

Молдахметов М.М.,
Махмудова Л.К., Мусина А.К.,
Бекбауова Ж.П.

**Иле Алатауының солтүстік
беткейінің негізгі өзендерінің
жылдық ағындысы мен
климаттық элементтерінің
көпжылдық өзгерістері**

Moldakhmetov M.M.,
Makhmudova L.K., Mussina A.K.,
Bekbauova J.P.

**Long-term changes in climatic
elements and the annual flow of
the main rivers of northern slope
of Ile Alatau**

Молдахметов М.М.,
Махмудова Л.К., Мусина А.К.,
Бекбауова Ж.П.

**Многолетние изменения
климатических элементов
и годового стока основных рек
северного склона Иле Алатау**

Мақалада климаттық элементтердің аймақтық өзгерісін бағалау үшін, Іле Алатауының солтүстік беткейінің негізгі өзендері алып жатқан аймақ бойынша РМК «Қазгидромет» мекемесіне қарасты метеостанциялар және гидрологиялық бекеттер бойынша ауа температурасының, жауын-шашынның және жылдық ағындының көпжылдық өзгерістері қарастырылды. Сондай-ақ, өзендерінің жылдық ағындысы, ағынды қалыптастырушы факторлары, олардың уақыт және кеңістік бойынша өзгеру заңдылықтарына талдау жасалынды.

Түйін сөздер: жылдық ағынды, ауа температурасы, жауын-шашын, бағыттық өзгерістер, ағындының көпжылдық өзгерісі, сызықтық тренд.

The article describes the long-term changes in air temperature, precipitation and annual runoff of major rivers of northern slope of Ile Alatau according to meteorological stations and hydrological posts RSE Kazhydromet to assess regional changes in climatic elements. The analysis of the spatial and temporal variability runoff forming factors and annual runoff.

Key words: annual flow, temperature, precipitation, the direction of change, long-term changes in runoff, linear trend.

В статье рассмотрены многолетние изменения температуры воздуха, осадков и годового стока основных рек северного склона Иле Алатау, по данным метеорологических станций и гидрологических постов РГП Казгидромет, для оценки регионального изменения климатических элементов. Проведен анализ пространственной и временной изменчивости стокоформирующих факторов и годового стока.

Ключевые слова: годовой сток, температура воздуха, осадки, направленные изменения, многолетние изменения стока, линейный тренд.

**ІЛЕ АЛАТАУЫНЫҢ
СОЛТҮСТІК БЕТКЕЙІНІҢ
НЕГІЗГІ ӨЗЕНДЕРІНІҢ
ЖЫЛДЫҚ
АҒЫНДЫСЫ МЕН
КЛИМАТТЫҚ
ЭЛЕМЕНТТЕРІНІҢ
КӨПЖЫЛДЫҚ
ӨЗГЕРІСТЕРІ**

Кіріспе

Климаттың жылынуы 1970 жылдардан бері ғалымдардың басты назарында. Бұл мәселеге көптеген ғалымдар ғылыми-зерттеу жұмыстарын арнады. Ғаламдық климаттың жылынуы бүгінгі таңда айқын білініп отырғаны ақиқат. Бірақ бұл жылыну нәтижесінде орын алып отыр? Адамның шаруашылық әс-әрекетінің нәтижесі ме, әлде басқа табиғи себептерге байланысты орын алып отыр ма? Ғалымдардың бұл жөніндегі пікірлері кереғар. Ғалымдардың басым бөлігі ауада көмір қышқыл газының көбеюінен орын алып отыр деген пікірді қолдаса, біраз бөлігі табиғи процестердің нәтижесі деп отыр.

Климаттық өзгеріштікті Жер бетінің қабықтарында жүретін түрлі процестерге түрлі деңгейде әсер ететін қандай да бір уақыттық тербеліс ретінде қарастыруға болады. Климатта, климатпен тікелей тығыз байланыстағы гидрометеорологиялық процестерде, өзен ағындысы да тұрақты және орнықты үдеріс емес. Керісінше олар үнемі үздіксіз тербеліске ұшырайды, басым жағдайда бұл тербелістер мәні бойынша айтарлықтай үлкен және ұзақтығы да әртүрлі уақытқа созылады.

Климаттың өзгеріштігінде процестің айқын бағыттық өзгерістері байқалады. Бұл бағыттық өзгерістерге ұзақтығы әртүрлі, уақыт бойынша тұрақсыз оралымдар сериясы үстемеленеді. Жалпы картина кездейсоқ құраушылардың флуктуациясымен одан әрі күрделене түседі.

Уақыттық қатарлардың дисперсия бойынша және математикалық күтім бойынша тұрақсыздығын (нестационарность) туғызатын гидрометеорологиялық сипаттамалар режимінің табиғи өзгерістерімен қатар, климаттың өзгерісі соңғы жылдары айтарлықтай қарқын ала бастаған антропогеннің ықпалымен де айқындалуы мүмкін. Аумақтың гидрометеорологиялық сипаттамаларының өзгерісін тұрақсыз ықтималдық процесс деп қарастыруға болады, тек кейбір жағдайларда, қандайда бір шектеулі уақыт аралығында ғана, оны шартты түрде, тұрақты деп қарастырған орынды [1]. Мұндай жағдайда тұрақсыз процесс біріне бірі қабыса орналасатын дискретті квазитұрақты учаскелерден тұратын үдеріс түрінде ұсынылуы мүмкін.

Климаттық өзгерісі Жердің планета ретіндегі эволюциясымен байланысты және олар тербелмелі сипатқа ие. Атап айтсақ, ұзаққа созылатын жылы кезеңдердің (мұздықты емес) суық кезеңдермен (мұздықты кезең) алмасып келіп отыратыны айқындалған. М.Е. Раабеннің зерттеулерінде [2] ауқымды мұздунудың ерте протерозойда пайда болғаны анықталған. Ғылыми зерттеулерге сәйкес [3-4] миллиард жыл ішінде мұздық дәуір алты рет қайталанған, соңғы кайнозой дәуірі бүгінгі күнге дейін жалғасып отыр. Осы уақыттың ішінде ұзақтығы 100-300 млн. жыл бес толық гляциоклиматтық оралым орын алған (орта есеппен 200 млн. жыл).

