

К.А. Нурлыбаева*, Г.Ж. Мукашева, А.Ш. Сарсембаева, Р.Т. Бодеева

Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қазақстан

**Хат-хабарларға арналған автор: kunduz09@mail.ru*

Балқаш қаласының атмосфералық ауасының ауыр металдармен ластануы

Мақалада Балқаш қаласының атмосфералық ауасының химиялық элементтермен ластану жағдайы талқыланды. Қалқыма бөлшектердің мөлшері РМ-10 стационарлық бақылау нәтижелері бойынша сынамалар 99,6% шаң бөлшектерінің шоғырлануы (құрамы бойынша сараланбаған шаң/аэрозоль) кезінде — 0,8 РШК о.т құрады, РШК о.т. нормасы 0,05 мг/м³, Балқаш қаласының атмосфералық ауасында қатты бөлшектердің бір реттік концентрациясының ең жоғары мөлшері 0,2 РШК болды. Қалқыма бөлшектердің концентрациясының мөлшері РМ-2.5. Нормалар бойынша РМ 2.5 орташа тәуліктік деңгейі 0,25 мг/м³ аспауы керек. Мәліметтер бойынша РМ 2.5 орташа тәуліктік деңгейінің асу еселігі 0,7 мг/м³ қатты бөлшектердің бір реттік шоғырлануының ең жоғары РМ-2,5-0,2 РШК болды. Жалпы қала бойынша озонның орташа концентрациясы 1,5 РШК о.т. құрады; күкірт диоксиді-5,4 РШК м.бр.ш.; көміртегі оксиді-2,2 РШК м.бр.ш.; азот диоксиді — 2,0 РШК м.бр.ш.; күкіртсутегі-20,1 РШК м.бр.ш. рұқсат етілген ең жоғары бір реттік шоғырлану 0,5 мг/м³ кезінде қолайсыз метеорологиялық жағдайлар кезеңінде күкіртті ангидридтің нақты концентрациясы тиісті РШК-дан 23,7 есе асып түскендігі анықталды.

Кілт сөздер: атмосфера, ауа, РШК, азот диоксиді, көміртегі диоксиді, күкіртсутегі, күкіртті ангидрид, қалқыма бөлшектер, шаң, фенол, аммиак, озон, формальдегид, ластаушы бөлшектер.

Kipicne

Атмосфераның ластану дәрежесі зиянды заттардың шығарындыларының мөлшері мен көлеміне және химиялық құрамына, шығарындылар көтерілетін биіктікке және шығарылатын заттардың тасымалдануын, шашырауын және айналымын анықтайтын метеорологиялық жағдайларға байланысты екені дәлелденді [1, 2]. Шығарындылардың тұрақты көрсеткіштері кезінде атмосфераның ластану деңгейі климаттық жағдайларға: атмосферадағы қоспалардың бағытына, атмосферадағы қоспалардың тасымалдануына және таралуына, фотохимиялық түрлендірулер мен ауаның қайталама ластану өнімдерінің пайда болуын анықтайтын күн радиациясының қарқындылығына байланысты [3, 4]. Қалыпты өмір сүру ортасын экологиялық-гигиеналық тұрғыдан қамтамасыз ету ұйымдастырушылық, ғылыми және инженерлік шараларды үнемі жетілдіріп отыруды, сондай-ақ оларды жүзеге асырудың икемді басқару жүйесін қажет етеді [5].

Ластағыштардың әрқайсысының халық денсаулығына әсері тұрғысынан өзіндік ерекшелігі бар екенін атап өткен жөн. Шаң тыныс алу жүйесіне әсер етеді, өкпе тінінің прогрессивті фиброзын тудырады, бауырға әсер етеді, қан көрсеткіштеріне әсер етуі мүмкін (эритроциттер тұну жылдамдығының жоғарылауы, лейкоцитоз), физикалық әлсіздік, шаршау дамуы мүмкін [6]. Жоғары концентрациядағы көміртегі тотығы жүйке жүйесінің бұзылуын тудырады, бұл бас ауруы, есте сақтау қабілетінің төмендеуі, шаршаудың жоғарылауы, ұйқының бұзылуы [7]. Күкіртсутегі жоғарғы тыныс жолдарының катаральды ауруын, бронхитті, бас ауруын, көз ауруларын, ас қорыту бұзылыстарын, тамырлы-вегетативті бұзылуларды, терінің инфекцияларға төзімділігін төмендетуі мүмкін.

