

**Құрманова М.С.<sup>1</sup>, Мадібеков А.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,  
Қазақстан, Алматы қ., e-mail: meruert.kurmanova@mail.ru  
<sup>2</sup>«География институты» ЖШС Гидрохимия және экотоксикология  
лабораториясы, Қазақстан, Алматы қ., e-mail: madibekov@mail.ru

## **ІЛЕ-БАЛҚАШ БАССЕЙНІНДЕГІ АТМОСФЕРАЛЫҚ ЖАУЫН-ШАШЫННЫҢ ХИМИЗМІНІҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ СИПАТТАМАСЫ**

Атмосфералық жауын-шашын табиғи сулардың қалыптасуында үлкен рөл атқарады. Бір жағынан алып қарағанда, атмосфералық жауын-шашын көптеген химиялық элементтердің суға түсуінің тікелей көзі болса, екінші жағынан, жауын-шашынның топырақпен және судағы заттармен әрекеттесуі табиғи сулардың химиялық элементтермен қосымша байытылуына көмектеседі. Табиғи сулардың химиялық құрамының қалыптасуында және су экосистемасында жауын-шашынның атқаратын рөлі орасан зор мағынаға ие. Беткей суларының қалыптасуындағы алғашқы көзі атмосфералық жауын-шашын және ол өз кезегінде судың химиялық құрамының қалыптасуына да ықпал етеді.

Іле Балқаш бассейніндегі метеорологиялық станциялардың 1985 – 1996 және 2000 – 2011 жж. бойынша атмосфералық жауын-шашынның химиялық құрамына салыстырмалы сипаттамасы берілді. Соңғы жылдары ластаушы заттардың жоғарылауы байқалды, оның ішінде кейбір ауыр металдар шектік мүмкіндік концентрациясынан асты.

**Түйін сөздер:** атмосфералық жауын-шашын, беткей сулары, ауыр металдар, аниондар, катиондар.

Kurmanova M.S.<sup>1</sup>, Madibekov A.S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh national university,  
Kazakhstan, Almaty, e-mail: meruert.kurmanova@mail.ru  
<sup>2</sup>Head of the Laboratory of Hydrochemistry and Ecotoxicology,  
LLP «Institute of Geography», Kazakhstan, Almaty, e-mail: madibekov@mail.ru

### **The comparative characteristic of chemism of the atmospheric precipitation in the Ili-Balkhash basin**

Atmospheric precipitation has an important role in formation of the chemical composition of natural waters. On the one hand, an atmospheric precipitation is a direct source in reservoirs of many chemical elements, with another – interaction of rainfall with soils and breeds on a reservoir leads to additional enrichment of natural waters chemicals. Clarification of a role of rainfall in formation of the chemical composition of natural waters is of great importance for understanding of functioning of water ecosystems. Loss of the atmospheric precipitation which is the primary source of a surface water in very big measure influences also the chemical composition of the last.

The comparative characteristic of the chemical composition of atmospheric precipitation is given during 1985-1996 and 2000-2011 according to the data of weather stations in the Ili-Balkhash basin. Recently pollutants has been increased, including some heavy metals have exceeded threshold limit value.

**Key words:** atmospheric precipitation, surface water, heavy metals, anions, cations.

Құрманова М.С.<sup>1</sup>, Мадібеков А.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
Казахстан, г. Алматы, e-mail: meruert.kurmanova@mail.ru

<sup>2</sup>лаборатории гидрохимии и экотоксикологии, ТОО «Институт географии»,  
Казахстан, г. Алматы, e-mail: madibekov@mail.ru

### Сравнительная характеристика химизма атмосферных осадков в Или-Балхашском бассейне

Атмосферные осадки играют важную роль в формировании химического состава природных вод: они являются непосредственным источником поступления в водоемы многих химических элементов, с другой стороны, именно взаимодействие осадков с почвами и породами на водосборе приводит к дополнительному обогащению природных вод химическими веществами. Выяснение роли осадков в формировании химического состава природных вод имеет большое значение для понимания функционирования водных экосистем. Выпадение атмосферных осадков, являющихся первоисточником поверхностных вод, в очень большой мере влияет и на химический состав последних. Дана сравнительная характеристика химического состава атмосферных осадков, по данным 1985-1996 гг. и 2000-2011 гг. метеостанции Или-Балхашского бассейна. В последнее время наблюдалось увеличение загрязняющих веществ, при этом некоторые тяжелые металлы превысили предельно допустимую концентрацию.

