

ӘӨЖ 519.16:556.072

Геогр. ғылымд. докторы С.К. Давлетғалиев*
Т.М. Казакбаева*

**ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАННЫҢ НЕГІЗГІ ӨЗЕНДЕРІНІҢ СУЫ МОЛ
ЖӘНЕ СУЫ ТАПШЫ ЖЫЛДАРЫ АҒЫНДЫ МӨЛШЕРІНІҢ
ҰЗАҚТЫЛЫҒЫН ЖӘНЕ ҚАЙТАЛАНҒЫШТЫҒЫН БАҒАЛАУ**

*ЖЫЛДЫҚ АҒЫНДЫ, ВАРИАЦИЯ КОЭФФИЦИЕНТІ,
АСИММЕТРИЯ КОЭФФИЦИЕНТІ, КОРРЕЛЯЦИЯ
КОЭФФИЦИЕНТІ, ҮЛЕСТІРІМ ҚИСЫҒЫ, МОДЕЛЬДЕНГЕН
ҚАТАР, ҚАМТАМАСЫЗДЫҚ ҚИСЫҒЫ, ЭМПИРИКАЛЫҚ ҚИСЫҚ,
ҮЛЕСТІРІМ ҚИСЫҒЫ*

Аудандағы төрт өзендердің модельденген қатарлары негізінде суы мол және тапшылық кезеңдердің ұзақтылығы пен қайталанғыштығы бағаланған. Сулылығы әртүрлі жылдар топтарына сәйкес суы мол және тапшылық жылдарға эмпирикалық қамтамасыздық қисықтары тұрғызылған.

Жылдық ағындының көпжылдық тербелмелілігі суы мол және тапшылық жылдардың ауыспалылығымен сипатталады. Су шаруашылығы саласында негізінен суы мол және тапшылық жылдардың ұзақтылығының бағалау қажет. Бұл мәселе көбінде құрғақ аудандар үшін, сонымен қатар Қазақстанның жазық және шығыс бөлігі үшін аса маңызды болып табылады. Себебі осы аудандарда жылдық ағындының ауыспалылығы көптеп байқалады. Жалдық ағынды тербелісінің қолда бар хронологиялық деректер ұзақтылығы аз болғандықтан, олардың көмегімен ағынды тербелісінің қайталанғыштығын бағалау мүмкін емес.

Көпжылдық ағынды үшін алынған мәліметтердің ауыспалылығынан суы мол және тапшылық кезеңдегі қатарлар үшін болашақта қайталанғыштықты көруге болады. Бірақ, ағынды мөлшерінің барынша ұзақ қатарлары да барынша мүмкін болатын сулылық мәндері топтарын көрсете алмайды. Сонымен бірге, егер ағынды өзгешелігі көп болып және бақылау кезеңі аз болса, онда соғұрлым негізгі қатарда суы мол және тапшылық жылдары үшін репрезентативті болып келеді [1].

* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

Әр түрлі жыл үшін сулылықтың мінездемесі жасанды модельді қатарлар көмегімен статистикалық әдіспен тексеріледі. Бұл әдіс «Монте-Карло» атауымен бірінші рет ССРО-де Г.Г. Сванидзенің қолданылуымен 1960 жылы су шаруашылық есептеулер үшін қолданылған.

Гидрологиялық қатарға байланысты статистикалық әдістің негізгі идеясы модель жасау және де оның параметрлері алғашқы гидрологиялық қатардың параметрлерінің сәйкес келуі. Модельденген қатарды тұрғызуда негізгі параметрлері ағынның орташа мәні, вариация коэффициенті, асимметрия және корреляция коэффициенті болып табылады. Модельденген қатар бұл параметрлердің мәндерін құптай алмайды. Олардың өлшемдерін натуралды гидрологиялық қатарлар мен немесе зерттелмеген өзендердің мәндері бойынша есептелінеді. Осы параметрлердің көмегімен және соларға сай жылдық ағынның үлестірім қисықтарының көмегімен (көбінесе Крицкий Менкель үлестірім қисығы қолданылады) жылдық ағынның қатарлар модельдеуі жүргізіледі [2].

