

Мадибеков А.С., Жәди А.Ә.

**Атмосфералық
жауын-шашындар
құрамындағы ауыр металдар**

Мақалада Қызылорда, Жамбыл және Оңтүстік Қазақстан аумағындағы жауын-шашынның ауыр металдармен ластану зерттеулерінің нәтижелері келтірілген. Осы аймақтарда орналасқан 6 метеорологиялық станциялардың мәліметтері қолданылған. Алматы қаласы гидрометеорологиялық мониторинг орталығының химия-аналитикалық зертханасы бөлімінен 2004 және 2009 жылдар аралығындағы орташаланған мәндері алынған. Зерттеу жұмысы барысында негізгі статистикалық әдістер қолданылды. Жауын-шашынның кеңістік және уақыттық негізгі сипаттамаларының өзгеруі заңдылықтары зерттеліп, атмосфералық жауын-шашындардың химиялық құрамы анықталды. Аталған үш аймақ бойынша жауын-шашынның ластану дәрежесі бағаланды. Жұмыстардың орындалу барысында ластану деңгейі ең жоғары аудандар Шымкент және Қазығұрт станциялары болып табылды. Қарастырылған ауыр металдардың қатарынан секіті мүмкіндік концентрациясынан кадмий ғана асады. Жауын-шашынның сапасын талдау барысында ластайтын заттардың қосымша әсер ету көздері қарастырылды.

Түйін сөздер: жауын-шашын, ауыр металдар, ластаушы заттар, мыс, қорғасын, мышьяк, кадмий.

Madibekov A.S., Zhadi A.O.

**The content of heavy metals in
precipitation**

In the article given the results of the research of heavy metal pollution of rain in Kyzylorda, Zhambyl and South Kazakhstan regions. The six meteorological stations of these regions has been used. There are obtained the average values of meteorological monitoring of chemical analytical laboratory of the Center of Almaty department between 2004 and 2009. During the research the basic statistical methods have been used. The changing rulers of space and time characteristics of the rainfall patterns were explored, the chemical composition of atmospheric precipitation was determined. The level of pollution of rain evaluated in these three regions. During the execution of the work, areas with the highest levels of pollution were Shymkent and Kazygurt stations. Only the number of concentration of heavy metals cadmium had provided. During the analysis of the quality of rainfall considered the impact of additional sources of pollutants.

Key words: rain, heavy metals, pollutants, copper, lead, arsenic.

Мадибеков А.С., Жәди А.Ә.

**Содержание тяжелых металлов
в атмосферных осадках**

В статье приводятся данные о загрязнении атмосферных осадков тяжелыми металлами в Южно-Казахстанской области. Используются данные шести метеорологических станций. Исследования проводились на основе данных химико-аналитической лабораторий за период 2004-2009 годы, выполнены общепринятыми статистическими методами. Выявлены основные закономерности пространственно-временного распределения основных характеристик химического состава атмосферных осадков. Определены районы наиболее подверженные загрязнению (МС Шымкент, МС Казыгұрт). Установлено, что имеет место превышения ПДК по тяжелым металлам, в частности по кадмию. В ходе исследования рассмотрены возможные источники загрязнения окружающей среды.

Ключевые слова: атмосферные осадки, тяжелые металлы, загрязняющие вещества, свинец, мышьяк, медь, кадмий.

АТМОСФЕРАЛЫҚ ЖАУЫН-ШАШЫНДАР ҚҰРАМЫНДАҒЫ АУЫР МЕТАЛДАР

Кіріспе

Жауын-шашын көптеген табиғи процестерде үлкен рөл атқарады. Ол атмосфера ауасынан түсетін аэрозольді ластаушы заттардың (ЛЗ) эффективті жинақтауышы болып табылады. Жергілікті бақылаулар кезінде және атмосфераға тасталыну есептеулері деректерімен байқауға алынбаған ластағыш заттар жауын-шашында бақылануы мүмкін. Жауын-шашынның сапасы, жер беті атмосфера ауасының әр түрлі ластаушы көздерінің әсерін жарыққа көрсетеді.

Жауын-шашынның сапасын талдау алынған аймақ бойынша ластайтын заттардың кеңістікте таралуын қадағалауға және қоршаған ортаның күйіне нақты өнеркәсіптік кәсіпорындары мен тағы да басқа нысандардың әсер ету аймақтарын анықтауға мүмкіндік береді. Жауын-шашынның химиялық құрамын зерттеу нәтижелері елеулі қашықтықтарға зиянды қосындылардың тасымалдануы туралы ақпарат бере алады.

