

А.С. Мадибеков* , Л.Т. Исмуханова , А. Мұсақұлқызы ,
А.Ө. Жәди , Б.М. Султанбекова , Р.А. Кулбекова 

«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Қазақстан, Алматы қ.

*e-mail: madibekov@mail.ru

ІЛЕ ӨЗЕНІ АТЫРАУЫ АУМАҒЫНЫҢ ҚАР ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ НЕГІЗГІ ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІ

Бұл жұмыста алғаш рет Іле өзені атырауының аумағы үшін олардың химиялық құрамы негізінде қар жамылғысының параметрлеріне физика-химиялық баға берілді. Қар жамылғысының физикалық-химиялық қасиеттерінің түсу сәтінен бастап, ауа температурасының, ылғалдылықтың, өзіндік салмағының, желдің, күн радиациясының, сондай-ақ техногендік әсерден үнемі өзгеріп отырады. Қар жамылғысында ластаушы заттардың жиналуына гидрометеорологиялық жағдайлар мен орографиялық орналасу ерекшеліктері маңызды рөл атқарады. Химиялық талдаулар келесі параметрлерге жүргізілді: рН, перманганаттың тотығуы бойынша органикалық заттар, қалқыма заттар және минерализация. Қар жамылғысының физика-химиялық параметрлерін бағалаудың алдын ала нәтижелері бойынша, орталық белдеудегі қар жамылғысы қатты бөлшектер мен минерализацияның максималды құрамымен сипатталатын кейбір ластанулары анықталды.

Қар жамылғысының қышқылдығы (рН) 6,1-ден 8,0-ге дейін, ал аумақ бойынша орташа 6,9 (бейтарап) болды. Қардағы қалқыма заттардың мөлшері 12-ден 80 мг/дм³-ге дейін, ал органикалық заттар 1,60-тан 11,52 мг/дм³-ге дейін өзгерді. Қар жамылғысының минералдануының мәні 135-731 мг/дм³ аралығында болды. Қарастырылған параметрлердің жоғары мәндері 25 нүктеге тән болды, яғни Іле өзенінің атырауы аумағының орталық бөлігі. Жоғары мәндер қатты бөлшектердің максималды құрамымен және қар жамылғысының минералдануымен сипатталатын атмосфераның ластануына байланысты, бұл суық мезгілде жинақталған ластаушы заттардың деңгейі туралы түсінік береді.

Түйін сөздер: қар жамылғысы, қышқылдығы, қалқыма заттары, органикалық заттар, ионды-тұзды құрамы, минерализация, ластану.

A. Madibekov*, L. Ismukhanova, A. Mussakulkyzy,
A. Zhadi, B. Sultanbekova, R. Kulbekova

JSC «Institute of Geography and water Security», Kazakhstan, Almaty,

*e-mail: madibekov@mail.ru

Basic physical and chemical parameters of snow cover the territory of the Ile river delta

In this work, for the first time, a physicochemical assessment of the parameters of snow cover based on their chemical composition for the territory of the Ile River delta is given. The physicochemical properties of the snow cover from the moment of its occurrence under the influence of air temperature, humidity, own weight, wind, solar radiation, as well as technogenic impact are constantly changing. Hydro-meteorological conditions and orographic features of the location play a significant role, contributing to the accumulation of pollutants in the snow cover. Chemical analyzes were performed for the following parameters: pH, organic substances by permanganate oxidizability, suspended matter and mineralization. According to the preliminary results of the assessment of the physicochemical parameters of the snow cover, some pollution was found in the central zone, which are characterized by the maximum content of solid particles and the mineralization of the snow cover.

The acidity (pH) of the snow cover ranged from 6.1 to 8.0, and the average for the territory was 6.9 (neutral). The content of suspended solids in the snow varied from 12 to 80 mg/dm³, and organic matter from 1.60 to 11.52 mg/dm³. The values of the mineralization of the snow cover were in the range of 135-731 mg/dm³. High values of the considered parameters were typical for point 25, i.e. the central part of the territory of the Ile river delta. The high values are due to air pollution, characterized by the maximum content of solid particles and the mineralization of the snow cover, which gives an idea of the level of pollutants accumulated during the cold period.

Key words: snow cover, acidity, suspended matter, organic matter, ion-salt composition, mineralization, pollution.

А.С. Мадиеков*, А.Т. Исмуханова, А. Мұсақұлқызы,
А.Ө. Жәди, Б.М. Сұлтанбекова, Р.А. Құлбекова
АО «Институт географии и водной безопасности», Казахстан, г. Алматы,
*e-mail: madibekov@mail.ru

Основные физико-химические параметры снежного покрова территории дельты реки Иле

В данной работе впервые дана физико-химическая оценка параметров снежного покрова на основе их химического состава для территории дельты реки Иле. Физико-химические свойства снежного покрова с момента его залегания под влиянием температуры воздуха, влажности, собственного веса, ветра, солнечной радиации, а также техногенного воздействия непрерывно меняются. Значительную роль играют гидрометеорологические условия и орографические особенности местоположения, которые способствуют накоплению загрязняющих веществ в снежном покрове. Химические анализы выполнены на следующие параметры: pH, органические вещества по перманганатной окисляемости, взвешенные вещества и минерализация. По предварительным результатам оценки физико-химических параметров снежного покрова обнаружены некоторые загрязнения в центральной зоне, которые характеризуются максимальным содержанием твердых частиц и минерализацией снежного покрова.

Кислотность (pH) снежного покрова была в пределах от 6,1 до 8,0, а в среднем по территории 6,9 (нейтральные). Содержание взвешенных веществ в снежном покрове варьировало от 12 до 80 мг/дм³, а органических веществ – от 1,60 до 11,52 мг/дм³. Значения минерализации снежного покрова находились в интервале 135–731 мг/дм³. Высокие значения рассматриваемых параметров были характерны для точки 25, т.е. центральной части дельты реки Иле. Высокие значения обусловлены загрязнением атмосферы воздуха, характеризующимся максимальным содержанием твердых частиц и минерализации снежного покрова, что дает представление о накопленном за холодный период уровне загрязняющих веществ.

Ключевые слова: снежный покров, кислотность, взвешенные вещества, органические вещества, ионно-солевой состав, минерализация, загрязнение.

Кіріспе

Сорбциялық қабілеті жоғары қар жамылғысы тек атмосфералық жауын-шашынның ғана емес, сонымен бірге атмосфералық ауаның техногендік ластануын, сондай-ақ су мен топырақтың кейінгі ластануын анықтайтын ақпараттандырылған нысан болып табылады. Еуропа елдерінде қар жамылғысы бірнеше ондаған жылдар бойы атмосфераға ластаушы заттардың шөгуінің индикаторы ретінде қолданылып келді (Engelhard C., 2007: 286; Kozłowski R., 2012: 71; Siudek P., 2015:225; Stachnik Ł., 2010: 389).