Жарияланымдарға сәйкес [8, 9], бенз (а)пирен, полиароматикалық көмірсутектер және басқа химиялық қосылыстар негізінен диаметрі 0,5–1,2 мкм бөлшектердің фракциясына шоғырланған, сонымен қатар қыста бұл химиялық қосылыстар 98% -ке дейін адсорбцияланады, ал жазда 80-90% дейін. Оларды тасымалдау жылдамдығы мен диапазоны метеорологиялық көрсеткіштерге байланысты: ауа температурасы, желдің жылдамдығы мен бағыты, атмосфераның инверсиялық сипаттамалары т.с.с. Осы көрсеткіштердің барлығы Қарағанды облысының климаттық-географиялық жағдайында ерекше маңызға ие. Аталған факторларды ескере отырып, әдеби деректерді талдағаннан кейін [10, 11] және бүгінгі күні урбанизацияланған аумақтардың жер үсті атмосферасының халықтың өмір сүру жағдайларына ластануы сияқты экологиялық фактордың әсерінің мүмкін болатын өзгерістерін бағалауға бағытталған зерттеулер өзекті болып қала береді.

74 000-ға жуық халқы бар Балқаш қаласы Қазақтың ұсақ шоқысының оңтүстік, жазық шетінде, Балқаш көлінің солтүстік жағалауында орналасқан. Қала аумағы жоспарланған, қала ішіндегі рельеф — бұл көлге қарай сәл көлбеу болатын сәл толқынды бет. Балқаш көлі — жер бетіндегі ең ірі ағынсыз көлдердің бірі, адамдардың өмір сүруіне қолайлы климатты қалыптастырады. Желдің солтүстік-шығыс бағыты бар, орташа жылдық жылдамдығы 4,7 м/с құрайды. Желдің жылдамдығы 4-тен 5 м/с-қа дейін 31,5%; желдің жылдамдығы 2-ден 3 м/с-қа дейін (25,9%). 6...7 м/с желдерінің өте жоғары қайталануы 19,8%. Желдің максималды жылдамдығы 14...15 м/с өте сирек – 0,2%. Жыл ішінде шығыс (23%) және солтүстік-шығыс (17%) желдер басым, бұл бағыттың басым бөлігі қысқы кезеңде байқалады. Солтүстік-шығыс бағыттағы желдер қала үшін ең қолайлы. Бұл аймақтағы климат күрт континенталды, қыста кішкентай аяздар (8-110 с) көбінесе еруге бейім. Суық қыста — 30 С дейін аяз қар жамылғысы аздау, желтоқсаннан наурызға дейін созылады. Жазы ашық ауа-райымен ыстық, басым температурасы +350С, жекелеген күндері + 45 С жетеді. Мұндай климаттық жағдайлар шығарындылардың таралуына қолайлы [12]. Желдің жағымсыз бағыттары кезінде Балқаш мыс балқыту зауытына (БМЗ), ЖЭО-ға және қалдық қоймасының қуатты шығарындылар көздеріне жақын аумақтарда ауадағы SO₂ мен шаңның айтарлықтай өсуі байқалады.

Материалдар мен зерттеу әдістері

Атмосфералық ауасының ластану деңгейін талдау нәтижелері Қарағанды облысының атмосфералық ауасының ластануын талдау зертханалық-аналитикалық бақылау бөлімімен (ЗАББ) бірлесіп жұмыс істеу барысында алынды.

Қоршаған орта нысандарында халық денсаулығына жағымсыз әсер етуге қабілетті ықтимал зиянды заттардың тізбесі анықталды, бұл олардың саны көрсетілген атмосфераға шығарылатын зиянды заттардың тізімі. Балқаш қаласының атмосфералық ауасының жағдайын бағалау біздің зерттеулеріміздің басым бағыттарының бірі болып табылады, өйткені қала құрылысы кезінде алдын ала санитарлық қадағалау мәселелері назардан тыс қалған жоқ, сондықтан қоныстану аймағы Балқаш металлургия комбинатының «Балқаштүстіметал» өнеркәсіптік аймағының маңында орналасқан. Бұл «лас» аймақта бірқатар шағын аудандардың орналасуы туралы айтуға мүмкіндік береді [13]. Балқаштың атмосфералық ауасының ластаушы бөлшектер шоғырлануы әкімшілік шекарасына қарамастан қала шегінде орналасқан 4 стационарлық бекетте анықталды.