Әлемнің 2000-нан астам жетекші климатолог ғалымдардың жұмыстарынан тұратын, деректерді барынша жан-жақты саралап, объективті түрде бағалаған Климаттың өзгерісі бойынша Үкімет аралық Сарапшылар Тобының (МГЭИК (КӨУСТ) – IPCC) 1995 жылғы есебі бойынша, климаттың өзгерісі – бұл нақты айқындалған жәйт. Сарапшылар Тобы Жер соңғы 100 жылдың ішінде жуықтап $0,37^{\circ}\text{C}$ жылынды және климаттың өзгерісіне адамның шаруашылық іс-әрекетінің әсері бар екендігіне тікелей бұлтартпайтын дәлел бар деп қорытынды жасады [5].

Сарапшылардың бағалауы бойынша алдағы 100 жылда ауа температурасы $0,7-1,2^{\circ}\text{C}$ жылынады. Олардың жорамалы бойынша 2100 жылы ауа температурасы $1,2^{\circ}\text{C}$ жылынады және бұл жылыну соңғы 10000 жыл ішіндегі ең қарқынды жылыну болмақ [6].

Зерттеушілердің барлығы бірдей температуралық трендті мойындамайды. Р.Л. Каган мен Е.И. Хлебникова 1959-1973 жж. аралығы бойынша Орталық Англия аумағының орташа жылдық ауа температурасын талдай отырып, сондай-ақ Бостонға 1818-1968 жж. аралығында жылы маусымда (сәуір-қазан) түскен жауын-шашын мөлшерін саралай отырып, ауа температурасы қатарының да, жауын-шашын жиыны қатарының да тұрақтылығы жөніндегі гипотезаны жоққа шығаруға негіз жоқ деген қорытынды жасады [7]. Егер антропогендік құраушыны алып тастасақ, онда ешқандай да температуралық тренд жоқ, тек – «шуыл» ғана деген пікірге саяды.

Кейбір зерттеушілердің сыни сенімсіз көзқарастарына қарамастан, ғалымдардың басым бөлігі стационарлық бақылау кезі бойынша орын алған температуралық трендті мойындайды.

Ауа температурасы өзгерісінің үдерісін жекелеген жарты шарлар ауқымы бойынша қарас-

тырған кезде, мынаны атап өту керек: солтүстік жарты шарда 1940 жылдардың басынан басталып 1960 жылдарға дейін жалғасқан жылыну үдерісінің әлсіз салқындаумен үзілген кездері болды, ал бұған оңтүстік жарты шарда ауа температурасының оң бағыттық өзгерісінің аздап бәсеңдеуі сәйкес келді. Бірақ, 1970 жылдардың басынан жылыну екі жарты шарда да қайтадан орын алды. Сонымен өткен ғасырдың 80 жылдары орташа ғаламдық температура 70 жылдармен салыстырғанда $0,25^{\circ}\text{C}$ жоғары болды.

Көптеген зерттеушілер, жалпы атмосфералық циркуляцияның климаттық үлгісіне сүйене отырып, ғаламдық ауа температурасының жоғарылауы мұхит бетінен буланудың ұлғаюына байланысты атмосфералық жауын-шашынның орташа мөлшерінің ұлғаюына алып келеді деген ұйғарым жасады.

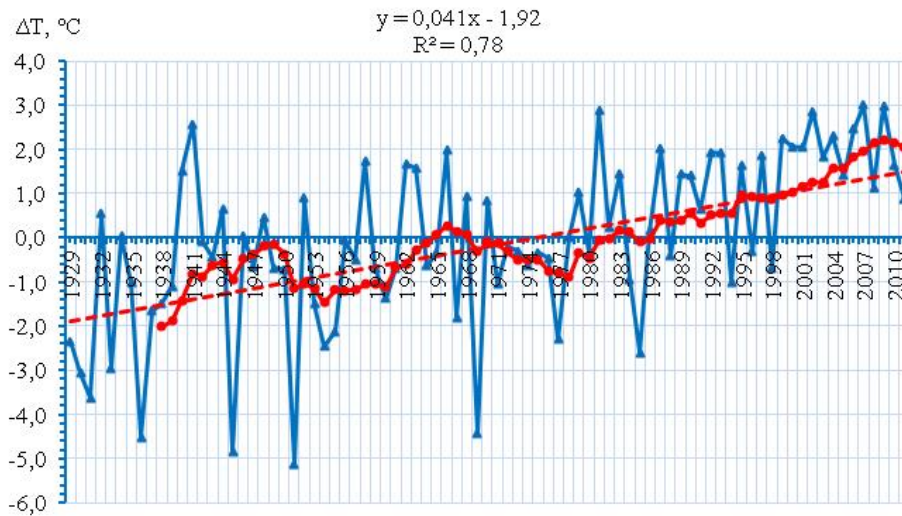
Ауа температурасының жоғарылауына байланысты мұхит бетінен буланудың ұлғаюы су буына қаныққан ауаның меншікті ылғалдылығының буландырушы беттің температурасына қарапайым физикалық тәуелділігі.

Бастапқы мәліметтер және зерттеу әдістемесі

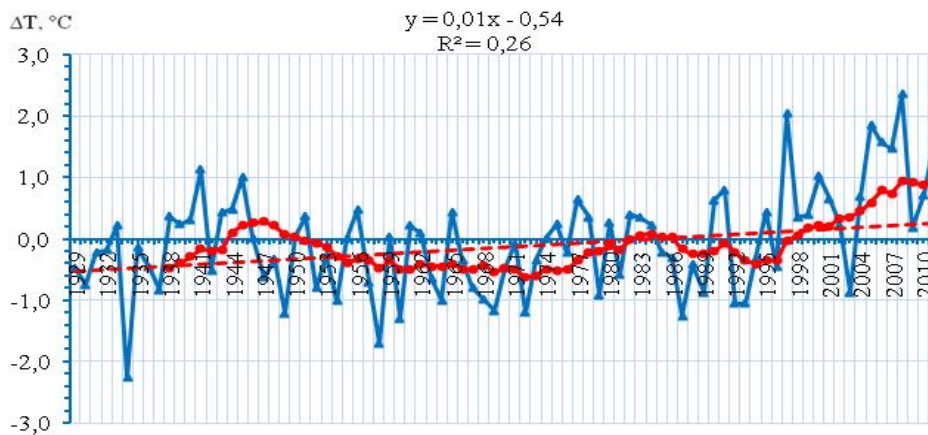
Климаттық элементтердің аймақтық өзгерісін бағалау үшін, қарастырылып отырған аудан бойынша РМК «Казгидромет» мекемесіне қарасты метеостанциялар және гидрологиялық бекеттер бойынша ауа температурасының, жауын-шашынның және жылдық ағындының көпжылдық өзгерісін қарастырайық.