Модельденген қатар (натуралды қатар сияқты) негізінен ағынның циклдық ауыспалылығын көрсетеді, бірақ соңғыларға карағанда кез-келген қайталанғыштық үшін есептеліне алады. Есептелінген қатар ұзынырақ болса, соғұрлым ол болатын сандар циклін қамтиды. Модельденген қатар өзінің үлкен қайталанғыштығымен көбінде сирек кездесетін ағынды мәндерін зерттеуге көмектеседі. Бұл үлкен дәлдікпен әр түрлі дәлділік үшін периодтардың ұзақтылығы мен қайталанғыштығын көрсетеді. Осындай модельденген қатарды тұрғызу мақсатында бұл жұмыста канондық модельдеу жүйесі алынған [1]. Бұл жағдайда ағынды көрсеткіштері корреляцияланбаған кездейсоқ шамалар түрінде беріледі:

$$Q(t_k) = m_Q(t_k) + \sum \varphi_v(t_k) \cdot V_v,$$

мұндағы V_v – математикалық күтімі нолге тең, корреляцияланбаған кездейсоқ шамалар; $\varphi_v(t_k)$ – кейбір (кездейсоқ емес) шамалар; $m_Q(t_k)$ – $Q(t)$ функциясының математикалық күтімі; V_v кездейсоқ шамасын канондық жіктеу коэффициенті деп атаса, $\varphi_v(t_k)$ шамалары координаттық функциялар болып табылады, $m_Q(t_k)$ мәндері мен $\varphi_v(t_k)$ координаттық функциялары бақылау мәліметтері бойынша анықталады [3].

Қарастырылып отырған аумақ өзендері ағынды мөлшерлерін модельдеу мақсатында 1940...2010 жылдар мәліметтері алынып, модельденді. Модельденген қатардың ұзындығы – 1000 жыл.

Модельденген қатардың сенімділігі мен сапасын байқалған және модельденген жылдардың статистикалық мәліметтері кестесінен көре аламыз (кесте).

Кесте

Байқалған және модельденген қатарлар үшін ағынды мәндерінің статистикалық көрсеткіштері

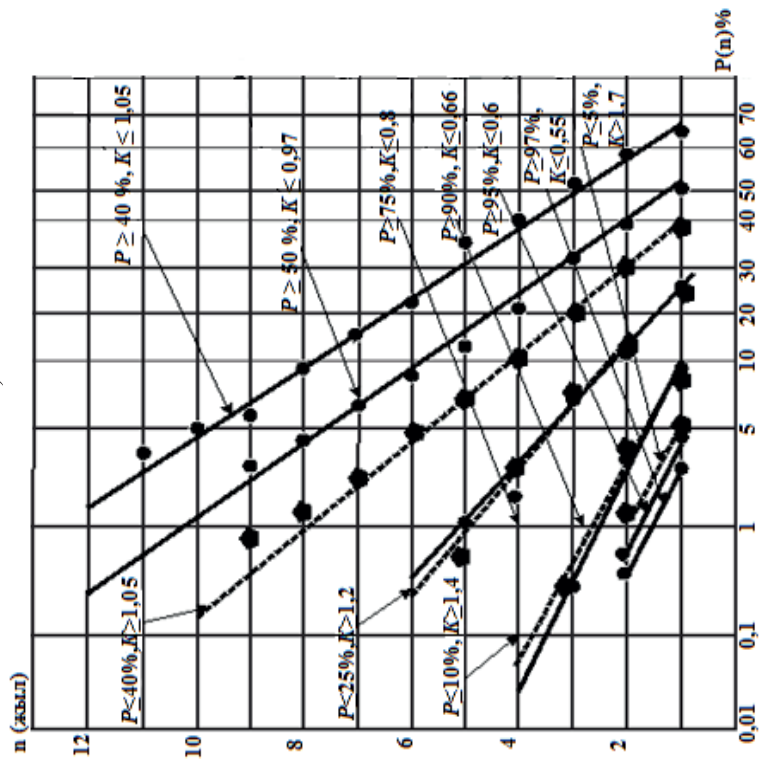
Бекеттер	Байқалған жылдар үшін			Модельденген жылдар үшін		
	Q_{opt}	C_v	C_s	Q_{opt}	C_v	C_s
Ертіс өзені – Боран бекеті	294	0,28	0,56	294	0,28	0,62
Бұқтырма өзені – Лесная бекеті	219	0,23	0,46	217	0,23	0,45
Үлбі өзені – Үлбі бекеті	96,9	0,26	0,52	96	0,26	0,59
Ұба өзені – Шемонаиха бекеті	172	0,25	0,52	170	0,25	0,60

Жоғарыдағы кесте мәліметтерінен математикалық күтім, ассиметрия және вариация коэффициенттерінің байқалған мәндер мен модельденген қатардың параметрлеріне сәйкес келетінін көруге болады. Егер корреляция коэффициенті жоғары болған жағдайда модельденген қатардың ұзындығы 5000...10000 жыл болуы керек. Біздің жағдайымызда суы мол және суы тапшы жылдардың ұзақтылығы мен қайталанғыштығын анықтау мақсатында тәжірибелік дәлдіктегі статистикалық мәліметтер байқалатын 1000 жылдық қатар жеткілікті болып табылады.