Қарда болатын геохимиялық ауытқулар атмосфераның экологиялық жағдайын, жер бетінде болып жатқан өзгерістердің динамикасына табиғи, табиғи-антропогендік және антропогендік әсерін көрсетеді. Қар белгілі бір кезеңдегі антропогендік ластану аймағын көрсете отырып, күшті антропогендік жүктемесі бар аумақтың ауа бассейндерінің ластануын бағалау кезінде жанама әдіс ретінде қызмет етіп, техногендік ауытқулар процестерін бағалауға мүмкіндік береді (Rybalko A., 2018: 135; Трофимов В.Т., 2006: 718).

Әдеби дереккөздерде (Махонько Э.П., 1976: 109; Мадиеков А.С., 2017: 295; Nawrot A.P.,

2016: 1; Феленберг Г., 1997), авторлар желдің жылдамдығы, атмосфералық ауаның ылғалдылығы және т.б. сияқты климаттық факторлардың әсерінен токсиканттардың ылғалды және құрғақ жауын-шашынының нәтижелерінде қар жамылғысының ластануы пайда болатыны айтылған. Негізгі фактор қар бөлшектерінің мөлшері және олардың көтерілу биіктігі. Әсіресе қардың үлкен мөлшердегі бөлшектері әдетте, алғашқы сағаттарда немесе бір тәулік жауады, бірақ олардың мөлшеріне қарамастан, егер олар жеткілікті биіктікте болса, алыс қашықтыққа тасымалдануы мүмкін.

Осылайша, қардың химиялық құрамын зерттеу табиғи ортаның ластануына әкелетін адамның іс-әрекетіне байланысты қажет болады. Атмосфералық жауын-шашынның химиялық құрамын, оның ішінде шетелде қар жамылғысын зерттеу саласындағы маңызды жұмыстар жасалды (Sherrell R.M., 2000: 1002; Salo H., 2016: 128; Pilecka J., 2017: 173), олар жауын-шашынның химиялық құрамының ролін зерттейді және табиғи ортаның ластану деңгейлері туралы жалпы түсінік береді. Қалқыма бөлшектер мен токсиканттардың концентрациясы жаңадан жауған қарға қарағанда, біраз уақыт жатқан қарда әлдеқайда жоғары екенін атап өткен жөн.

Демек, қар бұл техногендік әсер ету нәтижесінде ластаушы заттардың табиғи қоймасы деп айтуға болады, өйткені улы заттар атмосфералық ауаға қарағанда қарда көп жиналады. Сонымен қатар, қардың химиялық құрамын зерттеу ластаушы заттардың кеңістіктік таралуын және зерттеу үшін кең аумақты ластау қарқындылығын бағалауға мүмкіндік береді.

Тақырыпты таңдауды дәйектеу және мақсаты мен міндеттері

Іле өзені атырауының аумағы – Орталық Азиядағы ең ірі табиғи ішкі атырау, оның жалпы ауданы 20 мың км²-ге жетеді, оның қазіргі атырауы шамамен 8 мың км² алып жатыр, қалғаны – бірнеше арналардан – бақанастан құралған ежелгі атырау. Атырау аумағы Рамсар конвенциясының халықаралық маңызы бар сулы-батпақты жерлер тізіміне енгізілген. 2018 жылы Үкіметтің қаулысына сәйкес Іле өзенінің атырауы аумағында Іле-Балқаш мемлекеттік табиғи қорығы («Іле-Балқаш» МТР) құрылды және қорық режимі енгізілгеннен кейін экологиялық реставрациясы бойынша баламасы жоқ бірегей нысан болып табылады (Государственный природный резерват «Іле-Балхаш», 2018).

Зерттеу нысаны – Іле өзенінің атырауы мен Іле-Балқаш МТР аумағы Алматы облысы, Балқаш ауданында Балқаш көлінің оңтүстік-шығыс бөлігінде орналасқан. Өзен атырауының зерттелетін аумағы шамамен 25177,62 км² құрайды, оның ішінде резерваттың ауданы 4151,642 км² құрайды, ол екі учаскеден тұрады – «Прибалкашский» (ауданы 3562,962 км²) және «Іле өзенінің атырауы» (ауданы 588,68 км²) (Современное экологическое состояние... / Под ред. Т.К. Кудекова, 2002: 388).

Өзінің ерекше байлығы мен әлеуетімен бұл аймақ көптеген әлеуметтік, экономикалық және экологиялық проблемаларды бастан кешіреді, өзгермелі және антропогендік әсерге өте осал (Королева Е.Г., 2019: 61). Проблемалар кешенінің ішінде Балқаш металлургия комбинатының зиянды шығарындылары ерекше орын алады, шығарындылардың ұлғаюына байланысты атырау аумағының ластануы да өсті, өйткені жоғарыда аталған кәсіпорындардан атмосфераға түсетін ластаушы заттар алыс қашықтықтарға таралады.

Әлемдік шөлейттену және деградациялану (Сырдария, Амудария, Шу өзендерінің атыраулары және т.б.) аясында қазіргі Іле өзенінің атырауының аумағы Орта Азиядағы жалғыз

сақталған өзен атырауы болып табылады. Бірақ, зерттелетін аймақтың экожүйесіне техногендік қысым жағдайында табиғатқа антропогендік әсер ету туралы объективті ақпарат қажет.

Осыған байланысты атмосфераның химиялық құрамын көрсететін, табиғи және ластаушы компоненттерді қамтитын атмосфералық жауын-шашынның химиялық құрамын зерттеуді ауа сапасының индикаторы ретінде пайдалануға болады. Атмосфералық ауаның ластануын бақылау кезінде табиғи планшеттер деп аталады, олар техногендік ластанудың тұндыру ортасы ретінде қар жамылғысын қарастырады (Engelhard C., 2007: 286; Dong Zh., 2017: 1140; Kozłowski R., 2012: 71; Baysal A., 2017: 275) және топыраққа түсетін жаңбырдан айырмашылығы, қар топырақ бетінде ұзақ уақыт сақталады, осылайша бір жылдың қарлы кезеңінде барлық атмосфералық жауын-шашынды қамтиды.