Үлкен Алматы көлі бойынша бақылау деректері 1938-2011 жж. аралығы бойынша, Алматы ОГМС метеостанциясы бойынша 1929-2011 жж. аралығы бойынша деректер алынды. Жылдық ағынды бойынша деректер Кіші Алматы, Талғар, Қаскелең, Есік, Түрген, Шелек өзендері бойынша 1929-2012 жж. аралығын қамтиды. Шелек өзені негізінен тірек бекет ретінде алынды.

Іле Алатауының солтүстік беткейінде ауа температурасының инструменталды бақылау күргізілген кезеңдегі сипатын айқындау үшін Үлкен Алматы көлі және Алматы ТГМС метеостанцияларының жылдың жылы кезеңдері және суық кезеңдері бойынша орташа айлық ауа температурасының деректері бойынша хронологиялық, жылжымалы онжылдықтар бойынша орташаланған ауа температурасы графигі берілді және графикке сызықтық тренд түсірілді (1-2-суреттер).



1-сурет – Алматы ТГМС метеостанциясында 1929-2011 жж. аралығында бақыланған ауа температурасының жылдың суық кезеңі (XI-III) бойынша орташа айлық аномалиясы



2-сурет – Алматы ТГМС -ның 1929-2011 жж. бойынша жылдың жылы кезеңінің (IV-V) ауа температурасы бойынша орташа айлық аномалиясы

Тренд сызығы 1929-2011 жж. аралығы бойынша 10 жылдық жылжымалы орташа ауа температурасы аномалиясы бойынша тұрғызылды. Трендтің статистикалық мәні бар. Сызықтық трендтің айнымалының дисперсиясындағы үлесін көрсететін детерминация коэффициенті 0,78 тең.

Ауа температурасының жылдың суық кезеңі бойынша жылыну жылдамдығы $0,41^{\circ}\text{C}/10$ жыл.

Алматы тәжірибелік гидрометеорологиялық станциясында жылдың жылы мезгілінде 1929-2011 жж. аралығында бақыланған ауа температурасы көпжылдық кезең бойынша ауа температурасының жоғарылауы аса жоғары емес екендігін көрсетіп отыр. Жылыну жылдамдығы небары $0,1^{\circ}\text{C}/10$ жыл. Бірақ, 1980 жылдардан

бастап ауа температурасының көтерілуі айтарлықтай қарқынды.

Орташа ғаламдық ауа температурасы мен орташа жауын-шашын мөлшерінің арасындағы байланыс түзу сызықты емес, бірақ Шлизенгер өзінің осы процеске қатысты зерттеулерге шолу жасаған жұмысында [9] ғаламдық ауа температурасының 1°C жылынуы орташа жауын-шашын мөлшерін 1,6-2,6% немесе абсолюттік шамада 2-3 см/жыл ұлғайтады деп атап көрсетті.

Ауа температурасының айтарлықтай жоғарылауы, ауаның абсолюттік ылғалдылығын едәуір жоғарылатады, нәтижесінде жалпы массалық жауын-шашын мөлшері біршама артады. Континенттерде ылғалдылық режимі анағұрлым біртекті бола бастайды [10]. Бірақ басқа жағы-

нан Жер бетіндегі ауа температурасы тербелісінің әркелкі болуы салдарынан термикалық контрасттар күшейеді немесе бәсеңдейді, атмосфералық циркуляция қарқындылығы өзгереді және ол гидрометеорологиялық өзгерістердің ұзыннан-ұзақ тізбегіне алып келеді.

Ғаламдық ауа температурасы жоғарылаған кезеңде экватор мен полюс арасындағы ауа температурасының айырымы төмендейді. Бұл атмосфералық қысымның қайта құрылуына және жалпы атмосфералық циркуляцияның өзгеруіне алып келеді, бұл өз кезегінде жауын-шашын режиміне ықпалын тигізеді.

О.А. Дроздов [11] Арктиканың жылынуының солтүстік жарты шар континенттерінің қоңыржай ендіктерінде жауын-шашын мөлшерінің төмендеуімен қатар жүретінін көрсетті. Арктиканың ауа температурасы мен континенттердің қоңыржай ендіктеріндегі жауын-шашын мөлшерінің арасындағы байланыстың бірімәнді, тығыз емес екендігінен қарамастан, Арктиканың термикалық режимінің өзгерісі солтүстік жарты шардың орташа ауа температурасының өзгерісінде көрініс табады.

М.И. Будыко [10] өткен ғасырдың 70-ші жылдарында ғаламдық жылыну орын алған жағдайда ортаңғы ендіктің бірқатар аудандарында ылғалдану жағдайының нашарлауының ықтимал екендігі жөнінде атап көрсетті. Атмосфералық жауын-шашын аномалиясының 1975-1984 жж. аралығы бойынша географиялық үлестірімін бағалау кезінде ТМД елдерінің орманды дала және дала зоналарының басым бөлігінде жауын-шашын мөлшерінің төмендеу тенденциясы айқындалды. Аталған аумақта осы кезең ішінде қуаңшылық жылдар жиілігі айтарлықтай көбейді. Оның үстіне 1975 және 1981 жж. орын алған қуаңшылық соңғы 100 жыл ішіндегі ең ірі қуаңшылықтардың біріне жатады.

Солтүстік жарты шардың тропиктен тысқары бөлігі үшін орташа жауын-шашын мөлшерінің трендін бағалау бойынша алғашқы талпыныс жасаған ғалымдар Аппасова мен Груза [12]. Авторлар орташа айлық жауын-шашын жиынының салыстырмалы аномалиясы карталарын пайдалана отырып, қаңтар, шілде айлары және жыл бойынша жауын-шашын мөлшері соңғы 100 жыл ішінде ұлғайған деген қорытындыға келеді. Бірақ, карта жасау әдістемесінде жауын-шашынның уақыттық қатарының біртектілігі ескерілмегендіктен алынған нәтижелерді алғашқы долбар деп қарастыру қажет.