Әрбір ингредиент екі немесе үш көрсеткішпен сипатталды: ШРК асып кетуінің орташа, ең жоғары еселігі және ластану индексінің шамасы (индексі асып кетудің орташа еселігінен ерекшеленетін қауіптіліктің 1, 2, 4-классындағы заттар үшін) [14].

Заттардың зияндылық дәрежесінің өсу жылдамдығындағы айырмашылықты ескеретін атмосфераның ластану деңгейінің сандық сипаттамасы атмосфераның ластану индексі (АЛИ) болып табылады. Ауаның сапасын сипаттау үшін бірнеше қоспаларды ескеретін және орташа жылдық концентрация мәндері бойынша есептелетін (ауаның созылмалы ластану деңгейін сипаттайтын) кешенді индекс ретінде АЛИ пайдаланылды [15-16], концентрацияны ғана емес, сонымен қатар ластағыштардың денсаулыққа әсер ету дәрежесін де ескереді. Атмосфераның ластану индексі есептеу формуласы:

$$I_n = \sum = \sum (X_i / ПДК_i) C_i,$$

мұндағы X_i — заттың орташа жылдық концентрациясы i ;

C_i — күкірт диоксидімен салыстырғанда i — заттың қауіптілік дәрежесін көрсететін коэффициент;

Нәтижелер және оларды талдау

Балқаш қаласының атмосфералық ауасының ластану сипаттамасы 1 кестеде келтірілген. Елді мекендердің ауасындағы ластаушы бөлшектердің рұқсат етілген максималды бір реттік концентрациясы, бұл 20-30 минут ішінде деммен жұту кезіндегі концентрация адам ағзасында рефлекторлық реакциялар тудырмауы керек. Қалқыма бөлшектердің (шаң) РШК м.бр.ш. 2,4 құрады. Бұл өз кезегінде 4 есеге шаңның асу еселігін көрсетті. Қалқымалы РМ 10 бөлшектерінің РМ 2.5-тен негізгі айырмашылығы олардың жіктелуінен шығады. РМ 10 бөлшектері неғұрлым ірі және ауыр. Тиісінше олардың ауады таралу қасиеттері РМ 2.5 разрядты бөлшектерге қарағанда аздау. Бұдан басқа, біздің ағзамыздың шырышты қабығы, сондай-ақ тыныс алу мүшелерінде қорғаныш түктері болады, олар РМ 10 бөлшектерін ұстайды. Неғұрлым ұсақ және жеңіл РМ 2.5 бөлшектері ұзақ уақыт бойы қалқыған күйде болады және іс жүзінде төмен түспейді. Олар адам денсаулығына үлкен қауіп төндіреді (1 кесте).

Балқаш қаласының атмосфералық ауасының ластану сипаттамасы

Қоспа	Норматив (мг/м ³)		Орташа тәуліктік		Максималды бір реттік шоғырлану	
	РШК орт.тәу.	РШК мак- симал ды бір рет шоғыр лану	мг/м ³	А.е. РШК	мг/м ³	А.е. РШК
Шаң	0,05	0,2	0,3	0,9	0,5	2,4
Қб. РМ-2,5	0,35	0,16	0,025	0,7	2,5	0,2
Қб. РМ-10	0,06	0,3	0,04	0,8	0,3	0,2
Күкірт диоксиді	0,05	0,5	0,055	0,06	0,246	5,4
Сульфаттар	-	-	0,012	0,080	0,02	-
Көміртек оксиді	3	5	1,2	-	73	2,2
Озон	0,03	0,16	0,033	1,5	0,165	0,532
Күкірт сутегі	-	0,008	0,004	1,8	0,5	20,1
Фенол	0,006	0,01	0,007	-	0,017	-
Аммиак	0,04	0,02	0,061	0,25	0,08	0,23
Күкіртті ангидрид	-	-	0,158	3,2	0,024	23,7
Формальдегид	0,01	0,05	-	-	0,43	-
Азот диоксиді	0,04	0,2	0,03	0,4	0,33	2,0
Азот оксиді	0,06	0,4	0,004	0,49	0,5	0,44