**Ключевые слова:** атмосферные осадки, поверхностные воды, тяжелые металлы, анионы, катионы.

#### Кіріспе

Қазіргі таңда жауын-шашынның химиялық құрамы өзекті тақырыптардың бірі болғандықтан кеңінен талқылануда. Атмосфералық жауын-шашын беткей және жерасты сулары түзілуінің негізгі факторы болып табылады. Атмосфералық су химиялық тұрғыда аз зерттелген. Қазақстанда бұл тақырыпта зерттеулер бұрын-соңды жүргізілмеді. Ресейде жауын-шашындағы ион концентрациясының суға қаншалықты мөлшерде түсетін арақатынасын С.П. Китаев зерттеген (Китаев, 2007: 395).

Беткей суларының, көлдер, су қоймалары, теңіздердің құрамы климаттық және геоморфологиялық факторларға, топырақтық-геологиялық жағдайға, сондай-ақ гидромелиоративті шараларға байланысты. Су құрамына келесілер кіреді: басым түрде ион, молекула және кешен түріндегі тұздар; органикалық заттар – молекулалық қосылыстар мен коллоидтық күйдегі; газдар – молекула және гидраттық қосылыстар түрінде; гидро-бионттар (планктон, бентос, нейстон, пагон); Қалыпты жағдайда табиғи сулар құрамына топырақты, гипсті, әкті, құмды бөлшектерден тұрады; коллоидтық тұрғыда – әртүрлі органикалық түрдегі заттар, гуматтардан тұрады; еріген түрде негізінен минералды тұздардан құралады. Табиғи сулардың химиялық құрамы жоғарыда аталған иондық-молекулалық және коллоидтық күйіне байланысты бес топқа жіктеледі: аз мөлшерде болатын негізгі иондар (натрий  $\text{Na}^+$ , калий  $\text{K}^+$ , кальций

$\text{Ca}^{2+}$ , магний сульфаты  $\text{SO}_4^{2-}$ , карбонаттар  $\text{CO}_3^{2-}$ , хлоридтер  $\text{Cl}^-$ , гидрокарбонат  $\text{HCO}_3^-$ ); еріген газдар (азот  $\text{N}_2$ , оттегі  $\text{O}_2$ , көміртегі диоксиді  $\text{CO}_2$ , метан  $\text{CH}_4$ , күкіртті сутек  $\text{H}_2\text{S}$  және т.б.); биогенді элементтер (фосфор, азот, кремнийдің қосылыстары); микроэлементтер (қалған барлық химиялық элементтердің қосылыстары); органикалық заттар (Алексеев А.И. Химия воды. – СПб: СЗТУ, 2001.) болады.

Беткей суларындағы шөгінді заттар бірнеше бірліктен ондаған мың мг/л-ге дейін өзгереді. Сырдарияның төменгі бөлігінде жоғарыда аталған шөгінді заттар 12 – 14 г/л-ді құрайды. Өзен суларында тұздар 1,5 г/л-ден аспайды. Тұздардың минимальді мөлшері беткейлік қоректенетін Печора, Сев, Двина, Кола өзендеріне, ал максимальді жерасты суларымен қоректенетін Кура, Терек, Риони өзендеріне тән. Өзен суларында органикалық заттар беткей суларымен қоректенетін өзендерде 150 мг/л-ге дейін жетеді. Көлде тұздың мөлшері 30 мг/л (Онежское) – 5820 мг/л (Ыстықкөл) өзгереді. Су қоймаларында органикалық заттар планктондардың болуы жоғары (Nriagu, Harvey, 1978: 224).