Зерттеу ауданы

Оңтүстік Қазақстан территориясы қоңыржай белдеудің орта және оңтүстік ендіктерінде орналасқан. Географиялық орнына қарай шөлейт және шөл зоналары қалыптасқан. Атмосфералық жауын-шашындағы ауыр металдарды зерттеу барысында Оңтүстік Қазақстан территориясында орналасқан 6 метеорологиялық станциялар (Шымкент, Бурно-Октябрьское, Тараз, Арал, Қазығұрт, Төлеби) таңдалып алынды.

Бастапқы мәлімет және зерттеу әдісі

Берілген жұмыста Алматы қаласы гидрометеорологиялық мониторинг орталығының химия-аналитикалық зертханасы бөлімінің зертханалық зерттеулер нәтижелері пайдаланылған. Жауын-шашынның кеңістік және уақыттық негізгі сипаттамаларының өзгеруі заңдылықтары зерттеліп, атмосфералық жауын-шашындардың химиялық құрамы анықталды, сонымен қатар 2004-2009 жылдар аралығы кезеңіндегі аталған үш аймақ бойынша жауын-шашынның ластану дәрежесі

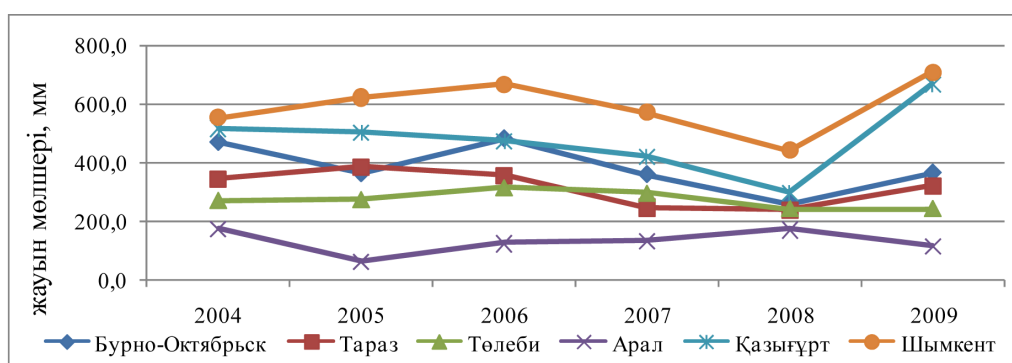
бағаланды. Зерттеу жұмысы барысында метеорологияда кеңінен қолданылатын статистикалық әдістер қолданылды

Нәтижелері және талдау

Қарастырылып отырған аумақ үшін ауыр металдардың кез келген ортада шоғырлануы мен таралуы және де жауын-шашынның мониторингін зерттеу үлкен қызығушылық тудырады. Осы аумақтардағы табиғи ортаның ауыр металдармен

ластануының негізгі өнеркәсіптік көздері болып қара және түсті металлургия кәсіпорындары, жанармай электрстанциялары және қазандықтар, мұнай өндіретін және өңдейтін кәсіпорындар, автокөлік және т.б. табылады.

Жауын-шашын. Зерттеу аумағындағы жауын-шашындардың мөлшерінің жыларалық тербелісі көрсетілген (1-сурет). Қарастырылған аймақта жауын-шашындардың жылдық қосындысының мөлшері 61,7 мм-ден және 708,3 мм-ге дейінгі аралықта өзгереді.



1-сурет – Жауын-шашынның жыларалық тербілісі, мм (2004-2009 жж.)

