Түркия;

³АУЭС, Алматы, Қазақстан

ИЗУЧЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ВОДОИСТОЧНИКОВ ЖОНГАР-АЛАТАУСКОГО И АЛТЫНЕМЕЛЬСКОГО НАЦИОНАЛЬНЫХ ПРИРОДНЫХ ПАРКОВ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Аннотация. Актуальность настоящего исследования связана с усилением антропогенного и техногенного влияния загрязняющих веществ на биосферу в Республике Казахстана и в мире. Наибольшее влияние экотоксичности испытывает водная среда, являясь конечным резервуаром большинства загрязняющих веществ. За последние 25-30 лет изменилась структура использования воды, что выразилось в резком увеличении социальной составляющей водопользования. Доля хозяйственно-питьевого водоснабжения выросла с 11% в 1980 г. до 28% в 2018 г. В связи с этим реально существует проблема качества питьевой воды, определяемая загрязнением природной воды, неудовлетворительной очисткой ее на водопроводных станциях, вторичным загрязнением в разводящих сетях. В статье даны результаты физико-химических показателей качества природной воды и опытно-экспериментальные исследования в Жонгар-Алатауском и Алтынемельском национальных природных парках. Контроль качества воды осуществлялся базовой лабораторией испытательного центра акционерного общества «Национальный центр экспертизы и сертификации». Лаборатория аттестована государственной комиссией Республики Казахстан на право проведения анализов воды источников по всем показателям согласно государственным стандартам. Условия проведения испытаний: температура 20 °С, относительная влажность 71 %.

Геолого-структурные и климатические условия территории национального природного парка "Жонгар-Алатау" (далее-НПП) способствуют формированию и распространению трещинного и трещинно-прожилкового типа подземных вод в отложениях палеозойских толщ, порового и порово-слоевого типа в мезо-кайнозойских отложениях. Воды соединяются с различными водоносными горизонтами и комплексами.

Водоносный комплекс палеозойских эффузивно-осадочных отложений связан с эффузивными породами, туфами, конгломератами, реже с песчаниками и известняками.

Хорошая экспозиция и трещиноватость горных пород со значительным количеством осадков, наличие снежных полей и ледников благоприятствуют образованию пресных подземных вод. Мощность наиболее затопленной зоны трещин составляет 100-150 м, глубина подземных вод - до 5 м в долинах тальвегов, до 100 м на склонах и водоразделах. Трещиноватая вода получает основное питание весной от таяния снега и во время осенне-летних дождей.

Водно-приточная характеристика палеозойских пород закономерно возрастает от корня горы к ее вершинам и от более высоких горных массивов к низким горным отрогам. Расход большинства родников в эффузивных и метаморфических породах колеблется от 0,5 до 2 л/с, в гранитах, конгломератах, песчаниках он составляет 2-3 л/с. участки тектонических нарушений особенно обводнены, где расход родников достигает 5-10 л / с.

Водоносный комплекс допалеозойских и палеозойских метаморфизованных пород связан с трещиноватыми гнейсами, сланцами, песчаниками, алевролитами, конгломератами и развивается в верховьях рек Аксу, Лепси.

Глубина залегания составляет 50-60 м, приток воды разный и зависит от условий питания, расположения, литологического состава и степени трещиноватости.

Скважины, примыкающие к трещиноватой зоне, имеют расход от 0,5 до 10 л/с. вода пресная, в основном содержит бикарбонат кальция.

Режим подземных вод тесно связан с климатическими факторами. В конце весны и летом из-за интенсивного таяния снега сбросы скважинных источников увеличиваются и достигают максимального значения, тогда как зимой они уменьшаются, достигая минимального значения.

Межгорные районы, расположенные среди горных хребтов, характеризуются большим разнообразием форм, размеров, высотного положения, геологического строения и условий подземного стока. Мощность отложений в бассейнах колеблется от десяти до нескольких сотен метров. Их геологическое строение отличается. Крупные бассейны состоят из неоген-четвертичных отложений, более мелкие (Покатиловская, Колпаковская котловины) – только из четвертичных отложений.

Глубина залегания грунтовых вод в четвертичных отложениях преимущественно гравийно-галечного состава колеблется от 80 м вблизи гор до 1-2 м в долинах базальных рек. Направление стока грунтовых вод, как правило, совпадает с уклоном поверхности и выходит от окраин к центрам бассейнов, в речные долины вдоль их руслового течения.

Ключевые слова: сравнительный анализ, мониторинг, подземные воды, качество воды, национальные парки.

Information about authors:

Andasbayev Yerlan, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Zhetysu State University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Kazakhstan; erl872@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2766-593X>

Idrissova Aigul, Zhetysu State University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Kazakhstan.

Kanagatov Zhambyl, Zhetysu State University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Kazakhstan; <https://orcid.org/0000-0003-3587-7737>

Tokpanov Yerkin, Zhetysu State University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Kazakhstan; <https://orcid.org/0000-0002-2029-5278>

Kalshanova Gulmira, PhD, Professors of the Zhetysu State University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Kazakhstan;

Selim Sanin, PhD, Professors of the Hacettepe University, Ankara, Turkey; sanin@hacettepe.edu.tr

Issayeva Gulnar, PhD, Professor; AUES, Almaty, Kazakhstan; guka_issaeva@mail.ru

REFERENCES

- [1] GOST 4151-72 Drinking water. Total hardness determination technique (in Russ.).
- [2] GOST 26449.1-85 Stationary distillation desalination units. Methods of saline water chemical analysis (in Russ.).
- [3] GOST 18164-72 Drinking water. Dry residue content determination technique (in Russ.).
- [4] GOST 4389-72 Drinking water. Sulfate content determination technique (in Russ.).
- [5] GOST 4245-72 Drinking water. Chloride content determination technique (in Russ.).
- [6] Andasbayev Y., Kanagatov Sh., Tokpanov Y. Ecological state of the components of the biosphere of Almaty region. (Textbook) Taldykorgan: Publishing house "Altyn baspa", 2014. 226 p.
- [7] Malkovsky I., Toleubayeva L. Water safety of the Republic of Kazakhstan: problems and decisions // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. Vol. 1, N 415 (2016). P. 57-67. <https://doi.org/10.32014/2018.2518-170X> ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print)