#### Зерттеу нысаны

Іле өзені су алабы Қазақстан Республикасының оңтүстік-шығыс аймағында орналасқан және оған Алматы облысының аумағы мен Қытай Халық Республикасының (ҚХР) солтүстік-батыс шет аймағы кіреді.

Су алабының солтүстік шекарасы – Балқаш көлі; солтүстік-шығысында – Сарыесік-Атырау, Мойынқұм құмдары; шығысында – Малайсары, Алтынемел, Қояндытау, Тоқсанбай, Тышқантау жоталары; елдің тыс аумағында – Борохоро, Еренқабырға, Нарат және Халықтау жоталары бойынша; оңтүстігінде суайрық Теріскей, Күнгеі Алатау және Іле Алатау жоталарының сілемдері бойынша; батысында Жетіжал, Кіндіктас жоталары, Шу-Іле суайрығымен өтеді. Іле өзені алабының суайрық сызығының жалпы ұзындығы шамамен – 2,2 мың км.

Балқаш өңірі Іле өзенінің алқабы мен оның Балқаш көліне құяр жеріне дейінгі аймақты алып жатыр. Бұл аймақ «Іле аңғары» деп те аталады. Іле аңғары топырақтың ұзақ эрозияға ұшырағанынан пайда болған, ежелгі қазаншұңқыры кайнозой эрасында қалыптасқан. Іле-Балқаш өңірінің солтүстігінде Балқаш көлі, батысында Шу-Іле таулары, оңтүстігінде Іле-Алатауы, оңтүстік-шығысында Жоңғар Алатауы, шығысында Балқаш маңы жазықтары қоршап жатыр. Жер бедерінің биіктігі теңіз деңгейінен 350 метрден 600-700 метр биіктікте жатыр (Горбунова, 1990: 227).

### Зерттеу әдісі

Жауын-шашын сынамаcы станцияларда біртүрлі құрылғылар мен әдіснамалар арқылы анықталады. Ол жинау ұзақтығына және белгілі бір жағдайларға байланысты келесідей болады: сынамаcларда рН шамасы және үлесті электрөткізгіштік жауын жауу кезінде өлшенеді және оперативті түрде қолданылады, жинау ұзақтығы бірнеше минуттан бірнеше сағаттарға дейін созылады, сұйық және қатты жауын-шашындарға байланысты сынамаcлар алынады.

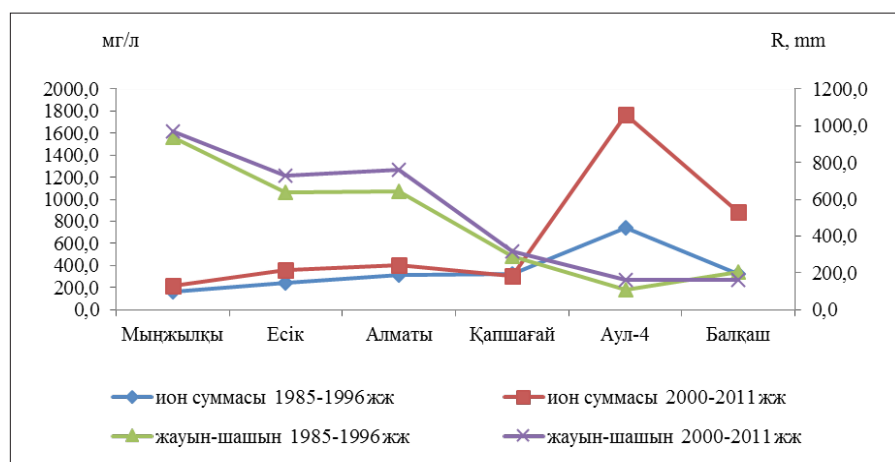
### Зерттеу нәтижесі және талдау

Көптеген заттар суда ерігенде оң және теріс зарядталған иондарға бөлінеді. Оң зарядталған иондар катиондар, ал теріс зарядталған иондар аниондар деп аталады. Гидрохимияда ион суммасы кеңінен пайдаланылады. Ион суммасы дегеніміз – барлық иондардың литрдегі миллиграммдық арифметикалық суммасы.