Іле өзені атырауының және резерваттың аумағындағы қардың химиялық құрамы сипаттамаларының сандық және сапалық көрсеткіштерін зерттеу алғаш рет зерттелуде. Қазіргі уақытта ластаушы заттардың жинақталуы атмосфералық ауаның ластануының интегралды көрсеткіштерінің бірі болып саналады, ал қардың химиялық құрамы бойынша ластағыштардың миграциялық бағыты мен құрамын анықтауға болады. Осы тұрғыдан алғанда, қар жамылғысы ретінде жинақтаушы орталар атмосфералық-техногендік ластануды мониторингілеу үшін басым объектілердің бірі болып табылады.

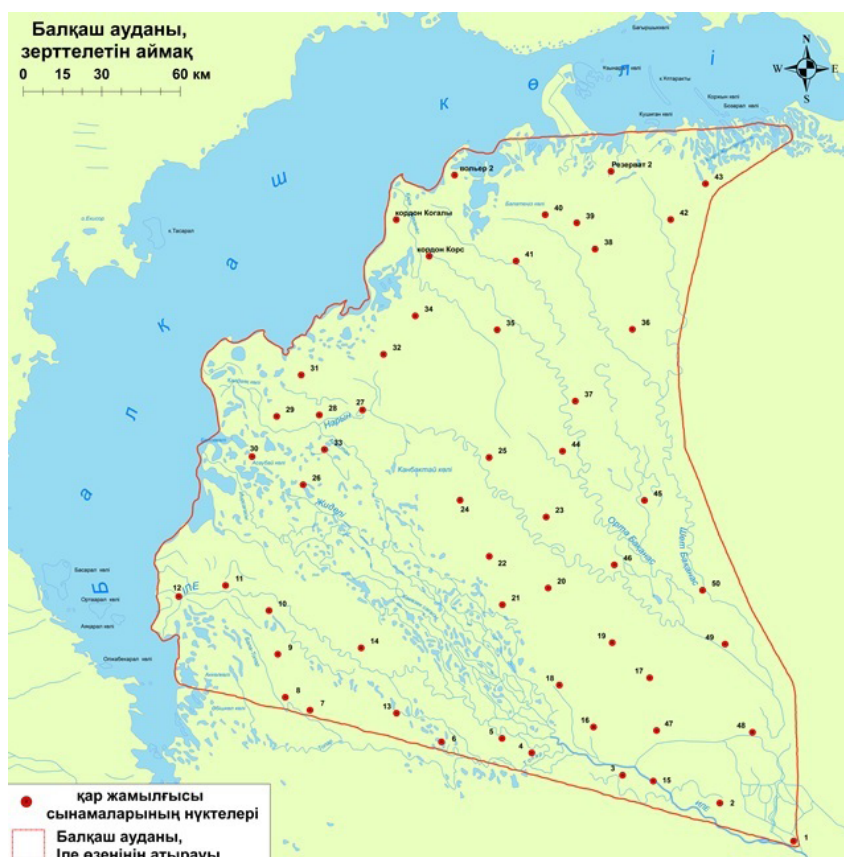
Ғылыми зерттеу әдіснамасы

Экспедициялық зерттеулер кезінде қар сынамаларын алу жалпы қабылданған әдістемеге (Руководство по контролю загрязнения атмосферы, 1991: 693) сәйкес белгіленген нүктелерде жүргізілді. Далалық зерттеу жұмыстары 2021 жылғы 19 наурыз бен 17 сәуір аралығында белгіленген нүктелерде орындалды. Іле өзені атырауының іргелес аумағы және «Іле-Балқаш» МТР аумағы алдын ала тең квадраттарға (≈ 120 км²) бөлініп, нөмірленгенін (50 нүкте) атап өту қажет (1-суретті қараңыз).

Дала жұмыстары барысында сынамалар резерват аумағындағы төрт нүктемен толықтырылды, дәлірек айтқанда, Дүниежүзілік жабайы табиғат қорының (WWF) тұран жолбарысын бұрынғы мекендеу орындарында реинтродукциялау бағдарламасы бойынша, құландар мен қаракұйрықтарға арналған вольерлерде, табиғаттағы биологиялық әртүрлілік пен

теңгерімді құтқаруға бағытталған. Бірақ, дала-лық жұмыстардың кешірек басталуымен және қарқынды қар еруімен сәйкес келуіне байланысты, қар сынамаларын тек 13 нүктеден

алуға, яғни 13 шаршыны қамту ғана мүмкін болды, дегенмен бұл зерттелетін аумақтағы қардың химиялық құрамын интерполяциялау үшін жеткілікті (1-суретті қараңыз).



1-сурет – Қар сынамаларын алу нүктелерінің сызбасы

Физика-химиялық параметрлерді зерттеу үшін сынамалар ашық тегіс аланда алынды, қар өлшеу бағыты бойынша қардың тығыздығы мен ылғалдылық қорын өлшеу қатар жүргізілді. Қар сынамаларын іріктеу полиэтилен қаптарға 1x1 м² аланда топырақ үстіндегі 5 см қабатты қоспағанда, қар жамылғысының барлық қуатына шурф әдісімен жүргізілді. Шурфтың өлшемдері атмосферадан түсетін шөгінділер болжанатын ауданды есептеу үшін ұзындық пен ен бойынша өлшенді.

Әдістеме бойынша, сынамаларды алу кезінде, оларды сақтау және зертханаға тасымалдау кезінде сынамаға бөгде заттардың түсуіне жол берілмейді. Шөгінділерде еріген заттардың мөлшері аз болғандықтан және 1 дм³ суда миллиграмның немесе тіпті миллиграмның фракцияларымен өлшенетіндіктен, сынамаларды алу,

сақтау және талдау шарттарын қатаң сақтау қажет. Зертханаға жеткізілген сынамалар өңдеуге дейін –5 –15 °С температурада сақталды. Қарды еріту үшін үлгіні түнде алдын ала дайындалған ыдыстарға салынды. Шөгінді сынаманы әрі қарай химиялық-токсикологиялық талдау жасау үшін ақ ленталы қағаз сүзгіден өткізілді.

Қар жамылғысының физика-химиялық көрсеткіштерін талдау қазіргі заманғы жалпы қабылданған әдістемелік нұсқауларға сәйкес жүргізілді. Қар ерігеннен кейін алынған судан бірден рН, органикалық заттар, қалқыма заттардың мөлшері және минерализация анықталды. рН анықтау үшін рН/ЕС/ТДС/ Ні9811-5 («Hanna» фирмасының) температуралық портативті өлшегіші қолданылады. Органикалық заттар перманганат әдісімен (Кубель әдісі),

қышқыл ортада күкірт қышқылын қосу арқылы (1:3); қалқыма заттардың мөлшері DR3900 спектрофотометрінде (Nash фирмасының) анықталды. Қар суының тұздылығы негізгі иондардың (Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{Na}^{+}+\text{K}^{+}$, Cl^{-} , HCO_3^{-} , SO_4^{2-}) қосындысымен, титриметриялық әдіспен анықталды.