*Ескерту: орташа тәуліктік (о.т.); максималды бір реттік шоғырлану (м.бр.ш.);
А.е. – асып кету еселігі*

Қалқыма бөлшектердің мөлшері РМ-10 стационарлық бақылау нәтижелері бойынша сынамалар 99,6% шаң бөлшектерінің шоғырлануы (құрамы бойынша сараланбаған шаң/аэрозоль) кезінде орташа тәуліктік көрсеткіші — 0,8 РШК құрады, РШК орташа тәуліктік нормасы 0,05 мг/м³, Балқаш қаласының атмосфералық ауасында қатты бөлшектердің бір реттік концентрациясының ең жоғары мөлшері 0,2 РШК құрады.

Мөлшері РМ-2.5 қалқыма бөлшектердің концентрациясы нормалар бойынша РМ 2.5 орташа тәуліктік деңгей 0,25 мг/м³ аспауы керек. Біздің мәліметтеріміз бойынша РМ 2.5 орташа тәуліктік деңгейі асу еселігі 0,7 мг/м³ қатты бөлшектердің бір реттік шоғырлануының ең жоғары РМ-2,5- 0,2 РШК құрады.

Жалпы қала бойынша озонның орташа концентрациясы орташа тәуліктік көрсеткіші 1,5 РШК құрады; күкірт диоксидінің максималды бір реттік шоғырлануы — 5,4 РШК; көміртегі оксидінің максималды бір реттік шоғырлануы — 2,2 РШК; азот диоксидінің максималды бір реттік шоғырлануы — 2,0 РШК; күкіртсутегінің максималды бір реттік шоғырлануы — 20,1 РШК рұқсат етілген ең жоғары бір реттік шоғырлану 0,5 мг/м³ кезінде қолайсыз метеорологиялық жағдайлар кезеңінде күкіртті ангидридтің нақты концентрациясы тиісті РШК-дан 23,7 есе асып түсті. Ауадағы күкірт ангидридін нақты концентрациясы динамикалық және метеорологиялық факторларға байланысты екеніне ерекше назар аудару керек. Қалдықтар ретінде көп мөлшерде пайда болуына байланысты күкірт диоксиді Балқаш қаласының атмосферасын ластайтын негізгі газдардың бірі болып табылады. Ең үлкен қауіп — бұл металдарды балқыту және күкірт қышқылын өндіру кезінде атмосфераға шығарылатын күкірт қосылыстары. Реакцияның соңғы өнімі ауадағы күкірт қышқылының аэрозоли болып табылады, ол жауын-шашынмен бірге топырақты қышқылдандырады, тыныс алу жолдарының ауруларын күшейтеді, адам денсаулығына жасырын түрде әсер етеді. «Балқаштүстіметалл» кәсіпорындарының түтін алауларынан күкірт қышқылы аэрозолинің түсуі жақын маңдағы Балқаш көлінің есебінен төмен бұлттылық пен ауаның ылғалдылығы кезінде жиі байқалады.

Қаланың ауа бассейнінде күкіртсутегі, күкірт көміртегі, күкірт және күкірт ангидридтері, күкірт шаңы сияқты зиянды заттар бір уақытта көп немесе аз концентрацияда болады. Олардың қала тұрғындарының ағзасында жинақталуы жүйелі созылмалы интоксикацияға алып келеді, бұл ағзаның жасушаішілік деңгейде сыртқы қолайсыз факторларға бейімделуіне әкеледі. Жасушадағы бұл өзгерістер сыртқы ортадан енетін заттардың мүшелер мен жүйелерге кері әсерін тигізетіндігін куәлан-