Ион мен жауын-шашын суммасының жүрісі 1-суретте келтірілген.

1-суретке сәйкес ион суммасы 1985 – 1996 жж. қарағанда 2000 – 2011 жж. барлық метеостанцияларда 2-3 есеге өсті. Ион және жауын-шашын суммасының жүрісінен өткен кезеңде де, қазіргі кезеңде де кері пропорционал байланысты көреміз. Яғни, ион суммасы өскен сайын жауын-шашынның азаю заңдылығы байқалды. Зерттелген метеостанцияларды жеке-жеке талдайтын болсақ, келесі жағдай орын алады.

Мыңжылқы (3017 м): 1985 – 1996 жж. ион суммасы 161,5 мг/л, ал 2000 – 2011 жж. аралығында 218,3 мг/л. Салыстырып талдағанда ион концентрациясы 1985 – 1996 жж. қарағанда 2000 – 2011 жж. 56,8 мг/л-ге, ұлғайды. Мыңжылқы тауда биікте орналасқан метеостанция болғандықтан жазықта орналасқан метеостанциялармен салыстырғанда ластаушы ион концентрациясы салыстырмалы түрде аз. Оның басты себебі, адам шаруашылығының әрекеті байқалатын аудандардан тысқары оқшау орналасқандығымен түсіндіріледі. Дегенмен, ластаушы заттардың трансшекаралық тасымалданатыны белгілі, сондықтан қазіргі уақытта (2000 – 2011 жж.) ион суммасының концентрациясының өткен уақытпен (1985 – 1996 жж.) өскені байқалды.



1-сурет – 1985-1996 жж. мен 2000-2011 жж. ион және жауын-шашын суммасы

Есік (1098 м): 1985 – 1996 жж. ион суммасы 242,5 мг/л, ал 2000 – 2011 жж. аралығында 359,7 мг/л-ге тең болды. Екі өткен және қазіргі кезеңді салыстырып қарасақ, ион мөлшері 117,2 мг/л-ге өскен, пайыз есебінде 48,3 %-ға өсті.

Алматы (847 м): 1985 – 1996 жж. ион суммасы 313,5 мг/л, ал 2000 – 2011 жж. 402,2 мг/л болды. 1985 – 1996 жж. мен 2000 – 2011 жж. ион мөлшері салыстармалы түрде кейінгі кезеңде 88,7 мг/л-ге, 28,3 %-ға өскен.

Қапшағай (496 м): 1985 – 1996 жж. ион суммасы 326,4 мг/л, ал 2000 – 2011 жж. аралығында 308,6 мг/л болды. Салыстырмалы түрде өткен кезеңнен қарағанда қазіргі таңда ион концентрациясы 17,8 мг/л-ге, пайыз есебінде 5,5 % кеміді.

Аул-4 (362 м): 1985 – 1996 жж. ион суммасы 743,9 мг/л, ал 2000 – 2011 жж. аралығында 1767,6 мг/л-ге тең болды. Екі өткен және қазіргі кезеңді салыстырып қарасақ, ион концентрациясы 1023,7 мг/л-ге өскен, пайыз есебінде 137,6 % өсті. Бұл ион концентрациясының 3 есеге өскенін және үлкен мәнді көрсеткіш екенін көрсетеді. Бұдан шығатын қорытынды ион суммасының концентрациясының өсуі тікелей адам шаруашылығына байланысты.