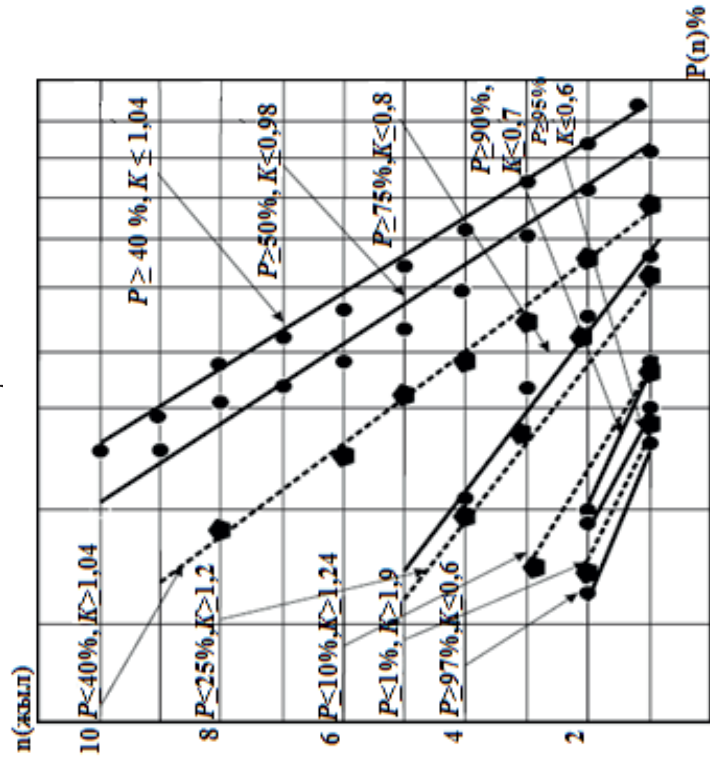
Модельденген 1000 жылдық қатар мәліметтері көмегімен Шығыс Қазақстанның негізгі Ертіс, Бұқтырма, Үлбі және Ұба өзендері үшін суы мол және суы тапшы жылдардың топтары есептелді [4].

Әр түрлі қатар үшін кестелер көмегімен n жыл үшін қамтамасыздық қисықтары тұрғызылады. Мысалы, Ертіс өзені – Боран бекеті бойынша су тапшылық кезең үшін $n = 5$ жыл болса, оның қамтамасыздығы $P \geq 40\%$, $K \leq 1,05$, ол эмпирикалық қисық бойынша (сурет 1а) 30%-ға ие. Ол дегеніміз, 100 жылдың 30 жылы немесе 1000 жылдан 300 жыл ішіндегі 10 жыл су тапшылық кезеңге ие бола алады. Яғни, 100 жыл кезеңінде бұндай су тапшылық бестік кезеңде 3 рет кездесуі мүмкін. Дәл сол сияқты осы эмпирикалық қисықтан кестеге сәйкес суы мол кезеңдер ұзындығы 4 жылға тең $P \leq 5\%$, $K \geq 1,17$ сәйкес 4 жылдық мәнін қамтамасыздық қисығынан қарап алатын болсақ – 3%, басқаша айтқанда 100 жылдық мерзімде оның үлесіне орташа 3 жыл келеді. Ал 1000 жылдық қатардың 30 жылы су тапшылық кезеңде болуы мүмкін, кемінде 3 жыл қатарынан.

а)



б)



Сур. 1. Модельденген жылдар қатары бойынша ($n = 1000$) суы мол (—) және суы аз (---) жылдарда сулылықтың түрлі мәндерінің эмпирикалық қамтамасыздық қисықтары; а) Ертіс өзені – Боран бекеті; б) Үлбі өзені – Үлбі бекет.