дырады. Бір сағатта жасушаішілік деңгейдегі өзгерістер мүшенің функционалдық өзгерістеріне ауысады.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Суржиков Д.В. Загрязнение окружающей среды промышленного центра металлургии как фактор риска для здоровья: дис. ... д-ра биол. наук / Д.В. Суржиков. — Новокузнецк, 2007. — 364 с.
- 2 Суржиков В.Д. Загрязнение атмосферного воздуха промышленного города как фактор неканцерогенного риска для здоровья населения / В.Д. Суржиков, Д.В. Суржиков, Р.А. Голиков // Гигиена и санитария. — 2013. — № 1. — С. 47–49.
- 3 Абдуллаев Н.А. Научно-методические основы создания инновационной системы в природоохранной сфере (контрольно-надзорная деятельность) / Н.А. Абдуллаев, Г.А. Фоменко. — М.: Наука, 2010. — 175 с.
- 4 Гурвич В.Б. Управление риском для здоровья населения при технологическом и санитарно-техническом перевооружении промышленных предприятий / В.Б. Гурвич, Э.Г. Плотко, С.В. Ярушин // Гигиена и санитария. — 2007. — № 3. — С. 18–20.
- 5 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р 2.1.10.1920–04. — М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. — 143 с.
- 6 Ляпкало А.А. Влияние качества атмосферного воздуха на заболеваемость детского населения города / А.А. Ляпкало, А.А. Дементьев, А.М. Цурган // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 3. — С. 75–81.
- 7 Рахманин Ю.А. Актуальные проблемы комплексной гигиенической характеристики факторов городской среды и их воздействия на здоровье населения / Ю.А. Рахманин, С.И. Иванов, С.М. Новиков // Гигиена и санитария. — 2007. — № 5. — С. 5–7.
- 8 Сетко Н.П. Оценка риска развития аутоиммунных заболеваний кожи у населения, проживающего в условиях воздействия различного уровня антропогенной нагрузки / Н.П. Сетко, Т.В. Николаева, В.С. Полякова // Современные проблемы науки и образования. — 2016. — № 6. — С. 64–71.
- 9 Боев В.М. Химические канцерогены среды обитания и злокачественные новообразования / В.М. Боев, В.Ф. Куксанов, В.В. Быстрых. — М.: Медицина, 2002. — 343 с.
- 10 Морева В.В. Проблемы экологической устойчивости регионов / В.В. Морева // В кн. Экологические проблемы. Евразийское пространство. — М.: МГУ, 2015. — С. 340–349.
- 11 Пивняк Г.Г. Горнодобывающие предприятия и регионы Украины: от экологической и социально-экономической депрессии к устойчивому развитию / Г.Г. Пивняк, М.С. Пашкевич, Д.А. Шашенко // В кн. Экологические проблемы. Евразийское пространство. — М.: МГУ, 2015. — С. 228–245.
- 12 Географическое расположение Карагандинской области. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.tripadvisor.ru/Attractions-g2350623-Activities-c47-Karagandy_Province.html
- 13 Акпамбетова К.М. Физическая география Центрального Казахстана: учеб. пос. / К.М. Акпамбетова. — Караганда, 2005. — 75 с.
- 14 Отчет об охране атмосферного воздуха // Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан (Карагандинская область) за 2015–2017 гг. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.kazhydromet.kz/ru/ecology/ezhemesyachnyu-informacionnyu-byulleten-o-sostoyanii-okruzhayushey-sredy>
- 15 Голубничий А.А. Нормирование стандартов качества атмосферного воздуха (европейский и российский опыт) [Электронный ресурс]. / А.А. Голубничий, М.В. Замулина // Политика, государство и право. — 2015. — № 1. Режим доступа: <http://politika.snauka.ru/2015/01/2276>.
- 16 Газизова А.О. Заболеваемость органов дыхательной системы населения Приаралья / А.О. Газизова, Л.К. Ибраева, А.У. Аманбекова // Медицина и экология. — 2017. — № 3 (84). — С. 50–57.

К.А. Нурлыбаева, Г.Ж. Мукашева, А.Ш. Сарсембаева, Р.Т. Бодеева

Загрязнение атмосферного воздуха города Балхаша тяжелыми металлами

В статье обсуждалась ситуация загрязнения атмосферного воздуха города Балхаша химическими элементами. Размер взвешенных частиц, по результатам стационарного наблюдения РМ–10 пробы, составили 0,8 ПДК с.с. при концентрации частиц пыли (пыли/аэрозоля, не дифференцированных по составу) 99,6 %, норма от 0,05 мг/м³. Максимальная разовая концентрация твердых частиц в атмосферном воздухе города Балхаша составила 0,2 ПДК. Размер РМ–2,5 концентрация взвешенных частиц. По нормам среднесуточный уровень РМ–2,5 не должен превышать 0,25 мг/м³. По нашим данным, среднесуточный уровень РМ–2,5 составил максимальный РМ–2,5 – 0,2 ПДК однократной концентрации твердых частиц, кратностью превышения 0,7 мг/м³. Средняя концентрация озона, в целом, по городу 1,5 ПДК с.с., диоксид серы — 5,4 РШК м.р. к.; оксид углерода — 2,2 ПДК м.р.к.; диоксид азота — 2,0 ПДК м.р.к.; сероводород — 20,1 ПДК м.р.к. Установлено, что при максимально допустимой разовой

концентрации 0,5 мг/м³ фактическая концентрация сернистого ангидрида в период неблагоприятных метеорологических условий превышала соответствующую ПДК в 23,7 раза.