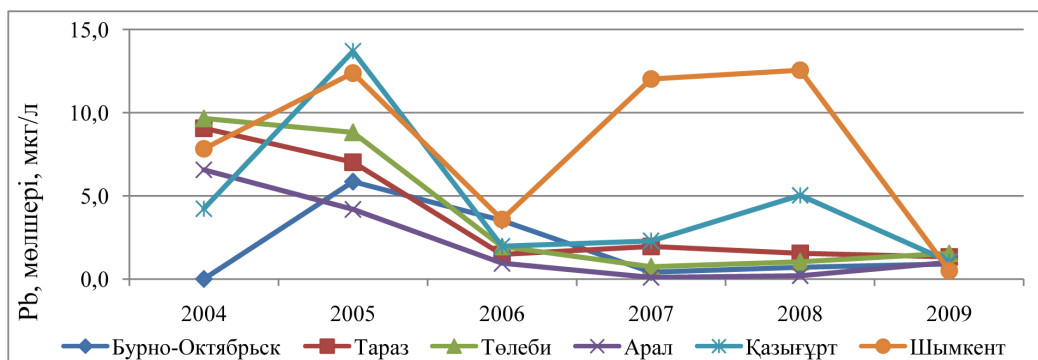
Бесжылдық бойынша көрсетілген станциялардағы жауын-шашынның жылдық мәндері берілген. Жауын-шашынның максимумы Шымкент станциясында 2009 жылы 708,3 мм мәнде байқалған. Минимум мәндері Арал станциясында 61,7 мм байқалған. Бұл осы аймақтардың географиялық ерекшеліктерімен түсіндіріледі. Жауын-шашын әр жылы әркелкі таралған.

Жауын-шашындағы микроэлементтердің мөлшері өте ауқымды диапазонда ауытқиды және ол ең алдымен антропогендік факторға тәуелді болады. Қызылорда, Жамбыл және Оңтүстік Қазақстан аумағы үшін ауыр металдардың кез келген ортада шоғырлануы мен таралуын, әсіресе жауын-шашынның мониторингісі негізінде зерттеу үлкен қызығушылық тудырады.

Металдар көптеген өнеркәсіптік, энергетикалық және автокөлік тасталымдарымен атмосферада шоғырланады және қоршаған ортаға осы тасталымдардың техногендік әсер етудің индикаторы болып табылады [1]. Қоршаған ортаның әр түрлі құрамдас бөліктеріндегі металдардың таралуы ластану көздерін және олардың әсер ету аймағын белгілейді [2].

Ауа атмосферасы құрамындағы металдардың шоғырлануын орташа тәуліктік концентрацияларымен анықтайды. Ауа сынамасын алу және оны қалалардың химиялық элементтерінің кең спектрінде талдау қиын жұмыстардың бірі болғандықтан, әдеттегідей металдар атмосфера ауасында қадағаланбайды. Одан басқа, күрделі өнеркәсіптік-қоныстық құрылыстарымен ірі қалалар жағдайындағы тұрақты бекеттердің шектеулі саны бүкіл территориядағы ластаушы заттардың кеңістікте таралу туралы дәйекті ақпаратты алуға рұқсат бермейді [3].

Қорғасын. Жауын-шашын құрамында қорғасынның ең көп шоғырлануы МС Қазығұртта 13,7 мкг/л 2005 жылы және МС Шымкентте 12,6 мкг/л 2008 жылы (2007 жылы 12,03 мкг/л), ал минималды мәндері МС Аралда – 0,1-02 мкг/л, 2007-2008 жылдары анықталған. Бұл осы аймақта қорғасынның аз мөлшері кәсіпорындардың болмауымен түсіндіріледі. Қорғасынның шекті мүмкіндік концентрациялары 30 мкг/л тең, метеостанциялардың көрсеткіштері бойынша бұл шектен аспаған (2-сурет).



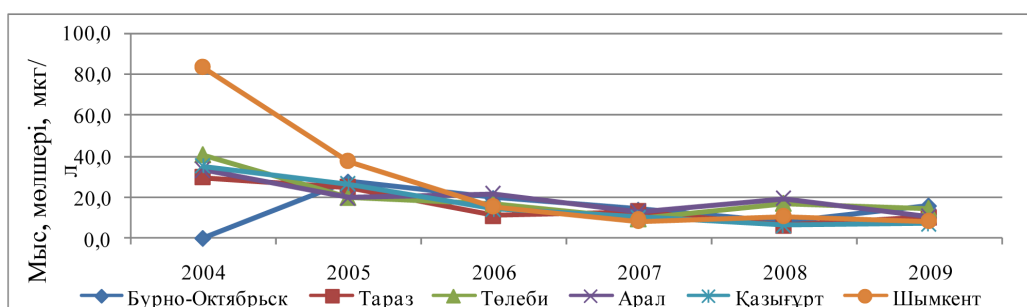
2-сурет – Қорғасынның жыларалық тербелісі, мкг/л (2004-2009 жж.)