Бұған қарағанда пайдаланылған бастапқы ақпараттың көлемі бойынша да, талданған ау-

мақтың ауқымы бойынша да [13-14] жұмыстар, барлық деректі, мүмкіндікті сарқа пайдаланған барынша тыңғылықты орындалған жұмыстар. Бұл жұмыстарда жауын-шашын жиынының немесе жауын-шашын аномалиясы орташаланған жоқ, жауын-шашын индексі орташalandы. Жауын-шашын индексі ретінде олардың статистикалық үлестірімдерінің процентилендері алынды. Авторлар солтүстік жарты шардың тропиктен тыс бөлігінің континенталдық станциялары үшін соңғы 30-40 жыл ішінде жауын-шашын индексі ұлғайғанын көрсетті. Төменгі ендіктерде (5-35° с.е.) 50 жылдардың басына дейін жүйелі тренд байқалмайды, кейіннен олардың төмендеуі басталады. Субэкваторлық белдеуде жылдық жауын-шашын индексінің айқын бағыттық тренді жоқ.

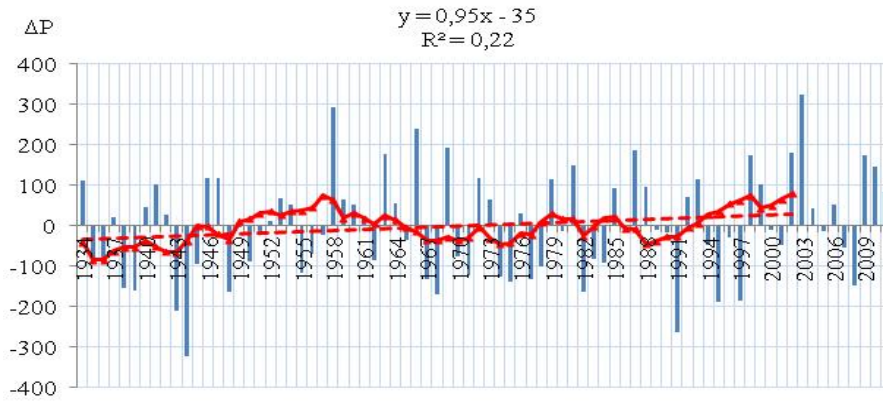
Солтүстік жарты шардың континенттеріне түскен нақыт жауын-шашын жиынының орташа мәнін пайдаланған басқа зертеулерде [15] Басты Еуропадан басқа барлық аймақтарда оң тренд айқындалған. ТМД елдері үшін орташа жауын-шашын мөлшерінің ұлғаю жылдамдығы 100 жылға 9%. Бірақ, кейбір аймақтарда жауын-шашын мөлшерінің ұлғаюы сызықтық трендке нашар үйлеседі, себебі соңғысына көпжылдық климаттық флуктуациялар ықпалын қатты тигізеді.

Енді Іле Алатауы алабына түсетін жауын-шашын мөлшерінің көпжылдық тербелістеріне талдау жасайық. Ол Алматы қаласы метеорологиялық станциясының бақылау деректері бойынша жылдық, жылдың суық және жылы кезеңдерінің орташа айлық жауын-шашын жиынының аномалиясының 1929-2012 жж. аралығы бойынша графиктерін тұрғызамыз (3-5-суреттер).

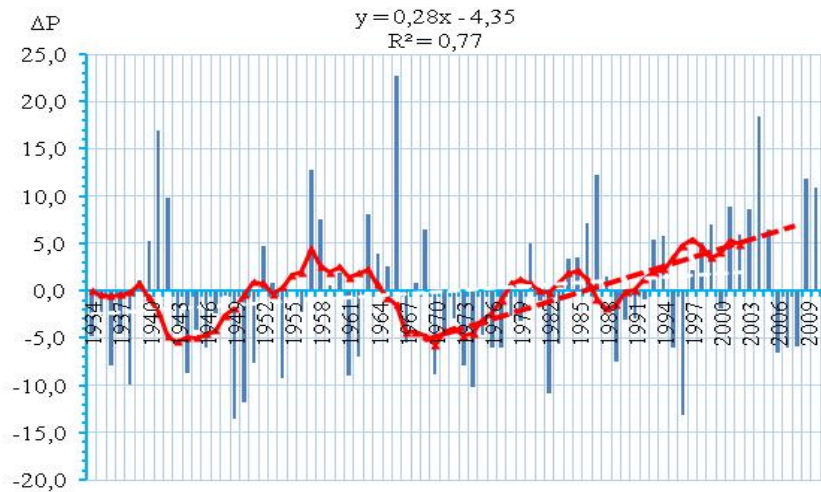
Суретте онжылдықтар бойынша орташаланған жауын-шашын аномалиясы қызыл сызықпен берілді. Түзу сызық – тренд сызығы. Атмосфералық жылдық жауын-шашын жиынының ұлғаю жылдамдығы 9,5 мм/ 10 жыл. Сызықтық трендтің айнымалының дисперсиядағы үлесін көрсететін детерминация коэффициенті 0,22 тең. Жауын-шашынның көпжылдық өзгерісі оралымдылықпен айқындалады.

Тренд сызығы 1971-2011 жж. аралығы бойынша берілді. Жылдың суық кезеңінде жауын-шашын жиынының ұлғаю жылдамдығы жуықтап он жылда 3 мм. Детерминация коэффициенті 0,77. Тренд статистикалық мәнді (4-сурет).

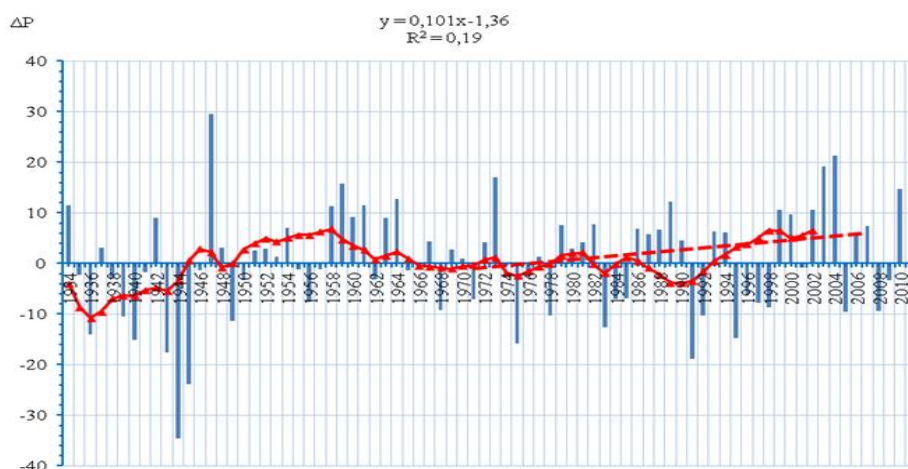
Жылдың жылы кезеңінде түскен жауын-шашын жиынының ұлғаю жылдамдығы суық кезеңге қарағанда төмен, 1971-2011 жж. аралығы үшін жүргізілген тренд сызығы бойынша 10 жылда 1,0 мм құрайды.