Барлығы 13 сынама жиналып, талданды, 13 өлшеу және 117 химиялық талдау орындалды.

Нәтижелері және талқылама

Қардың физикалық-химиялық қасиеттері ауа температурасының, ылғалдылықтың, өзіндік салмақтың, желдің қысымының, күн радиациясының, сондай-ақ техногендік әсердің пайда болған сәтінен бастап үнемі өзгеріп отырады және тұрақты болмайды. Антропогендік жүктемені бағалаудағы маңызды компоненттердің бірі қышқылдық, қалқыма және органикалық заттар, тұздардың мөлшері болып табылады.

Қар жамылғысының қышқылдығы (рН) 6,1-ден 8,0-ге дейін, аумақ бойынша орташа 6,9 (бейтарап) болды. Іле өзенінің атырауына іргелес аумақты интерполяциялау кезінде қар жамылғысының қышқылдығының жоғары көрсеткіштері зерттелетін аумақтың оңтүстік-шығыс және шығыс бөлігінде орналасқан (рН 7,8-8,0) 1 және 25 нүктесінде айқын көрінеді. Солтүстік бөлігінен оңтүстік және оңтүстік-батыс бөлігіне дейін орналасқан 2, 6, 18, 40 және 47 нүктелерде рН мәні 6,7-ден 7,6-ға дейін өзгерді. рН бейтарап ортасы зерттелетін аумақтың батыс және солтүстік-батыс бөлігінде және қышқылмен ластануға аз бейім.

Аумақтың шығыс бөлігі аздап қышқылдылықпен сипатталады (2-сурет), шамамен Қарағанды облысында орналасқан өнеркәсіптік кәсіпорындардан ластаушы заттардың алыс қашықтыққа тасымалдануына байланысты болуы ықтимал, өйткені зерттелетін аймақтың өзінде техногендік ластану көздері жоқ.

Келесі (Еремина И.Д., 2010:55; Dossi C., 2007:649; Siudek P., 2011: 484; Jarzyna K., 2017:1591) жұмыстардан белгілі болғандай, қардағы рН мәні атмосферадан түскен қатты бөлшектерге ғана байланысты емес, сонымен қатар күкірт пен азоттың газ тәрізді ластаушы қосылыстарының түсуіне байланысты, олар қар ерігеннен кейін топыраққа әсер етеді, қышқылданады немесе сілтіленеді.

Жалпы, зерттелетін аумақты қардың қышқылдығы тұрғысынан қарастырсақ, антропогендік әсерге аса ұшырамайды, яғни қышқылдану процестері жоқ, бұл аэрозоль бөлшектерін алысқа тасымалдау жылдамдығымен байланысты болуы мүмкін.

Қалқыма және органикалық заттар. Қар жамылғысы сапасының маңызды көрсеткіштерінің бірі – қалқыма заттардың мөлшері.

Қардағы қалқыма заттар негізінен автокөлік шығарындыларының мөлшеріне байланысты, сондықтан кез келген жол бөліктерін, әсіресе ірі автожолдарды қардың химиялық құрамына айтарлықтай әсер ететін ластанудың тәуелсіз және күшті көзіне жатқызу керек.

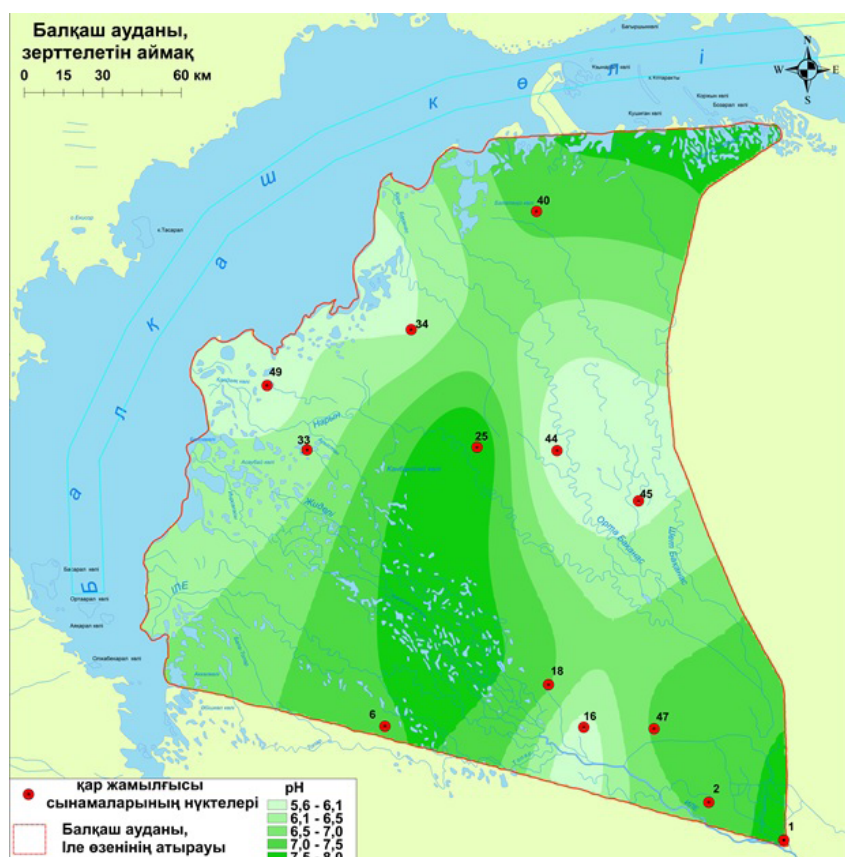
Қар сынамаларындағы қалқыма заттардың құрамы үлкен диапазонда 12,0-ден 731 мг/дм³ дейін ауытқиды (3-сурет). Жалпы, қардағы қалқыма заттар 12-ден 80 мг/дм³-ге дейін ауытқиды, ал олардың ең жоғары мәндері зерттелетін аумақтың орталық бөлігінде 112-ден 731 мг/дм³-ге дейін және Бақанас ауылындағы 1-нүктеде 123 мг/дм³-ге дейін тіркелген.

Қалқыма заттардың құрамының жоғары мәндері 295-731 мг/дм³ дейін жетеді (3-сурет) және ауа атмосферасының ластануына байланысты, бұл өз кезегінде қалқыма бөлшектердің максималды құрамымен және қар жамылғысының минералдануымен түсіндіріледі. Кеңістіктік таралуда қалқыма заттардың жоғары мәндері Бақанас-Қарой автомобиль жолының бойында және жақын маңдағы шағын елді мекендерде орналасқан нүктелерге тән.