Жауын-шашындағы қорғасынның шоғырлануының максимумдары полиметалл кендерін қарқынды өндірудің және олардың қайта өңдеуі аудандарының үстінде бақыланғанын көруге болады. Бұл ретте атмосфераға кеніштер аудандарынан шығатын шаң үлкен мөлшерде түседі. Сонымен қатар, балқу кезіндегі пайда болатын технологиялық газдар атмосфераға күкірт диоксиді мен шаңнан атмосфераға тасталынады, олар өз кезегінде мыс, қорғасын, мышьяк және т.б. ауыр металдардан тұрады.

Шымкент пен Қазығұрт үстіндегі қорғасынмен ластануының жергілікті ерекшеліктермен байланысты екенін байқауға болады. Жалпы айтқанда қорғасынның жүрісінде, әсіресе Шым-

кент қаласына сәйкес жылдан жылға өте үлкен мөлшерде ауытқиды, яғни соңғы жылдары қорғасынның мөлшері бірнеше рет азайғанын көре аламыз.

Мыс. Metallургиялық өнеркәсіп кеніште-рінің өндірулерімен ауаға түседі. Ол қатты заттардың тасталымдарында негізінде қосынды түрінде, көбінесе мыс оксиді ретінде болады. Жалпы алғанда, зерттеу аймағының орташа жылдық мыс концентрациялары мкг/л-ден (МС Тараз) 6,2 мкг/л (МС Шымкент) 83,4 арасында ауытқиды (3-сурет). Жауын-шашындағы мыс концентрациясының жоғары көрсеткіштері МС Шымкентте (83,4 мкг/л), Төле би (40,47 мкг/л), Қазығұртта (35,2 мкг/л) байқалған болатын (3-сурет).



3-сурет – Мыстың жыларалық тербелісі, мкг/л (2004-2009 жж.)

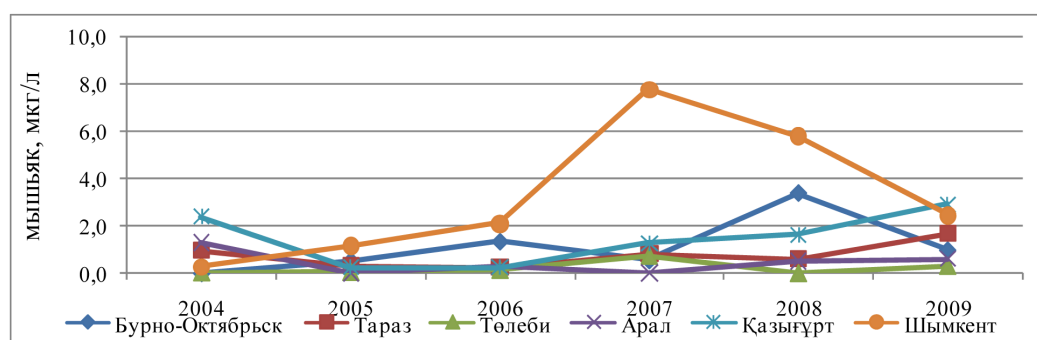
Мыстың жоғары концентрациялары қорғасынға қарағанда ондай жергілікті мәнге ие емес. Біз қарастырып жатқан аумақтың көп бөлігінде ол әдеттегіден жыл өткен сайын төмендеген. Осы жерде оның максимум мәндері Шымкент және Қазығұрт – Төлеби үстінде екені байқалды. Мүмкін мұндай айырмашылықтар мыстың атмосфераға металлургиялық ком-

бинаттардан ғана емес, сонымен қатар үлкен аумақ бойына шашылған кеніштерден түсетіндігімен айқындалады, қорғасынға қарағанда мыс атмосферада ұзағырақ тұрады. Шымкент қаласындағы мыстың жоғары шоғырлануы жақын орналасқан ПҚ «Оңтполиметалл» сияқты өнеркәсіп орталықтарының антропогенді әсерінен туындауы мүмкін, сонымен қатар

қорғасын өндіріп өндейтін кәсіпорындар (Шымкент). Мыстың минималды мәндері МС Тараз (6,2мкг/л), Арал (10,6 мкг/л), Бурно-Октябрьск (7,6мкг/л) екені белгілі болды. Барлық метеорологиялық станциялардың мәліметтері бойынша жылдан жылға мыстың мөлшері азайып келеді, ол жоғарыдағы суретте өте жақсы келтірілген.