3-сурет – Алматы және Үлкен Алматы көлі метеостанциялары бойынша 1934-2011 жж. аралығы бойынша орталанған жылдық жауын-шашын жиынының аномалиясы



4-сурет – Алматы және Үлкен Алматы көлі метеостанциялары бойынша 1934-2011 жж. аралығы бойынша орталанған жылдың суық кезеңінде (XI-III) түскен жауын-шашын жиынының аномалиясы



5-сурет – Алматы және Үлкен Алматы көлі метеостанциялары бойынша 1934-2011 жж. аралығы бойынша орталанған жылдың жылы кезеңінде (IV-X) түскен жауын-шашын жиынының аномалиясы

Климаттық тербелістер және материктерде ылғал қорының өзгеруі, әрине өзен ағындысына да ықпалын тигізеді. Тіпті аз ғана климаттық өзгеріс айқын білінетін гидрологиялық салдарларға алып келуі мүмкін, мысалы су тасқыны шамасы мен оның қайталану жиілігіне айтарлықтай түзету енгізуі мүмкін [13-15].

Климаттың өзгерісінің өзен ағындысына тигізетін ықпалы жер шарының түрлі бөлігінде әртүрлі. Е.А. Леонов бойынша [16] бұрынғы Кеңес үкіметінің еуропалық бөлігінде өзендердің жылдық ағындысының бағыттық өзгерісі орташа жылдық ауа температурасының бағыттық өзгерісіне қарама-қарсы. Ауа температурасының 1°C көтерілуіне жылдық ағындының жуықтап 30-35 мм төмендеуі сәйкес келеді.

О.А. Дроздовта [17] қоңыржай белдеу ендігінде орта есеппен алғанда қазіргі жағдайда ауа температурасының өсуі ылғалдылық төмендейді. Бұл қорытындылар К.Я. Винниковтың қорытындыларымен сәйкес келеді. К.Я. Винников ауа температурасының көтерілуі жоғары ендіктерде ағындының көтерілуіне, ал төменгі ендіктерде төмендеуіне алып келеді. Қоңыржай белдеуде жылдың жылы мезгілінде ағынды төмендейді де, суық кезеңде ағынды артады.

Қазақстандық ғалымдардың, соның ішінде әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті метеорология және гидрология кафедрасының ғалымдары жүргізген іргелі ғылыми зерттеулер мынаны көрсетті: Қазақстанның Жайық, Ембі, Сырдария, Амудария, Тобыл, Есіл және Орталық Қазақстанның жекелеген өзендері бойынша барлық маусым бойынша түгелдей дерлік жылдық ағындының сызықтық тренді теріс таңбалы. Балхаш алабы бойынша сызықтық тренд жазғы маусымда теріс таңбалы болса, Ертістің жоғарғы ағысында сызықтық тренд барлық маусымда бірдей оң таңбалы.

Қазақстандық ғалымдар зерттеу нысаны ретінде уақыттың тапшылығы болар немесе қаржыландырудың тапшылығы болар негізінен ірі және орташа өзендерді алған. Ал кіші өзендердер назардан тыс қалып жатыр.

Ал кіші өзендердің проблемасы бүгінгі таңда өте өзекті мәселе. Сондықтан біз өз зерттеулерімізде осы олқылықтардың орнын шама-шарқымыз келгенше толтыру мақсатында Іле Алатауының негізгі кіші өзендері режимінің климаттық өзгерістерге қайтарым жауабы қандай, ағынды қай бағытта өзгеріп отыр деген сұрақтарға жауап іздедік.

Осы алаптың барлық өзендерінің режимі климаттық өзгерістер әсерінен бір бағытта өзге-

ріп отыр ма, әлде кейбір кіші өзен алаптарында қарама-қарсы бағыттық өзгерістер бар ма, әлде бағыттық өзгерістер мүлдем жоқ болар деген сауалдарды қарастырдық.

Нәтижелері мен талдау

Жергілікті жердің гидрометеорологиялық жағдайының Іле Алатауының солтүстік беткейі өзендеріне тигізетін әсерін бағалау үшін, осы беткейдің негізгі өзендері бойынша 1929-2012 жж. аралығы бойынша жылдық ағынды жүргісі, жылжымалы онжылдықтар бойынша орташаланған жылдық ағынды графигі тұрғызылды.

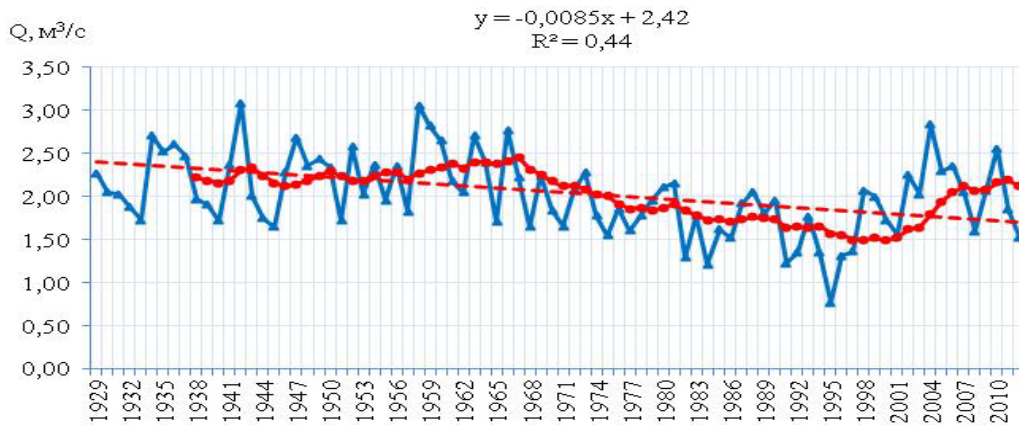
Жылдық ағындының тренд сызығының бағыттық өзгерістерін ауа температурасының өзгерісі мен маусымдық жауын-шашын жиінің өзгерістерімен салыстыру үшін 1971-2012 жж. аралығы бойынша тренд сызығы тұрғызылды.