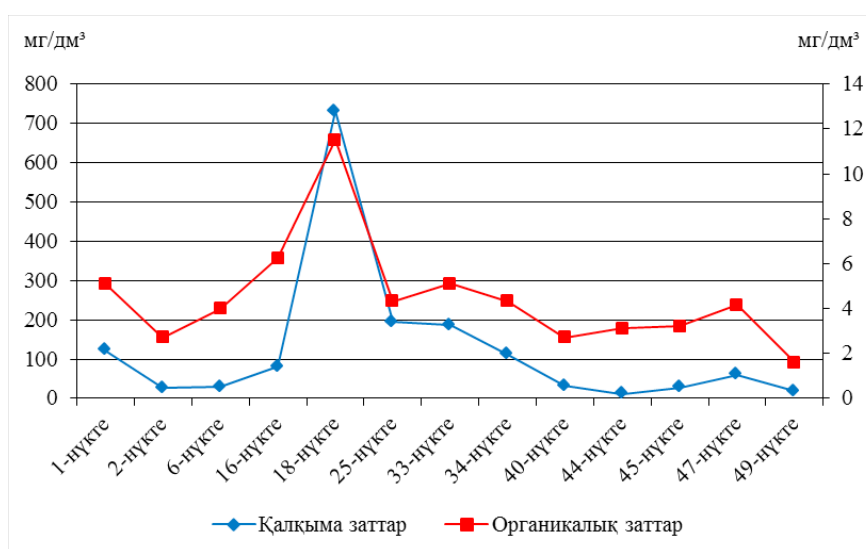
Қалқыма заттардың төмен мәндері «Іле-Балқаш» МТР аумағына, әсіресе оның кластерлік учаскелеріне, сондай-ақ зерттелетін аумақтың шығыс, оңтүстік-шығыс бөлігіне тән және 32,0 мг/дм³ дейін жетеді.

Қардағы органикалық заттардың құрамында осы аумақтық сипат байқалады, яғни қардағы қалқыма заттардың ұлғаюымен органикалық заттар 1,60-тан 11,52 мг/дм³-ге дейін ұлғаяды. Зерттелетін аумақтың шығыс бөлігі антропогендік ластануға азырақ бейім, ал орталық аймақта бұл мәндер орта есеппен 6,32 мг/дм³ дейін ұлғайған.

Қалқыма және органикалық заттардың мұндай кеңістіктік таралуы атмосфералық ауадағы органикалық қосылыстардың бөлшектеріне, күйіне және қатты аэрозоль бөлшектеріне байланысты.



2-сурет – Қар жамылғысындағы рН



3-сурет – Қардағы қалқыма және органикалық заттардың мәндері

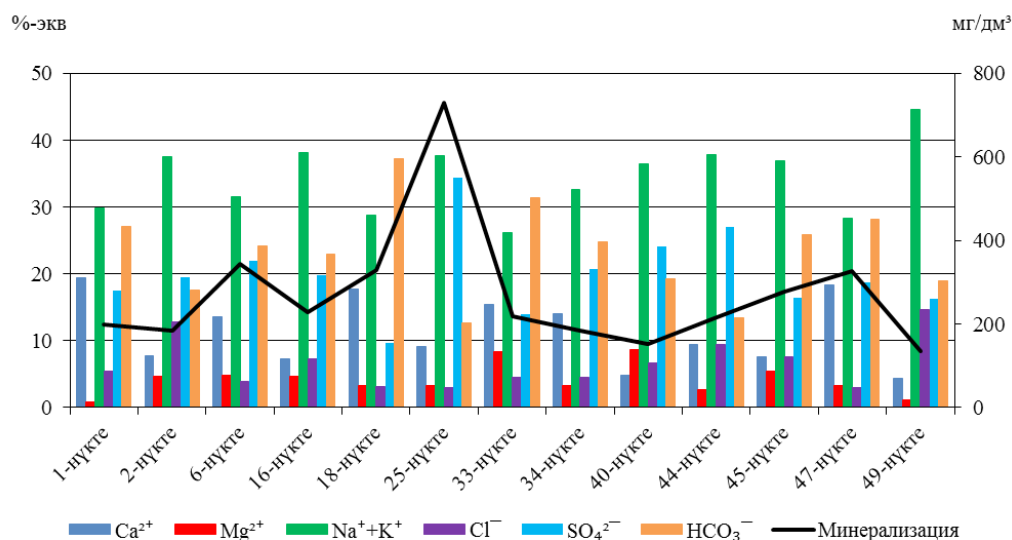
Егер қар жамылғысының жағдайын қалқыма және органикалық заттар бойынша бағалайтын болсақ, онда олардың орташа құрамы аумаққа тиісінше 126 және 4,47 мг/дм³. Бұл

көрсеткіштер құрамының жоғары мәндері ауа атмосферасының ластануына байланысты, себебі қатты бөлшектердің максималды құрамы және қар жамылғысының минералдануымен си-

патталады, бұл қар жамылғысының химиялық құрамының өзгеруіне айтарлықтай әсер етеді.

Қар жамылғысының минерализация мөлшері еріген қар суларының минералдану деңгейін анықтайды және біз талдау кезінде анықталған

барлық негізгі иондардың қосындысы ретінде есептейміз. Іле өзенінің атырауы және оның ішінде «Іле-Балқаш» МТР аумағы бойынша қар жамылғысының минерализация мәні 135-731 мг/дм³ аралықта болды (4-сурет).



4-сурет – Қар жамылғысының минерализация мәндері және негізгі иондар құрамы-%

Елеулі мәндер 25 нүктеге тән болды – 731 мг/дм³, сонымен қатар зерттелетін аумақтың орталық бөлігіндегі рН пен жалпы кермектіліктің жоғары деңгейіне сәйкес келеді.

Минерализация мәнінің таралу сипатында бүкіл аумақ үшін жалпы заңдылық байқалады, сынамалардың 92%-нан астамында минералдану шамасы 135-тен 345 мг/дм³-ге дейін, ал 700 мг/дм³ астам шамалар тек бір жағдайда кездеседі.

«Іле-Балқаш» МТР аумағының қар жамылғысының минерализациясы (33, 34 және 40 – нүктелер) орта есеппен 129 мг/дм³ құрады. Жалпы зерттелетін аумақ минерализацияның жоғарғы мәндерімен сипатталады, бұл суық кезеңде жинақталған ластаушы заттардың деңгейі туралы түсінік береді.