Балқаш (350 м): 1985 – 1996 жж. ион суммасы 321,8 мг/л, ал 2000 – 2011 жж. 883,1 мг/л болды. 1985 – 1996 жж. мен 2000 – 2011 жж. ион концентрациясы салыстармалы түрде кейінгі кезеңде 561,3 мг/л, 174,4 %-ға өсті.

Атмосфералық жауын-шашындар табиғи сулардан басым иондар түрі бойынша да ерекшеленеді. Аниондарда сульфаттар мен гидрокарбонаттар, ал катиондар арасында кальций мен натрий басым болады.

1985 – 1996 жж. және 2000 – 2011 жж. кезеңдеріндегі аниондардың (күкірт сульфаты, хлор,

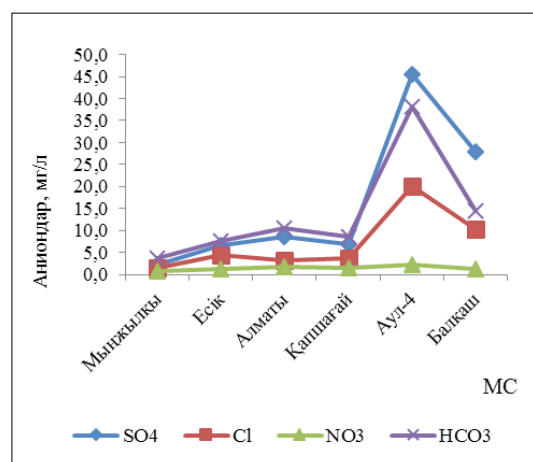
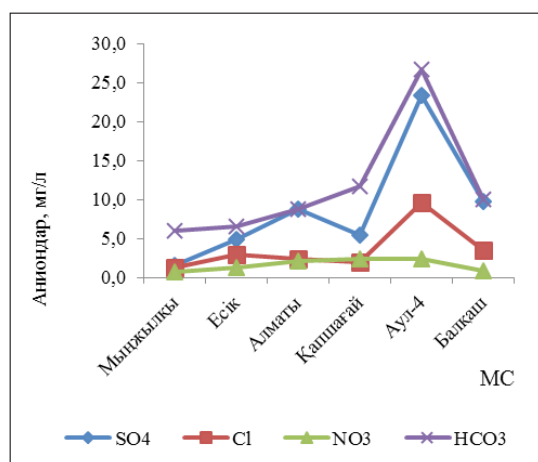
азот нитраты, гидрокарбонат) орташа концентрациясы мен жауын-шашын мөлшерінің жүрісі 2-суретте келтірілген.

2-суреттерге сәйкес аниондардың орташа концентрациясы мен жауын-шашын мөлшері кері пропорционал заңдылықта. Жауын-шашын мөлшері кеміген сайын аниондардың концентрациясы артқаны бақыланды. Өткен және қазіргі кезеңді салыстыра қарағанда екі кезеңде де аниондардың орташа концентрациясы Аул-4 метеостанциясында өте жоғары екені көрінді. Өндіріс аймағы болып табылатын Балқаш метеостанциясында да анион концентрациясы жоғары. Соңғы кезеңде 2000 – 2011 жж. анион концентрациясының 2-3 есеге дейін өскені бақыланды.