Жылдық ағындының көпжылдық өзгерісі динамикасының графигі осы қарастырылып отырған ауданның барлық негізгі өзендері бойынша тұрғызылды. Графиктер суреттерде берілді. Сонымен қатар, өзендерде байқалған жылдық ағынды тренд сызығының бағыты осы өзендер бойынша тұрғызылған айырымдық-интеграл қисықтарымен салыстырылып тиісті талдаулар жасалды. Айырымдық интеграл қисықтары суреттерге енгізілді.

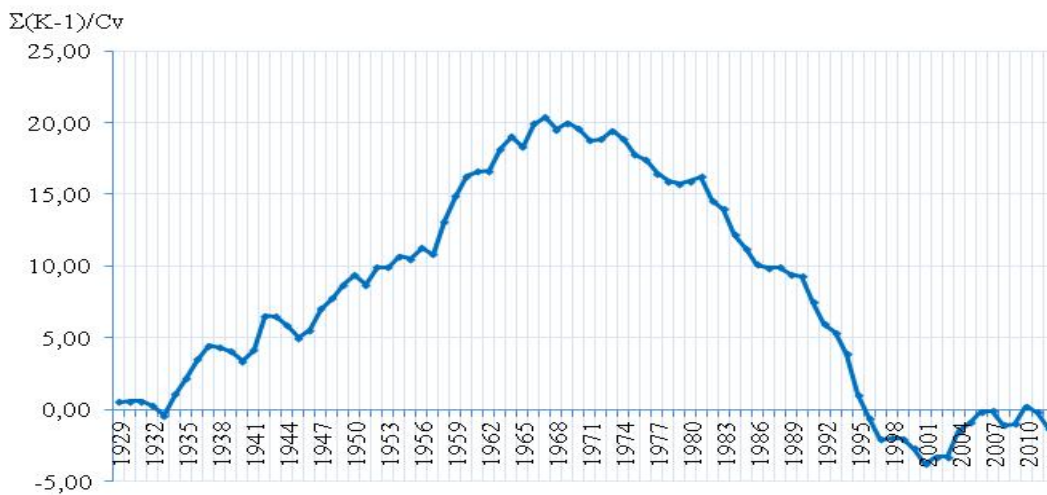
Талдауға ыңғайлы болу үшін әрбір өзен бойынша жылдық ағынды өзгерісі графигі мен айырымдық интеграл қисықтары қатар берілді (6-9-суреттер).

Іле Алатауының солтүстік беткейінің негізгі өзендері бойынша тұрғызылған орташа жылдық су өтімдері динамикасының графиктері және жылжымалы онжылдықтар бойынша орташаланған су өтімдері бойынша тұрғызылған сызықтық тренд Үлкен-Алматы өзенінен басқа өзендерде статистикалық мәні бар трендтің жоқ екендігін көрсетті.

Үлкен Алматы өзені – Үлкен Алматы көлінен 1,1 км жоғары бекетінде орташа жылдық су өтімінің өсуі 1970 жылдардың басынан басталады. 1971-2012 жж. бойынша тұрғызылған тренд сызығы статистикалық мәнді. Орташа жылдық су өтімінің өсу жылдамдығы $0,22 \text{ м}^3/\text{с}/10 \text{ жыл}$. Детерминация коэффициенті 0,94. Оң бағытты көрсетіп отырған тренд сызығы осы бекет бойынша тұрғызылған айырымдық интеграл қисығымен расталады. Интеграл қисығы бойынша суы мол жылдар фазасы 1970 жылдардың аяғынан басталып бүгінгі күнге дейін жалғасады.



6-сурет – Кіші Алматы өзені – Алматы қаласы бекетінің жылдық ағындысының жүргісі және жылжымалы онжылдықтар бойынша орташаланған орташа жылдық су өтімі графигі



7-сурет – Кіші Алматы өзені – Алматы қаласы бекетінің 1929-2012 жж. бойынша жылдық ағындысының айырымдық интеграл қисығы

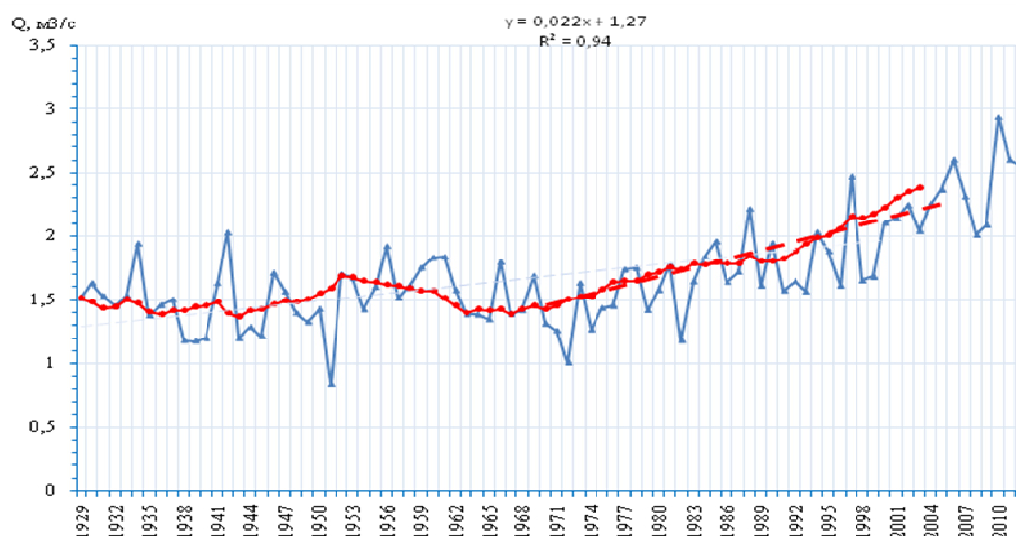
Кіші Алматы өзені – Алматы қаласы бекеті бойынша тұрғызылған орташа жылдық су өтімдерінің жылжымалы онжылдықтар бойынша орташаланған графигінің тренд сызығы теріс таңбалы. Орташа жылдық су өтімінің төмендеу жылдамдығы $0,08 \text{ м}^3/\text{с}/10 \text{ жыл}$. Детерминация коэффициентінің мәні $0,44$. Су өтімінің төмендеуі Кіші Алматы өзенінің арнасынан ауыз су мақсатында тікелей алынып отырған ағынды есебінен орын алған деп есептейміз.

Ал Талғар өзені, Есік өзені және Таутүрген өзендері бойынша тұрғызылған жылжымалы онжылдықтар бойынша орташаланған су өтімдерінің тренд сызықтарының статистикалық мәні жоқ. Бағыттық өзгерістер жоқ деуге болады.