Ключевые слова: атмосфера, воздух, РШК, диоксид азота, диоксид углерода, сероводород, сернистый ангидрид, взвешенные частицы, пыль, фенол, аммиак, озон, формальдегид, загрязняющие частицы.

K.A. Nurlybayeva, G.Zh. Mukasheva, A.Sh. Sarsembayeva, R.T. Bodeeva

Pollution of the atmospheric air of the city of Balkhash with heavy metals

The article discussed the situation of atmospheric air pollution in the city of Balkhash with chemical elements. The size of suspended particles according to the results of stationary observation of the RM-10 sample was 0.8 MPC with a concentration of dust particles (dust/aerosol, not differentiated by composition) of 99.6%. The norm is 0.05 mg/m³, the maximum single concentration of solid particles in the atmospheric air of the city of Balkhash was 0.2 MPC. The size of RM is 2.5 concentration of suspended particles. According to the norms, the average daily level of RM 2.5 should not exceed 0.25 mg/m³. Based on our data, the average daily level of RM 2.5 was the maximum RM-2.5 - 0.2 MPC of a single concentration of solid particles with a multiplicity exceeding 0.7 mg/m³. The average concentration of ozone in the whole city is 1.5 MPC s.s. sulfur dioxide -5.4 MPC m.r.k.; carbon monoxide-2.2 MPC m.r.k; nitrogen dioxide -2.0 MPC m.r.k.; hydrogen sulfide - 20.1 mpc.R.K. It was found that at the maximum permissible single concentration of 0.5 mg/m³, the actual concentration of sulfur dioxide during adverse meteorological conditions exceeded the corresponding MPC by 23.7 times.

Keywords: atmosphere, air, RSC, nitrogen dioxide, carbon dioxide, hydrogen sulfide, sulfur dioxide, suspended particles, dust, phenol, ammonia, ozone, formaldehyde, polluting particles.