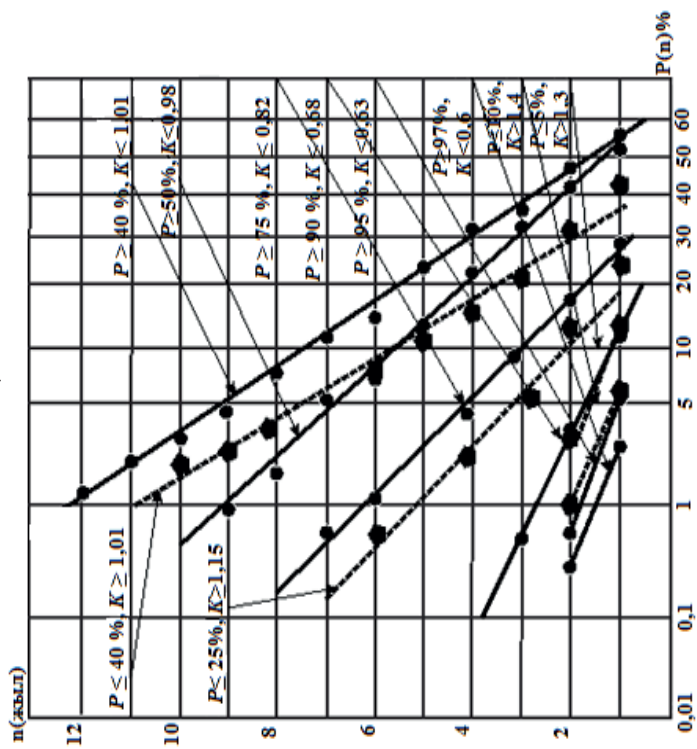
Осы сияқты Үлбі өзені – Үлбі бекеті бойынша су тапшылық кезең үшін $n = 6$ жыл болса, оның қамтамасыздығы $P \geq 40\%$, $K \leq 1,04$, ол эмпирикалық қисық бойынша (сурет 1б) 18%-ға ие. Ол дегеніміз, 100 жылдың 18 жылы немесе 1000 жылдан 180 жыл ішіндегі 6 жыл су тапшылық кезеңге ие бола алады. Яғни, 100 жыл кезеңінде бұндай су тапшылық алтылық кезеңде 3 рет кездесуі мүмкін. Ал енді осы эмпирикалық қисықтан кестемізге сәйкес су тапшылық мерзімдер ұзындығы 7 жылға тең $P \geq 50\%$, $K \leq 0,98$ сәйкес 7 жылдық мәнін қамтамасыздық қисығынан қарап алатын болсақ – 7%, басқаша айтқанда 100 жылдық мерзімде оның үлесіне орташа 7 жыл келеді. Ал 1000 жылдық қатардың 70 жылы су тапшылық кезеңде болуы мүмкін, кемінде 7 жыл қатарынан.

Ал Оба өзені – Шемонаиха бекеті мысалы бойынша су тапшылық кезең үшін $n = 5$ жыл болса, оның қамтамасыздығы $P \geq 40\%$, $K \leq 1,01$, ол эмпирикалық қисық бойынша (сурет 2а) 24%-ға ие. Ол дегеніміз, 100 жылдың 24 жылы немесе 1000 жылдан 240 жыл ішіндегі 10 жыл су тапшылық кезеңге ие бола алады. Яғни, 100 жыл кезеңінде бұндай су тапшылық бестік кезеңде кемінде 2...3 рет кездесуі мүмкін. Дәл сол сияқты осы эмпирикалық қисықтан кестеге сәйкес суы мол кезеңдер ұзындығы 4 жылға тең $P \leq 5\%$, $K \geq 1,7$ сәйкес 2 жылдық мәнін қамтамасыздық қисығынан қарап алатын болсақ – 1%, басқаша айтқанда 100 жылдық мерзімде оның үлесіне орташа 1 жыл келеді. Ал 1000 жылдық қатардың 10 жылы су тапшылық кезеңде кемінде 1...2 жыл қатарынан болуы мүмкін екекнін көрсетеді.