Мышьяк. Негізгі антропогендік көздері өнеркәсіптік жұмыстарымен байланысты (металлдарды өңдеу, күкірт пен фосфорды өңдеудегі химиялық заводтар, көмірдің жануы, геотермалды электрстанциялар) және құрамында мышьяк бар пестицидтерді қолдану кезінде, әсіресе жеміс-жидек бақтарында. Мышьяқтың қоршаған ортаға түсуінің бірден бір көзі болып тау-кен байыту комбинаттары мен металлургиялық кәсіпорындардың қалдықтары, жуғыш заттар мен мұнай жағу табылады. Мышьяқтың

топырақтағы әрекеттесуі оның келіп түсуіне тура пропорционал болса, темір мен алюминийдің құрамы мен уақытына кері пропорционал болып келеді. Бұл элементтің улағыштық қасиеті оның топырақтағы ерітінді күйіндегі бар болуымен анықталады. Мышьяк минералды көздерден, мышьяк шығарып алатын жерлерден (мышьякті теміртас, аурипигмент), сонымен қатар полиметалды, мыс-кобальтті және вольфрамды типтерінің тотығу аумақтарынан және де көмірді жаққанда ауаға түседі. Мышьяқтың кейбір мөлшері топырақтан, сонымен бірге өсімдіктер мен жануарлар организмдерінің шіруі нәтижесінде пайда болады. Мышьяк қауіптілігі бойынша 2 кластыларға, яғни өте жоғары қауіпті заттарға жатады, оның ШМК 50 мкг/л тең [4]. Мышьяк мөлшері келесі суретте келтірілген (4-сурет).

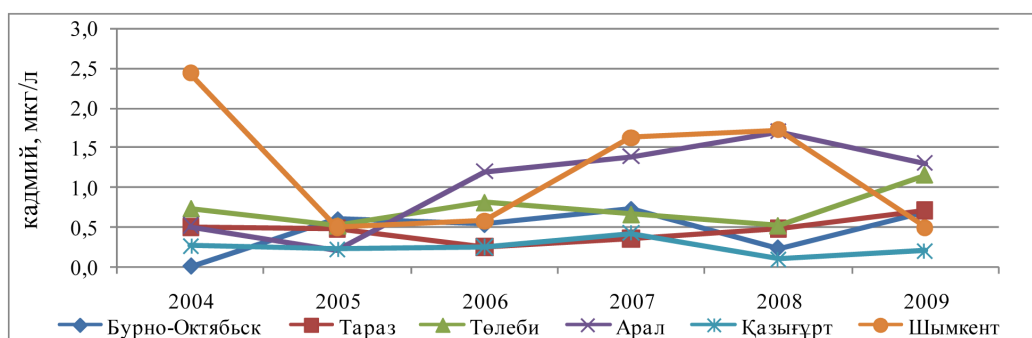


4-сурет – Мышьяқтың жыларалық тербелісі, мкг/л (2004-2009 жж.)

Атмосфералық жауын-шашынның құрамындағы мышьяқтың мөлшері басқа микроэлементтерге қарағанда жылдан жылға жоғарылағанын көруге болады. Мышьяқтың ең жоғары концентрациялары Шымкент қаласында, 2007 жылы 7,7 мкг/л дейін байқалған. Топырақ пен таулы жыныстардан түсу мүмкіндігіне қарамастан оның негізгі шығуы – Шымкент қаласындағы полиметаллды кендерді өңдеудегі кәсіпорындардың тасталымдары болып табылады, осындай жоғары концентрациялары өнеркәсіптік орындардың әсерімен түсіндіріледі. Аралда (0-0,3 мкг/л). МС Төле-биде мышьяқтың минималды мәні байқалды (0-0,05 мкг/л).

Кадмий. Кадмий өзінің физикалық және химиялық қасиеттеріне байланысты элементі техника мен өнеркәсіпте өте кең қолданысқа ие болды (әсіресе, ХХ ғасырдың 50-ші жылдарынан бастап). Оның негізгі қолданылу жерлері болып: кара металдардың үстіне анти-

коррозиялық кабат жағу үшін (кадмирлеу д.а.), әсіресе олардың теңіз суымен әрекеттескенде, сонымен бірге никель-кадмийлі электрлік аккумуляторларды жасауда табылады. Кадмий атомды реакторлардың өзек-баяулатқыштарында қолданылады, кадмийдің кейбір қосындылары жартылай өткізгіштік қасиеттерге ие және т.б. Кадмий көп уақыт бойы бояғыш (пигменттердің) және пластмассаны өндіру кезіндегі (негізінен полихлорвинилдің) стабилизатор ретінде пайдаланылды, бірақ қазіргі уақытта оның улағыштық қасиетінен осы мақсатта көп қолданыла бермейді. Кадмий металлургия кәсіпорындарының тасталымдар құрамында, химиялық кәсіпорындар қатарында (күкірт қышқылын өндіру), қорғасынды-цинктік заводтарда және т.б. кездеседі. Адам денсаулығына және тірі организмдеріне өте қауіпті элемент болып табылады. Келесі суретте кадмийдің жылдар бойынша таралуы келтірілген (5-сурет).