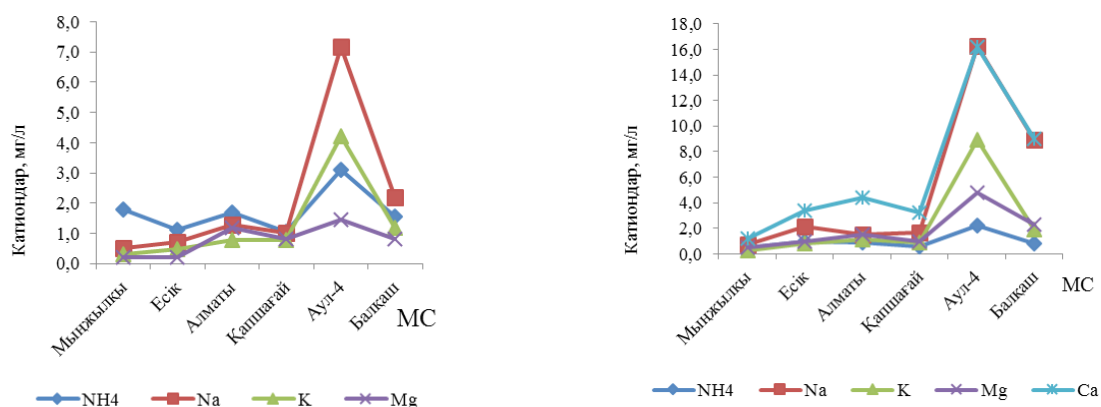
1985 – 1996 жж. және 2000 – 2011 жж. кезеңдеріндегі аниондардың (күкірт сульфаты, хлор, азот нитраты, гидрокарбонат) орташа концентрациясы мен жауын-шашын мөлшерінің жүрісі 3-суретте келтірілген.

1. 3-суретте өткен және қазіргі кезеңді салыстырмалы түрде талдағанда, 1985 – 1996 жж. мен 2000 – 2011 жж. екі кезеңде де кері пропорционалдылық заңдылығымен жауын-шашын мөлшері төмендегенде катиондардың концентрациясы өскені бақыланды. Екі кезеңде де катионның орташа концентрациясы өте жоғары көрсеткіші Аул-4, Балқаш метеостанциясында бақыланды. Жалпы алғанда барлық қарастырылған метеостанцияларда катионның орташа концентрациясы 2-2,5 есеге өсті (Таблицы химического состава суммарных проб атмосферных осадков 1985–1996 гг. ТХО-5.: 12-60 с.).

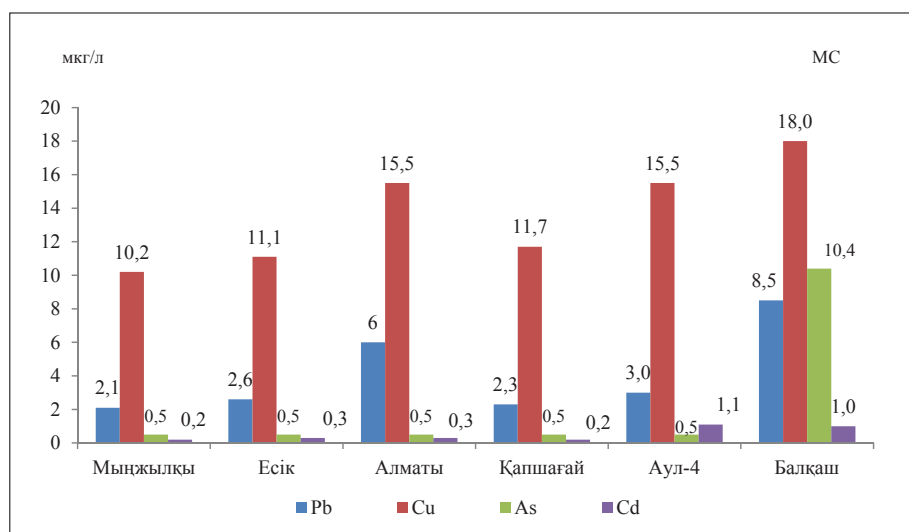
Атмосфералық жауын-шашындағы микроэлемент концентрациясы 4-суретте келтірілген.



2-сурет – Аниондардың орташа концентрациясы 1985 – 1996 жж., 2000 – 2011 жж.



3-сурет – Катиондардың орташа концентрациясы 1985 – 1996 жж., 2000 – 2011 жж.



4-сурет – Атмосфералық жауын-шашындағы микроэлемент концентрациясы 2000 – 2011 жж.