4-суретте көрсетілгендей қар жамылғысының иондық құрамы аралас типте, бірақ негізгі иондардың қатынасында гидрокарбонат (70 %) және натрий-калий иондары басым болады (100%). (Алекин О.А., 1970: 442) негізгі жұмысында, гидрокарбонат иондары табиғи сулардың иондық құрамының маңызды бөлігін құрайды деп айтылған. Зерттелетін аумақтың орталық бө-

лігі сульфат класымен 16,3-тен 21,9 %-экв қатынасында, натрий-калий катиондарының басымдылығымен ерекшелінеді.

Е.А. Белова (2013:9) атап өткендей, қарда сульфат иондарының басым болуы тартылу күшінің әсерінен ауадан шаңмен бірге күкірт диоксиді аэрозольдерінің шөгуінен, сондай-ақ топырақтың тұз бөлшектерімен желденуінен болады. 76-дан 326 мг/дм³-ге дейінгі SO₄²⁻ мәні антропогендік және табиғи көздерден алыс тасымалдану нәтижесінде үлкен аудандарда күкірт қосылыстарының шашырауына байланысты әлсіз ластануды көрсетеді.

Қардағы HCO₃⁻ концентрациясының көбеюі, атмосферадағы CO₂ концентрациясымен анықталады, ал ауада гидрокарбонат иондары концентрациясының жоғарылауы көмірқышқыл газының, ең алдымен, антропогендік шығарындыларының көбеюін көрсетеді.

Осылайша, зерттелетін аумақтың ауасының күкірт оксидімен жалпы төмен ластануы және атмосфераға көп мөлшерде шаңның түсуі шаң құрамындағы техногендік карбонаттардың еруіне байланысты гидрокарбонат иондарының көбеюіне әкеледі деп айтуға болады.

3 және 4-суреттерден көрініп тұрғандай, қарда қалқыма және органикалық заттардың құрамында және оның минералдануында бірдей сипат байқалады. Бұл зерттелетін аумақтың атмосфералық ауасының күкірт оксидімен жалпы ластануын және атмосфераға көп мөлшерде шаңның түсуін көрсетеді, бұл аэрозоль бөлшектеріндегі техногендік карбонаттардың еруіне байланысты бикарбонат иондарының көбеюіне әкеледі.

С.Ж. Асылбекова (2011:7) жұмысында, атмосфералық ауадан ылғалды және құрғақ шөгінділердің жинақталуы бойынша жүргізілген зерттеулер «Балқашцветмет» ОБ шығарындыларының көлемі мен сапасын сипаттайды, олардың жылдық саны 738,5 мың т (2005 ж.), қатты фракциялардың үлесі 13,4 мың т немесе шығарындылардың жалпы массасының 1,8 %-ын құрайды.

Ластаушы заттардың таралу ореолдарының жалпы кескіні, жел өрнегіне және көлдің үстінен түтіннің өту жиелігіне сәйкес орташа көп жылдық жалпыдан 59 % құрайды. Демек, «Балқаштүстімет» ОБ ауа шығарындыларының осындай мөлшері көлдің үстінен өтіп, ішінара оның бетіне тұнып, ластаушы заттардың шығарылу көзінен оңтүстік-батысқа қарай 73 км-ге созылып жатыр.

Тұжырымдар

Жұмысты қорытындылай келе, келесідей тұжырым жасауға болады:

- қар жамылғысының қышқылдығы (pH) 6,1-ден 8,0-ге дейін, ал орта есеппен 6,9 (бейтарап);

- қарда қалқыма заттардың құрамы 12-ден 80 мг/дм³-ге дейін, ал органикалық заттар 1,60-тан 11,52 мг/дм³-ге дейін ауытқиды;

- қар жамылғысының минералдану мәні 135-731 мг/дм³ аралығында болды;

- қарастырылып отырған параметрлердің жоғары мәндері 25-нүктеге, яғни Іле өзені атырауының орталық бөлігіне тән болды.

Ауа атмосферасының ластануына байланысты жоғарғы мәндер, қатты бөлшектердің максималды құрамымен және қар жамылғысының минералдануымен сипатталады, бұл суық кезеңде жинақталған ластаушы заттардың деңгейі туралы түсінік береді. Қар жамылғысының иондық құрамы гидрокарбонат иондары (70%) және натрий-калий иондары (100%) басым болатын аралас типті. Қардағы HCO_3^- жоғары мәндері атмосферадағы CO_2 концентрациясымен анықталады, бұл антропогендік ықтимал есебінен атмосфераға көп мөлшерде шаңның түсуіне байланысты ауаға көмірқышқыл газы шығарылуының жоғарылауын көрсетеді.

Алғыс

Жұмыс Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің қаржылық қолдауымен №АР09260361 «Іле өзені атырауының және «Іле-Балқаш» мемлекеттік табиғи қорығының аумағында сақтау ортасының геоэкологиялық мониторингі» гранттық жоба шеңберінде орындалды.

Әдебиеттер

- Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеоздат, 1970. – 442 с.
- Алексеев В.Р. Снежный покров как индикатор кумулятивного загрязнения земель // Лёд и Снег. – 2013. – № 1(121). – С. 127-140.
- Асылбекова С.Ж., Исбеков К.Б., Лопарева Т.Я., Анурьева А.Н. Влияние воздушных выбросов промышленного комплекса ПО «Балхашцветмет» // Вестник АГТУ. Серия рыбное хозяйство. – 2011. – № 1. – С. 7-14.
- Белова Е.А., Ковальчук Н.В. Оценка загрязненности снежного покрова города Гродно // Живые и биокосные системы. – Южный федеральный университет (Ростов-на-Дону), 2013. – № 3. – С. 9-18. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24883088>
- Государственный природный резерват «Иле-Балхаш» Комитета лесного хозяйства и животного мира Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан: Постановление Правительства Республики Казахстан от 27 июня 2018 года. – 2018. – № 381. [Электронный ресурс]. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1800000381>
- Еремина И.Д., Григорьев А.В. Кислотность и химический состав снежного покрова в Москве и Подмосковье за период 1999-2006 гг. // Вестн. Моск. ун-та. Сер.географ. – 2010. – № 3. – С. 55-60.
- Королева Е.Г., Дикарева Т.В., Дикарев В.А. Оценка природно-обусловленных опасностей в природном резервате «Иле-Балхаш» (Казахстан) // Аридные экосистемы. Отраслевые проблемы освоения засушливых земель. – 2019. – Т. 25. – №4(81). – С. 61-70.
- Мадиеков А.С., Когутенко Л. The issue of transporting pollutants with atmospheric precipitation // Материалы 3-международной конференции «Окружающая среда и устойчивое развитие регионов: экологические вызовы XXI века» (27-29 сентября 2017 г.). – Казань, 2017. – С. 295-299.