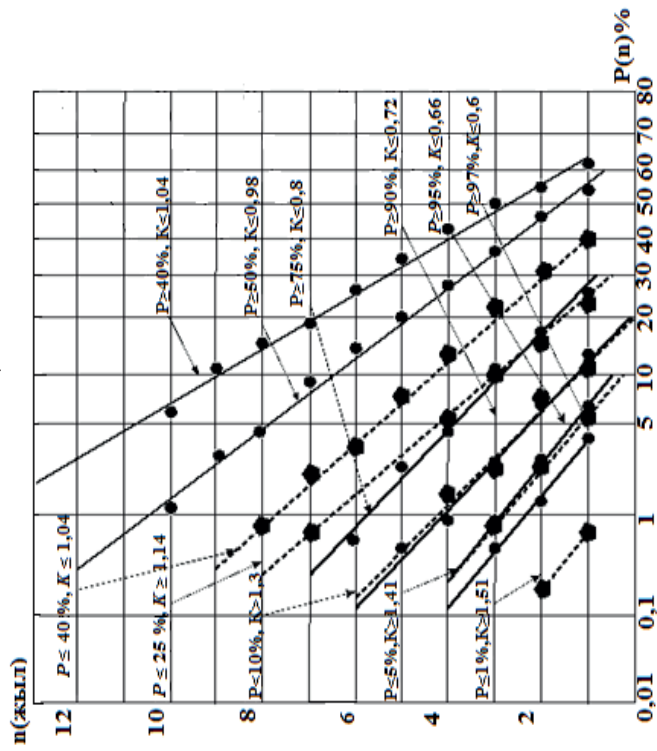
Сол сияқты Бұқтырма өзені – Лесная пристань бекетіне назар салар болсақ, бекет бойынша су тапшылық кезең үшін $n = 9$ жыл болса, оның қамтамасыздығы $P \geq 40\%$, $K \leq 1,04$, ол эмпирикалық қисық бойынша (сурет 2б) 8%-ға ие. Ол дегеніміз, 100 жылдың 8 жылы немесе 1000 жылдан 80 жыл ішіндегі 9 жыл су тапшылық кезеңге ие бола алады. Яғни, 100 жыл кезеңінде бұндай су тапшылық тоғыздық кезеңде әрет кездесуі мүмкін. Ал енді осы эмпирикалық қисықтан кестемізге сәйкес су тапшылық мерзімдер ұзындығы 7 жылға тең $P \leq 10\%$, $K \geq 1,3$ сәйкес 3 жылдық мәнін қамтамасыздық қисығынан қарап алатын болсақ – 3%, басқаша айтқанда 100 жылдық мерзімде оның үлесіне орташа 3 жыл келеді. Ал 1000 жылдық қатардың 30 жылы су тапшылық кезеңде кемінде 3 жыл қатарынан болу ықтималдылығын көреміз.

Қамтамасыздығы $P \geq 40\%$, $n = 14$ жыл болатын суы аз жылдардың 100 жылдық мезетте тек екі өзенде ғана байқалған: Бұқтырма және Оба өзендері. Қалған өзендерде 10 жылдық топтар тек 1000 жылдық топтарда көрсетіледі.

а)



б)



Сур. 2. Модельденген жылдар қатары бойынша ($n = 1000$) суы мол (—) және суы аз (---) жылдарда сулылықтың түрлі мәндерінің эмпирикалық қамтамасыздық қисықтары; а) Оба өзені – Шемонаиха бекеті; б) Бұқтырма өзені – Лесная пристань бекеті.

Осы алынған қамтамасыздық қисықтарының көмегімен белгілі жылдар үшін молшылық кезеңді көрсете алуға болады. Осы әдісті барлық берілген өзендер үшін қолданып, негізінен берілген жұмыстың мақсатын қарастырып табамыз, нәтижесін қамтамасыздық қисықтар көмегімен көрсететін боламыз.

Осылайша, 1000 жыл ұзақтықтағы жылдық ағынды үлестірімінің моделденген қатары арқылы сушаруашылық зерттеулерінің репрезентативтілігін жоғарылататын суы мол және суы аз жылдардың ұзақтылығының қамтамасыздығының қайталанғыштығын зерттеу сушаруашылық зерттеулер үшін өте маңызды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бусалаев И.В., Давлетғалиев С.К. Куперман И.Г. Моделирование гидрографа стока методом канонического разложения // Проблемы гидроэнергетики и водного хозяйства. – 1973. – Вып. 10. – С. 143-152.
2. Давлетғалиев С.К., Саркытбаева А.Ж. Оценка длительности и повторяемости маловодных и многоводных периодов рек Жайык-Жемского района // Вопросы географии и геоэкологии. – 2010. – №1. – С. 20-25.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Алтай и Западная Сибирь. Горный Алтай и Верхний Иртыш. – М.: Гидрометеиздат, 1965. – Т. 15. – Вып. 1. – 224 с.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Т. 12, Вып. 3. Актыобинская область. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 515 с.

Поступила 13.01.2014

Доктор геогр. наук С.К. Давлетғалиев
Т.М. Казакбаева

ОЦЕНКА ДЛИТЕЛЬНОСТИ И ПОВТОРЯЕМОСТИ МАЛОВОДНЫХ И МНОГОВОДНЫХ ПЕРИОДОВ ОСНОВНЫХ РЕК ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

На основе смоделированных рядов четырех рек района дана оценка длительности и повторяемости маловодных и многоводных периодов. Приведены эмпирические обеспеченности группировок маловодных и многоводных лет для различных значений водности.