Қарастырылып отырған Іле Алатауының Үлкен және Кіші Алматы өзендерінен басқа өзендерінің су өтімдері жүргісінде негізінен бағыттық өзгерістер жоқ.

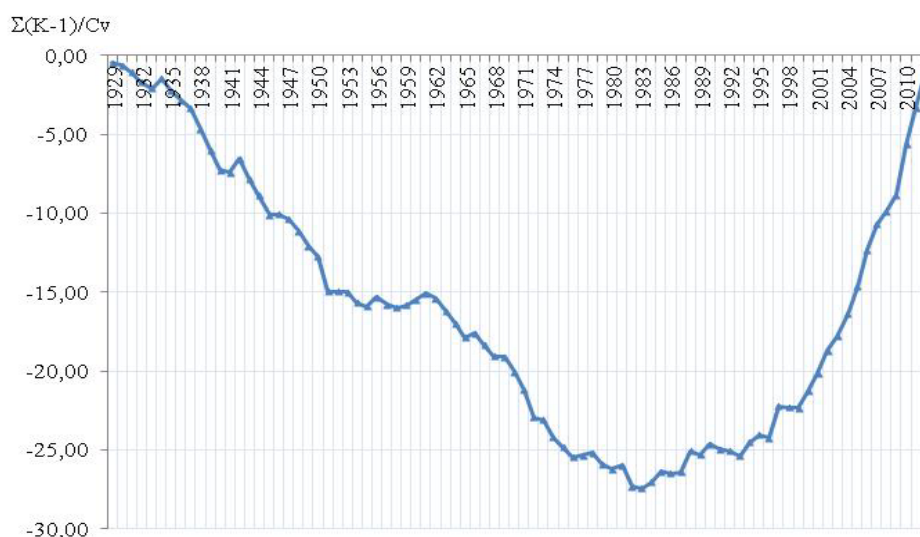
Ағындының көпжылдық өзгерістері негізінен оралымдылықтың әсерінен орын алады. Суы мол жылдарда ағынды тренді оң шамаға, ал суы аз жылдар фазасында теріс таңбаға ие болады. Ағындының көпжылдық өзгерісін жан-жақты зерттеу үшін синоптикалық процестерді, жалпы атмосфералық циркуляцияны есепке алу керек. Бұл біздің тақырыбымыздың аясына сыймайды, сондықтан жеке зерттеуді қажет етеді.

Түрлі кезеңдер бойынша есептелген ағындының көпжылдық орташа шамалары кесте енгізілді.



Тренд сызығы 1971-2012 жж.

8-сурет – Үлкен Алматы өзені-1,1 км Үлкен Алматы көлінен жоғары бекетінің жылдық ағындысының жүргісі және жылжымалы онжылдықтар бойынша орташаланған орташа жылдық су өтімі



9-сурет – Үлкен-Алматы – Үлкен Алматы көлінен 1,1 км жоғары бекетінің 1929-2012 жж. бойынша жылдық ағындысының айырымдық интеграл қисығы

Кесте – Уақыт кезеңдері бойынша ағынды сипаттамаларын салыстыру

№	Өзен-бекет	1929-2012 жж.		1929-1970 жж.		1971-2012 жж.		Өзгеріс,%	
		Q	Cv	Q	Cv	Q	Cv	+	-
1	Кіші Алматы – Алматы	2,02	0,22	2,24	0,18	1,81	0,22		19,0
2	Талғар – Талғар	10,4	0,12	10,3	0,13	10,5	0,12	2,0	
3	Қаскелен – Қаскелен	4,12	0,18	4,10	0,15	4,20	0,21	2,4	
4	Есік – Есік	4,80	0,15	4,96	0,16	4,64	0,13		6,4
5	Түрген-Гаутүрген	7,18	0,15	7,12	0,14	7,24	0,16	1,7	
6	Үлкен Алматы – 1,1 км жоғары Үлкен Алматы көлінен	1,69	0,23	1,50	0,16	1,87	0,23	24,7	

Кестеде үш түрлі уақыт кезеңдері: 1929-2012 жж – көпжылдық уақыт кезеңі, 1929-1970 жж. базалық уақыт кезеңі және 1971-2012 жж. соңғы онжылдықтар бойынша орташа жылдық ағынды және вариация коэффициенттерінің шамалары салыстырылды. Кіші -Алматы және Есік өзендерінің соңғы онжылдықтарда байқалған орташа жылдық су өтімдері 1929-1971 жж. бойынша есептелген орташа жылдық ағындыға қарағанда тиісінше 19% және 6,4% төмендеген. Орташа жылдық ағындының төмендеуі негізінен адамның шаруашылық іс-әрекетінің әсерінен орын алған. Ал Талғар, Қаскелең және Таутүрген өзендерінің соңғы онжылдықтардағы орташа жылдық су өтімдері базалық кезеңнің орташа жылдық су өтімдерімен салыстырғанда жуықтап 2,0% жоғарылаған. Ал Үлкен-Алматы өзенінің қарастырылып отырған тұстамада орташа жылдық ағындысы соңғы онжылдықтарда 24,7% өскен. Жалпы Іле Алатауының солтүстік беткейі өзендерінің табиғи ағындысы антропогендік әсерді есепке алмаған жағдайда жауын-шашынның мол түсуіне және ауа температурасының көтерілуіне сәйкес аздап көтерілген. Ал Үлкен Алматы – Үлкен Алматы көлінен 1,1 км жоғары бекетінде орташа жылдық ағынды айтарлықтай көтерілген.

Қорытынды

Зерттеу нәтижелері бойынша мынадай қорытынды жасалды:

1. Айырымдық интеграл қисықтары тұрғызылып, жылдық ағындының тербелісіне тал-

дау жүргізілді. Жиынтық интеграл қисықтары бойынша адамның шаруашылық іс-әрекетінің ағындыға әсерінің бар-жоқтығы анықталды. Адамның шаруашылық іс-әрекетінің ең жоғарғы ағындысына тигізетін әсері мардымсыз. Сондай-ақ ағындының айтарлықтай бөлігі тауалды-жазықтық ауданында пайдаланылатындығы белгілі. Яғни ағынды қалыптастыру зонасына адамның шаруашылық іс әрекетінің әсері мардымсыз.