5-сурет – Кадмийдің жыларалық тербелісі, мкг/л (2004-2009 жж.)

Кадмийдің жоғары концентрация облыстары Шымкентте орналасқан, яғни қорғасын концентрациясымен ұқсас болып келеді. Кадмийдің шекті мүмкіндік концентрациялары 1 мкг/л, сонымен Шымкент қаласында бірнеше есе ШМК мөлшерінен жоғары болғанын байқаймыз, яғни 2004 жылы 2,5 есе, 2008 жылы – 1,8 есе. Осындай жоғары концентрацияларға тағы Арал метеорологиялық станциясында байқалған, яғни 2006 жылдан бастап 2009 жылға дейін, кадмийдің концентрациялары ШМК-дан асып келеді. Бұл көрсеткіш жалпы атмосфера ластануын көрсете отырып, жалпы экологиялық жағдайды сипаттауға мүмкіндік береді.

Қорытынды

Зерттеу аймағы бойынша жауын-шашын құрамында ауыр металдардың шоғырлануын зерттеудегі алынған бесжылдық деректер негізінде келесі анықталды: жұмыстардың орындалу ба-

рысында ластану деңгейі ең жоғары аудандар Шымкент және Қазығұрт станциялары болып табылды. Осы аудандарда қорғасын, кадмий және мышьяқтың көп шоғырлануының себебі жергілікті өнеркәсіп ошақтары болуы мүмкін. Жоғары шоғырланудың облыстары біркелкі емес. Оңтүстік Қазақстан аумақтары бойынша антропогендік әрекеттердің әр түрлі ықпал етулеріне байланысты жауын-шашындағы ластаушы заттардың (As, Cd, Cu, және т.б.) жинақталуы да әрқелкі екені көрсетілді. Урбандалған аймақтарда олардың жиналуы фондыққа қарағанда бірнеше есе жоғары болып келеді.

Қарастырылған ауыр металдардың қатарынан шекті мүмкіндік концентрациясынан кадмий ғана асады. Басқа ауыр металдардың концентрациялық өзгерісі және мөлшері айтарлықтай емес. Кадмий өте қауіпті метал болғандықтан және зерттелген ауданда жоғары концентрациясы байқалғанына қарай жекелей зерттеуді қажет етеді.

Әдебиеттер

- 1 Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 123 б.
- 2 Ревич Б.А., Саэт Ю.Е., Смирнова Р.С., Сорокина Е.П. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 78 б.
- 3 Буштуева К.А., Парцеф Д.П., Беккер А.А., Ревич Б.А. Выбор зон наблюдений в крупных промышленных городах для выявления влияния атмосферных загрязнений на здоровье населения // Гигиена и Санитария. – 1964. – № 1. – С. 4-6 б.
- 4 Глинка Н.Л. Общая химия. – Л.: Химия, 1987. – 718 б.

References

- 1 Vasilenko V.N., Nazarov I.M., Fridman Sh.D. Monitoring zagryazneniya snezhnogo pokrova. – L.: Gidrometeoizdat, 1985. – 123 b.
- 2 Revich B.A., Saet Yu.E., Smirnova R.S., Sorokina E.P. Metodicheskie rekomendatsii po geohimicheskoi otsenke zagryazneniya territorii gorodov himicheskimi elementami. – M.: IMGRE, 1982. – 78 b.
- 3 Bushtuyeva K.A., Partsef D.P., Bekker A.A., Revich B.A. Vybora zon nablyudeniya v krupnyh promyshlennyyh gorodakh dlya vyiyavleniya atmosferynyh zagryazneniy na zdorove naseleniya // Gigienai Sanitariya. – 1964. – № 1. – S. 4-6b.
- 4 Glinka N.L. Obshaiya himiya. – L.: Himiya, 1987. – 718 b.