Атмосфералық жауын-шашындағы ауыр металдар концентрациясы жазықтықта, өнеркәсіп орнына жақын орналасқан станцияларға карағанда, жоғарыда орналасқан станцияларда төмен болды. Қорғасын 2,1-8,5 мкг/л, мыс 10,2-18,0 мкг/л, мышьяк 0,5-10,4 мкг/л, кадмий концентрациялары 0,2-1 мкг/л аралығында өзгерді. Балқаш және Аул-4 станцияларында ауыр металдардың концентрациясы жоғары болды. Кадмий концентрациясы шектік мүмкіндік концентрациядан Аул-4 1,1 мкг/л, Балқашта 1 мкг/л-ден асты. Қорғасын концентрациясы Алматыда 6 мкг/л және Балқашта 8,5 мкг/л-дан жоғары көрсеткіштерге ие болды. Алматы қаласында қорғасын мөлшерінің жоғары болуы автокөліктен шығатын зиянды заттарға байланысты болса, Балқашта тек қорғасын концентрациясы ғана емес, бүкіл микроэлемент

концентрациясының жоғары болуы Балқаштың еліміздегі түсті металлургияның ең маңызды орталықтарының бірі болуымен түсіндіріледі.

### Қорытынды

Атмосфералық жауын-шашынның химиялық құрамын өткен кезеңмен 1985 – 1996 жж. салыстырғанда қазіргі кезеңде 2000 – 2011 жж. барлық заттар бойынша (аниондар – сульфаттар, хлоридтер, нитраттар; катиондар – аммоний, натрий, калий, кальций, магний) 2-3 есе өсу байқалды. Яғни, соңғы уақыттарда экологиялық жүктеменің күрт өскені бақыланды. Экологиялық жүктеменің 2-3 есеге өсуі тікелей адам шаруашылығының әрекетіне байланысты. Оған дәлел, Балқаш кен-металлургия комбинатының 1990 жылдардың басындағы жыл сайынғы

қалдығы жылына 280-320 мың тоннаны құраса, қазіргі уақыттағы тасталым мөлшері жылына 582-600 мың тоннаны құрайды. Қалдық мөлшері 2-3 есеге артқандықтан, сәйкесінше атмосферадағы және атмосфералық жауын-шашындағы ластаушы заттар концентрациясы өткен кезеңмен салыстырғанда 2-3 есеге артқан.

### Әдебиеттер

- Агаджанян Н.А. Человек и биосфера. – М.: Знание, 1996. – 256 с.  
 Алексеев А.И. Химия воды. – СПб.: СЗТУ, 2001.  
 Антонченко В.Я. Физика воды. – Киев: Наукова думка, 1986.  
 Nriagu J. O., Harvey H. H. Isotopic variation as an index of sulfur pollution in lakes around Sudburi. – Ontario: Nature, 1978. – 224 p.  
 Parker F. Z. Thermal pollution consequences of implementation of the presidents energy message on increased coal utilization, – Environ, Health, 1979. – 314 с.  
 РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М., 1991. – 693 с.  
 Власова Т.В. Физическая география частей света. – М.: Учпедгиздат, 1961. – 588 с.  
 Дроздова В.М. Характеристика минерализации и химического состава атмосферных осадков, собранных в разных пунктах СССР. // Труды ГГО, 1962. – Вып. 134. – С. 38-47.  
 Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. – М.: Гидрометеиздат, 1984. – 560 с.  
 Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан. // Министерство охраны окружающей среды. – Алматы: Казгидромет, 2005. – Вып. 1-12. – 55 с.  
 Коренева В. И. Натрий и калий в речных водах. – СССР: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. хим. наук. Новочеркасск, 1977. – 24 с.  
 Мадібеков А.С. «Современные проблемы экологии и устойчивое развитие общества»: материалы международной научно-практической конференции. – Алматы: Казак университеті, 2010. – С. 216-220.  
 Никаноров А. М., Федоров Ю. А. Стабильные изотопы при выявлении путей и источников поступления загрязняющих веществ в поверхностные воды // Водные ресурсы, 1987. – № 4. – 164 с.  
 Природные ресурсы Или-Балкашского региона //Сб. научных трудов / под ред. А.П. Горбунова – Алматы: Наука КазССР, 1990. – 227 с.  
 Ресурсы поверхностных вод СССР. Центральный и Южный Казахстан. Бассейн озера Балкаш. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. Т. 13, вып. 2. – 643 с.  
 Таблицы химического состава суммарных проб атмосферных осадков 1985-1996 гг. ТХО-5. – 12-60 с.  
 Юнге Х.Е. Химический состав и радиоактивность атмосферы. – М.: Мир, 1965. – 252 с.