- Махонько Э.П., Первунина Р.И., Вертинская Г.К. и др. О загрязнении почв промышленных районов тяжелыми металлами // Труды ИЭМ. – М.: Гидрометеиздат, 1976. – Вып. 4(56). – С. 109-123.
- Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89. – М.: Госкомитет СССР по гидрометеорологии, Минздрав СССР, 1991. – 693 с.
- Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш / под ред. Т.К. Кудекова. – Алматы: Каганат, 2002. – 388 с.
- Трофимов В.Т. и др. Трансформация экологических функций литосферы в эпоху техногенеза. – М.: Ноосфера, 2006. – 718 с.
- Феленберг Г. Загрязнение природной среды: Введение в экологическую химию / пер. с нем. – М.: Мир, 1997.
- Baysal A., Baltacı H., Ozbek N., Destanoglu O., Ustabasi G.S., Gumus G. Chemical characterization of surface snow in Istanbul (NW Turkey) and their association with atmospheric circulations // *Environ Monit Assess.* – 2017. – P. 275. DOI 10.1007/s10661-017-5982-7
- Dossi C., Ciceri E., Giussani B., Pozzi A., Galgaro A., Viero A., Viagano A. Water and snow chemistry of main ions and trace elements in the Karst system of Monte Pelmo massif (Dolomites, Eastern Alps, Italy). *Marine and Freshwater Research.* – 2007. – № 58. – P. 649-656.
- Engelhard C., De Toffol S., Lek I., Rauch W., Dallinger R. Environmental impacts of urban management – the alpine case study of Innsbruck. *Science of the Total Environment.* – 2007. – № 32. – P. 286-294.
- Jarzyna K., Kozłowski R., Szwed M. Chemical properties of snow cover as an impact indicator for local air pollution sources. – 2017. – P. 1591-1607. DOI:10.14597/infraeco.2017.4.2.120
- Kozłowski R., Jarzyna K., Józwiak M., Szwed M. Influence of cement-lime industry on the physico-chemical and chemical properties of snow cover in a «Białe Zagłębie» region in February 2012. *Monitoring Środowiska Przyrodniczego.* – 2012. – № 13. – P. 71-80 [in Polish]
- Nawrot A.P. et al. Chemistry of snow cover and acidic snowfall during a season with a high level of air pollution on the Hans Glacier, Spitsbergen // *Polar Science* xxx (2016) 1-13.
- Rybalko A., Zhuravlyov V.A., Semyonova L.R., Tokarev M.Y. Sedimentation Processes in the White Sea // *The White Sea Environment Part II. Edit.: A.P. Lisitzin and L.L. Demina, (Development history and quaternary deposits of the white sea basin (2018) Handbook of Environmental Chemistry, 82, Series Title: The Handbook of Environmental Chemistry. Series Vol. 82. Springer Nature Switzerland AG. – 2018. – P. 135-163.*
- Salo H., Berisha A.-Kaisa, Mäkinen J. Seasonal comparison of moss bag technique against vertical snow samples for monitoring atmospheric pollution // *Journal of Environmental sciences.* – 2016. – № 41. – 128-137.
- Sherrell R.M., Boyle E.A., Harris N.R., Falkner K.K. Temporal variability of Cd, Pb, and Pb isotope deposition in Central Greenland snow // *Geochemistry Geophysics Geosystems.* – 2000. – Vol. 1, N 1. – P. 1002-1024. DOI:10.1029/1999GC000007
- Siudek P., Frankowski M., Siepak, J. Trace elements distribution in the snow cover from an urban area in central Poland. *Environ Monit Assess.* – 2015. – № 187. – P. 225.
- Siudek P., Falkowska L., Urba A. Temporal variability of particulate mercury in the air over the urbanized zone of the southern Baltic. *Atmospheric Pollution Research.* – 2011. – № 2. – P. 484-491.
- Stachnik Ł., Plenzler J., Żelazny M. Zakłady przemysłowe wschodniej części aglomeracji krakowskiej jako źródło zanieczyszczenia pokrywy śnieżnej. *Przegląd Geograf.* – 2010. – № 82(3). – P. 389-408.
- Pilecka J., Grinfelde I., Valujeva K., Straupe I., Purnalis O. Heavy metal contamination and distribution in the urban environment of Jelgava // *Research for rural development.* – 2017. – V. 1. – P. 173-179. DOI:10.22616/rrd.23.2017.026
- Dong Zh., Qin D., Qin X., Cui J., Kang Sh. Changes in precipitating snow chemistry with seasonality in the remote Laohugou glacier basin, western Qilian Mountains // *Environ Sci Pollut Res.* – 2017. – № 24. – P. 11404-11414. DOI:10.1007/s11356-017-8778-y

References

- Alekin O.A. (1970) *Osnovy gidrohimii [Fundamentals of hydrochemistry]*. – L.: Gidrometeoizdat. – 442 s.
- Alekseev V.R. (2013) Snezhnyy pokrov kak indikator kumuljativnogo zagrjaznenija zemel' [Snow cover as an indicator of cumulative land pollution] // *Ljud i Sneg.* – № 1 (121). – S. 127-140.
- Asylbekov S.Zh., Isbekov K.B., Lopareva T.Ja., Anur'eva A.N. (2011) Vlijanie vozdušnyh vybrosov promyshlennogo kompleksa PO «Balkhashvetmet» [Influence of air emissions of the industrial complex PA «Balkhashtsvetmet»] // *Vestnik AGTU. Serija rybnoe hozjajstvo.* – № 1. – S. 7-14.
- Belova E.A., Koval'chuk N.V. (2013) Ocenka zagrjaznennosti snezhnogo pokrova goroda Grodno [Assessment of contamination of snow cover in Grodno] // *Zhivye i biokosnye sistemy. – Juzhnyj federal'nyj universitet (Rostov-na-Donu).* – №3. – S. 9-18. [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24883088>
- Gosudarstvennyj prirodnyj rezervat «Ile-Balhash» Komiteta lesnogo hozjajstva i zhivotnogo mira Ministerstva sel'skogo hozjajstva Respubliki Kazahstan: Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 27 ijunja 2018 goda [State Natural Reserve «Ile-Balhash» of the Committee of Forestry and Wildlife of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan: Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated June 27, 2018. – № 381. [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1800000381>
- Eremina I.D., Grigor'ev A.V. (2010) Kislotnost' i himicheskiy sostav snezhnogo pokrova v Moskve i Podmoskov'e za period 1999-2006 gg. [Acidity and chemical composition of snow cover in the city of Moscow and the Moscow region during 1999-2006] // *Vestn. Mosk. un-ta. Ser. geograf.* – № 3. – S. 55-60. [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kislotnost-i-himicheskiy-sostav-snezhnogo-pokrova-v-moskve-i-podmoskovie-za-period-1999-2006-gg/viewer>