References

- 1 Surzhikov, D.V. (2007). Zagriaznenie okruzhaiushchei sredy promyshlennogo tsentra metallurgii kak faktor riska dlia zdorovia [Environmental pollution of the metallurgy industrial centre as a health risk factor]. *Doctor's thesis*. Novokuznetsk [in Russian].
- 2 Surzhikov, V.D., Surzhikov, D.V., & Golikov, R.A. (2013). Zagriaznenie atmosfernogo vozdukha promyshlennogo goroda kak faktor nekantserogenogo riska dlia zdorovia naseleniia [Air pollution of an industrial city as a non-carcinogenic risk factor for public health]. *Gigiena i sanitariia — Hygiene and sanitation, 1*; 47–49 [in Russian].
- 3 Abdullaev, N.A., & Fomenko, G.A. (2010). *Nauchno-metodicheskie osnovy sozdaniia innovatsionnoi sistemy v prirodokhrannoi sfere (kontrolno-nadzornaia deiatelnost)* [Scientific and methodological basis for the creation of an innovative system in the environmental sphere (control and supervision activities)]. Moscow: Nauka [in Russian].
- 4 Gurvich, V.B. Plotko, E.G., & Yarushin, S.V. (2007). Upravlenie riskom dlia zdorovia naseleniia pri tekhnologicheskome i sanitarno-tekhnicheskome perevooruzhenii promyshlennykh predpriatii [Management of risk to public health during technological and sanitary-technical re-equipment of industrial enterprises]. *Gigiena i sanitariia — Hygiene and sanitation, 3*; 18–20 [in Russian].
- 5 (2004). Rukovodstvo po otsenke riska dlia zdorovia naseleniia pri vozdeistvii khimicheskikh veshchestv, zagriazniaiushchikh okruzhaiushchuiu sredu: P 2.1.10.1920–04 [Guidance for assessing the risk to public health from exposure to environmental pollutants: P 2.1.10.1920-04]. Moscow: Federalnyi tsentr Gossanepidnadzora Minzdrava Rossii [in Russian].
- 6 Liapkalo, A.A., Dementev, A.A., & Tsurgan, A.M. (2014). Vliianie kachestva atmosfernogo vozdukha na zabolevaemost detskogo naseleniia goroda [Impact of atmospheric air quality on the incidence of children in the city]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia — Modern problems of science and education, 3*, 75–81 [in Russian].
- 7 Rakhmanin, Yu.A., Ivanov, S.I., & Novikov, S.M. (2007). Aktualnye problemy kompleksnoi gigienicheskoi kharakteristiki faktorov gorodskoi sredy i ikh vozdeistviia na zdorove naseleniia [Current problems of integrated hygienic characterization of urban environment factors and their impact on public health]. *Gigiena i sanitariia — Hygiene and sanitation, 5*, 5–7 [in Russian].
- 8 Setko, N.P., Nikolaeva, T.V., & Poliakova, V.S. (2016). Otsenka riska razvitiia autoimmunnykh zabolevaniy kozhi u naseleniia, prozhivaiushchego v usloviakh vozdeistviia razlichnogo urovnia antropogennoi nagruzki [Assessment of the risk of developing autoimmune skin diseases in a population living under the influence of various levels of anthropogenic load]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia — Modern problems of science and education, 6*, 64–71 [in Russian].
- 9 Boev, V.M., Kuksanov, V.F., & Bystrykh V.V. (2002). *Khimicheskie kantserogeny sredy obitaniia i zlokachestvennye novobrazovaniia* [Habitat chemical carcinogens and malignancies]. Moscow: Meditsina [in Russian].
- 10 Moreva, V.V. (2015). Problemy ekologicheskoi ustoichivosti regionov [Problems of environmental sustainability of regions]. V knige: *Ekologicheskie problemy. Evraziiskoe prostranstvo — In the book: Environmental Issues. Eurasian space*. Moscow: Moskovskii gosudarstvennyi universitet, 340–349 [in Russian].
- 11 Pivniak, G.G., Pashkevich, M.S., & Shashenko, D.A. (2015). Gornodobyvaiushchie predpriatii i regiony Ukrainy: ot ekologicheskoi i sotsialno-ekonomicheskoi depressii k ustoichivomu razvitiu [Mining enterprises and regions of Ukraine: from environmental and social and economic depression to sustainable development]. V knige: *Ekologicheskie problemy. Evraziiskoe pros-*

transtvo — In the book: *Environmental Issues. Eurasian space*. Moscow: Moskovskii gosudarstvennyi universitet, 228–245 [in Russian].

12 *Geograficheskoe raspolozhenie Karagandinskoi oblasti* [Geographical location of Karaganda region]. Retrieved from https://www.tripadvisor.ru/Attractions-g2350623-Activities-c47-Karagandy_Province.html [in Russian].

13 Akpambetova, K.M. (2005). *Fizicheskaia geografiia Tsentralnogo Kazakhstana* [Physical geography of Central Kazakhstan]. Karaganda [in Russian].

14 *Otchet ob okhrane atmosfernogo vozdukha // Informatsionnyi biulleten o sostoianii okruzhaiushchei sredy Respubliki Kazakhstan (Karagandinskaia oblast) za 2015–2017 gg.* [Report on the protection of atmospheric air, newsletter on the state of the environment of the Republic of Kazakhstan (Karaganda region) for 2015-2017]. Retrieved from <https://www.kazhydromet.kz/ru/ecology/ezhemesyachnyy-informacionnyy-byulleten-o-sostoyanii-okruzhayushey-sredy> [in Russian].

15 Golubnichii, A.A., & Zamulina, M.V. (2015). Normirovanie standartov kachestva atmosfernogo vozdukha (evropeiskii i rossiiskii opyt) [Normalization of air quality standards (European and Russian experience)]. *Politika, gosudarstvo i pravo - Politics, State and Law, 1*. Retrieved from <http://politika.snauka.ru/2015/01/2276> [in Russian].

16 Gazizova, A.O., Ibraeva, L.K., & Amanbekova, A.U. (2017). Zabolevaemost organov dykhatelnoi sistemy naseleniia Priaralia [Incidence of respiratory organs in the population of Aral Sea]. *Meditcina i ekologiia – Medicine and ecology, 3 (84)*, 50–57 [in Russian].