### References

- Agadzhanyan, N.A. Chelovek i biocfera. – M.: Znanie, 1996. – 256 s.  
 Alekseev A.I. (2001) Chemistry of water [Himiya vodyi]. – SPb: SZTU.  
 Antonchenko V.Ya. (1986) [Fizika vodyi]. – Kiev: Naukova dumka.  
 Nriagu J.O., Harvey H.H. (1978) Isotopic variation as an index of sulfur pollution in lakes around Sudburi. – Ontario: Nature, 1978. – 224 p.  
 Parker F.Z. (1979) Thermal pollution consequences of implementation of the presidents energy message on increased coal utilization, – Environ, Health. – 314 s.  
 PD 52.04.186-89. Pukovodctvo po kontpolyu zagpyazneniya atmocfepy. – M., 1991. – 693 s.  
 Vlasova T.V. (1961) Fizicheskaya geografiya chastej sveta. – M: Uchpedizdat. – 588 s.  
 Dpozdova V.M. Napaktepictika minepalizacii i himicheckogo coctava atmocfepnyh ocadkov, cobpanyh v paznyh punktah CCCP. // Tруды GGO, 1962. – Vyp.134. – S.38-47.  
 Izraehl' YU. A. EHkologiya i kontrol' sostoyaniya prirodnoj sredy. – M.: Gidrometeoizdat, 1984. – 560 s.  
 Infopmacionnyj byulleten' o sostoyanii okruzhayushchej credy Pespubliki Kazakhstan. // Minictepectvo ohpany okpuzhayushchej cpedy. – Almaty: Kazgidpomet.– 2005. – Vyp. 1-12. – 55 s.  
 Koreneva V.I. (1977) [Natrij i kalij v rechnyh vodah]. – SSSR: Avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. him. nauk. Novoчеркасск. – 24 s.  
 Madibekov, A.C. «Covpemennye ppoblemy ehkologii i uctoichivoe pazvitie obshhchestva»: matepialy mezhdunapodnoj nauchno-ppakticheckoj konfepencii. – Almaty: Kazak Univerciteti, 2010 – S.216-220..  
 Nikanorov A. M., Fedorov YU. A. Stabil'nye izotopy pri vyyavlenii putej i istochnikov postupleniya zagryaznyayushchih veshchestv v poverhnostnye vody. – Vodnye resursy, 1987, № 4, 164 s.  
 Prirodnye resursy Ili-Balkashskogo regiona //Sb. nauchnyh trudov / Pod red. A.P. Gorbunova. – Almaty: Nauka KazSSR, 1990.- 227 s.  
 Resursy poverhnostnyh vod SSSR. Central'nyj i YUzhnyj Kazahstan. Bassejn ozera Balkash.-L.: Gidrometeoizdat, 1970. T.13, vyp.2 – 643 s.  
 Tablicy himicheskogo sostava summarnyh prob atmofernyh osadkov 1985-1996 gg. THO-5. – 12-60 s.  
 YUнге, H.E. Himicheckij coctav i radioaktivnoct' atmocfery. – M.: Mir, 1965. – 252 s.