- Koroleva E.G., Dikareva T.V., Dikarev V.A. (2019) Ocenka prirodno-obuslovlennykh opasnostej v prirodnom rezervate «Іle-Balhash» (Kazakhstan) [Assessment of natural-caused hazards in the Іle-Balhash Nature Reserve (Kazakhstan)] // *Aridnye jekosistemy. Otrazlevye problemy osvoenija zasushlivyh zemel'*. – T.25. – №4(81). – S. 61-70.
- Madibekov A.S., Kogutenko L. (2017) The issue of transporting pollutants with atmospheric precipitation // *Materialy 3-mezhdunarodnoj konferencii «Okruzhajushhaja sreda i ustojchivoe razvitie regionov: jekologicheskie vyzovy XXI veka»* (27-29 sentjabrja 2017 g.). – Kazan'. – S. 295-299.
- Mahon'ko Je.P., Pervunina R.I., Vertinskaja G.K. i dr. (1976) O zagrjaznenii pochv promyshlennyh rajonov tjazhelymi metalami [On the contamination of soils of industrial areas with heavy metals] // *Trudy IJeM*. – M.: Gidrometeoizdat. – Vyp. 4(56). – S. 109-123.
- Rukovodstvo po kontrolju zagrjaznenija atmosfery. RD 52.04.186-89 (1991) [Guidelines for the control of atmospheric pollution. RD 52.04.186-89]. – M.: Goskomitet SSSR po gidrometeorologii, Minzdrav SSSR. – 693 s.
- Sovremennoe jekologicheskoe sostojanie bassejna ozera Balhash (2002) [The current ecological state of the Lake Balhash basin] / Pod red. T. K. Kudekova. – Almaty: Kaganat. – 388 s.
- Trofimov V.T. i dr. (2006) Transformacija jekologicheskikh funkcij litosfery v jepohu tehnogeneza [Transformation of the ecological functions of the lithosphere in the era of technogenesis]. – M.: Noosfera. – 718 s.
- Felenberg G. (1997) Zagrjaznenie prirodnoj sredy: Vvedenie v jekologicheskiju himiju [Environmental pollution: An Introduction to Environmental Chemistry] / Per. s nem. – M.: Mir.
- Baysal A., Baltaci H., Ozbek N., Destanoglu O., Ustabasi G.S., Gumus G. (2017) Chemical characterization of surface snow in Istanbul (NW Turkey) and their association with atmospheric circulations // *Environ Monit Assess*. – P. 275. – DOI 10.1007/s10661-017-5982-7
- Dossi C., Ciceri E., Giussani B., Pozzi A., Galgaro A., Viero A., Viagano A. (2007) Water and snow chemistry of main ions and trace elements in the Karst system of Monte Pelmo massif (Dolomites, Eastern Alps, Italy). *Marine and Freshwater Research*. – № 58. – P. 649-656.
- Engelhard C., De Toffol S., Lek I., Rauch W., Dallinger R. (2007) Environmental impacts of urban management – the alpine case study of Innsbruck. *Science of the Total Environment*. – № 32. – P. 286-294.
- Jarzyna K., Kozłowski R., Szwed M. (2017) Chemical properties of snow cover as an impact indicator for local air pollution sources. – P. 1591-1607. – DOI:10.14597/infraco.2017.4.2.120
- Kozłowski R., Jarzyna K., Jóźwiak M., Szwed M. (2012) Influence of cement-lime industry on the physico-chemical and chemical properties of snow cover in a «Białe Zagłębie» region in February 2012. *Monitoring ŚrodowiskaPrzyrodniczego*. – № 13. – P. 71-80 [in Polish]
- Nawrot A.P. et al. (2016) Chemistry of snow cover and acidic snowfall during a season with a high level of air pollution on the Hans Glacier, Spitsbergen// *Polar Science xxx*. – P. 1-13.
- Rybalko A., Zhuravlyov V.A., Semyonova L.R., Tokarev M.Y. (2018) Sedimentation Processes in the White Sea // *The White Sea Environment Part II*. Edit.: A.P Lisitzin and L.L. Demina, (Development history and quaternary deposits of the white sea basin (2018) Handbook of Environmental Chemistry, 82, Series Title: The Handbook of Environmental Chemistry. Series Vol. 82. Springer Nature Switzerland AG. – P. 135-163.
- Salo H., Berisha A.-Kaisa, Mäkinen J. (2016) Seasonal comparison of moss bag technique against vertical snow samples for monitoring atmospheric pollution // *Journal of Environmental sciences*. – № 41. – 128–137.
- Sherrell R.M., Boyle E.A., Harris N.R., Falkner K.K. (2000) Temporal variability of Cd, Pb, and Pb isotope deposition in Central Greenland snow // *Geochemistry Geophysics Geosystems*. – Vol. 1, N 1. – P. 1002–1024. –DOI:10.1029/1999GC000007
- Siudek P., Frankowski M., Siepak, J. (2015) Trace elements distribution in the snow cover from an urban area in central Poland. *Environ Monit Assess*. – № 187.–P. 225.
- Siudek P., Falkowska L., Urba A. (2011) Temporal variability of particulate mercury in the air over the urbanized zone of the southern Baltic. *Atmospheric Pollution Research*. – № 2. – P. 484-491.
- Stachnik Ł., Plenzler J., Żelazny M. (2010) Zakłady przemysłowe wschodniej części aglomeracji krakowskiej jako źródło zanieczyszczenia pokrywy śnieżnej. *PrzeglądGeograf.* – № 82(3). – P. 389-408.
- Pilecka J., Grinfelde I., Valujeva K., Straupe I., Purmalis O. (2017) Heavy metal contamination and distribution in the urban environment of Jelgava // *Research for rural development*. – V. 1. – P. 173-179. – DOI:10.22616/rtd.23.2017.026
- Dong Zh., Qin D., Qin X., Cui J., Kang Sh. (2017) Changes in precipitating snow chemistry with seasonality in the remote Laohugou glacier basin, western Qilian Mountains // *Environ SciPollut Res*. – № 24.–P. 11404-11414. –DOI:10.1007/s11356-017-8778-y