2. Іле Алатауының солтүстік беткейінің негізгі өзендерінің жылдық ағындысының қамтамасыздық қисықтары тұрғызылып, үлестірім қисықтарының параметрлері айқындалды. Негізінен қамтамасыздық қисықтарының параметрлері графоаналитикалық тәсіл бойынша айқындалды. Талдау жылдық ағындының құбылмалы екендігін көрсетті.

3. Климаттың өзгерісі бойынша ғылыми әдебиеттерде жарияланған зерттеу нәтижелеріне шолу жасалды. Ғалымдардың көзқарастары бір арнаға тоғыспайтын жөнінде, бірақ ғалымдардың басым бөлігінің климаттың жылынғанын мойындайтыны жөнінде тұжырым жасалды.

4. Іле Алатауы өзендерінің алабы бойынша метеорологиялық элементтердің көпжылдық жүргісіне талдау жасалды. Ауа температурасының жоғарылағаны, жауын-шашын мөлшерінің аздап артқаны және ағындының көтерілгені айқындалды. Климаттық өзгерістер де, ағынды өзгерістері де негізінен оралымдылыққа тәуелді деген қорытынды жасалды.

Әдебиеттер

1. Леонов Е.А. О нестационарности процесса стока и возможных путях его изучения // Расчеты и прогнозы гидрологических характеристик. – Л.: ЛГМИ, 1989. – С. 52-60.
2. Раабен М.Е. Оледнение в истории Земли // Природа, 1976. – №4. – С. 78-87.
3. Ясаманов А.А. Древние климаты Земли. – Л.: Гидрометеоздат, 1985.
4. Шварцбах М.Н. Климаты прошлого. – М.: Изд-во иност. лит., 1955. – 283 с.
5. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 1995. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 1, 2. – P. 55-56
6. Clark W.C., Jager J. «The Science of Climate change», Environment, 1997. – P. 20.
7. Каган Р.Л., Хлебникова Е.И. К вопросу об оценке значимости экстремумов в вековом ходе метеорологических элементов // Тр. ГГО. – 1988. – Вып. 466. – С. 55-69.
8. Будыко М.И., Дроздов О.А. О причинах изменений влагооборота // Водные ресурсы. 1976. – № 6. – С- 35- 44.
9. Schlesinger M.E. 1984. Climate model simulations of CO₂ – induced climatic change. – Adv. Geophys., v 26. – P. 141- 235.
10. Будыко М.И. Изменение климата. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 280 с.
11. Дроздов О.А. Формирование увлажнения суши при колебаниях климата // Метеорология и гидрология. – 1981. – №4. – С. 17- 23.
12. Аппасова Е.Г., Груза Г.В. Данные о структуре и изменчивости климата. Осадки. Северное полушарие. – Обнинск: ВНИИГМИ – МЦД, 1982. – 212 с.
13. Bradley R.S. et al. 1987. Precipitation fluctuations over Northern Hemisphere land areas since the mid – 19th century. – Science, v. 237. – P. 171-175.

- 14 Diaz H.F., R.S. Bradley, J.K. Eischeid. 1989. Precipitation over global land areas since the late 1800 S. – J. Geophys. Res., v. 94, p. 1195-1210.
- 15 Knox I. C. Large increases in flood magnitude in response to modest changes in climate // Nature (Gr. Brit.). – 1993. – vol. 361, № 6411. – P. 430-432.
- 16 Леонов Е.А. Норма годового стока и ее изменения под влиянием хозяйственной деятельности // Тр. ГГИ.- 1986. – Вып. 315. – С. 68 –83.
- 17 Дроздов О.А. О надежности использования аналогов прошлого для прогнозов водного режима на будущее // Водные ресурсы. – 1992. – №4. – С.7-12.

References

- 1 Leonov E.A. O nestacionarnosti processa stoka i vozmozhnyh putjah ego izuchenija // Raschety i prognozy gidrologicheskikh harakteristik. – L.: LGMI, 1989. – S. 52-60.
- 2 Raaben M.E. Olednenie v istorii Zemli // Priroda, 1976. – №4. – S. 78-87.
- 3 Jasamanov A.A. Drevnie klimaty Zemli. – L.: Gidrometeoizdat, 1985.
- 4 Shvarcbah M.N. Klimaty proshlogo. – M.: Izd-vo inost. lit., 1955. – 283 s.
- 5 IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 1995. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 1, 2. – P. 55-56
- 6 Clark W.C., Jager J. «The Science of Climate change», Environment, 1997. – p. 20.
- 7 Kagan R.L., Hlebnikova E.I. K voprosu ob ocenke znachimosti jekstremumov v vekovom hode meteorologicheskikh jelementov // Тр. GGO. – 1988. – Вып. 466. – S. 55-69.
- 8 Budyko M.I., Drozdov O.A. O prichinah izmenenij vlagoaborota // Vodnye resursy. 1976. – № 6. – S- 35- 44.
- 9 Schlesinger M.E. 1984. Climate model simulations of CO₂ – induced climatic change. – Adv. Geophys., v 26. – p. 141- 235.
- 10 Budyko M.I. Izmenenie klimata. – L.: Gidrometeoizdat, 1974. – 280 s.
- 11 Drozdov O.A. Formirovanie uvlazhnenija sushi pri kolebanijah klimata // Meteorologija i gidrologija. – 1981. – №4. – S. 17- 23.
- 12 Appasova E.G., Gruza G.V. Dannye o strukture i izmenchivosti klimata. Osadki. Severnoe polusharie. – Obninsk: VNIIGMI – MCD, 1982. – 212 s.
- 13 Bradley R.S. et al. 1987. Precipitation fluctuations over Northern Hemisphere land areas since the mid – 19th century. – Science, v. 237. – R. 171-175.
- 14 Diaz H.F., R.S. Bradley, J.K. Eischeid. 1989. Precipitation over global land areas since the late 1800 S. – J. Geophys. Res., v. 94, p. 1195-1210.
- 15 Knox I. C. Large increases in flood magnitude in response to modest changes in climate // Nature (Gr. Brit.). – 1993. – vol. 361, № 6411. – P. 430-432.
- 16 Leonov E.A. Norma godovogo stoka i ee izmenenija pod vlijaniem hozjjastvennoj dejatel'nosti // Тр. GGI.- 1986. – Вып. 315. – С. 68 –83.
- 17 Drozdov O.A. O nadezhnosti ispol'zovanija analogov proshlogo dlja prognozov vodnogo rezhima na budushhee // Vodnye resursy. – 1992. – №4. – S.7-12.