УДК 536.54, 556.16

АҒЫНДЫ ҚАТАРЛАРЫН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ КЕЗІНДЕ ТУЫНДАЙТЫН МӘСЕЛЕЛЕР

Геогр. ғылымд. докторы Ж.Д. Достай
С.Қ. Әлімқұлов

Мақалада Алакөл алабы өзендерінің негізінде ағынды қатарларының байланыс пішіндері талданған және алап өзендері ағындыларының қалыптасу заңдылықтарына қайшы келмейтін байланыс пішіндері келтірілген.

Ағынды көрсеткіштерін анықтау мәселелері негізінен бақылау қатарларының көлеміне тәуелді. Басым жағдайларда, ол көрсеткіштерді жарамды дәлдікте анықтау үшін нақты қатарларды ұзарту қажет. Қысқа ағынды қатарларын аналогиялық әдіс негізінде ұзартылады, ал ағынды қалыптастырушы факторлармен немесе басқа бір ұзын қатарлы ағынды қатарымен корреляциялық байланыстар көмегімен қалпына келтіруге мүмкін болса, ол кең қолданыстағы тәсіл болып табылады. Аналог – ағынды қатарын қолданудың шарттары әдебиеттерде [1, 2, 3] жан-жақты әрі толығырақ қарастырылған. Ең басты шектеуші шарттарға келесілер жатады [3]:

1) ұзартылатын (қалпына келтірілетін) және оған аналог ретінде алынған бекеттер алаптарының физикалық-географиялық жағдайлары ұқсас болуы;

2) есепке пайдаланылатын бекеттерде ағынды қатар бақыланған жылдар саны 10 жылдан кем болмауы;

3) корреляциялық коэффициенттің 0,7-ден кем болмауы;

4) регрессия коэффициентінің (r) оның орташа квадраттық қателігіне (σ_r) қатынасы 2-ден кем болмауы, яғни, келесі теңсіздіктің:

$$r/\sigma_r \geq 2,$$

орындалуы;

5) есепке алынған алаптар аудандарының қатынасы 10-нан аспауы;

6) таулы алаптарда, олардың орташа теңгермелі биіктіктері айырмасы 300 м-ден аспауы тиіс.

Іс жүзінде жоғарыдағы 3,4-пункттерде көрсетілген шарттардан басқалары гидрологиялық желінің сиректігі мен бақылау бекеттері жұмыстарының үзіктілігіне байланысты сирек сақталады. Бірақ, көп

жағдайда, ұқсас алаптардағы бірдей гидрологиялық құбылыстардың (біздің жағдайда, өзен ағындыларының) арасындағы байланыстардың түзу сызықтылығы тек аталған шарттардың толық орындалуымен ғана орын алуы мүмкін екені ескеріле бермейді. Жалпы, регрессиялық математикалық үлгілерді ағынды секілді стохастикалық үдірістер арасындағы байланыстарды дәйектеуде қолданудың дұрыстығының өзі математикалық тұрғыдан барлық шарттарға жауап бере алмайды [2].

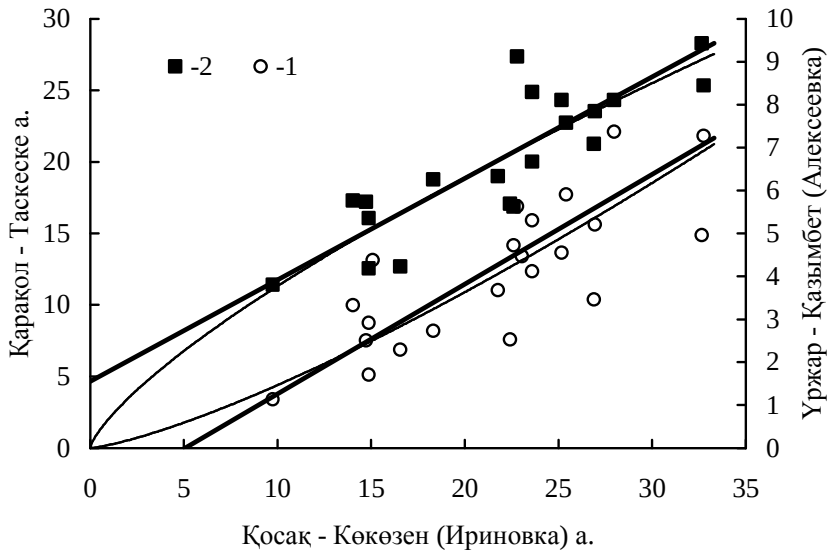
Аталған кемшіліктерге орай туындайтын қателіктерді бағалаудың теориялық дәйектелген тәсілдерінің жоқтығы әдісті қолдануда субъективтілікке жол береді. Түзу сызықты байланыстарды қолдану барысында көп кездесетін кемшіліктердің негізгісі – координата басындағы белгісіздік. Нәтижесінде, көп жағдайларда ұзартылатын қатар теріс мәндерге ие болады. Бұл кемшілікті қалыптандыру тәсілімен жою мүмкіндіктері кейбір әдебиеттерде [1] қарастырылған. Қалыптандыру тәсілі теріс мәндер мәселесін шешкенімен, орын алған нақты шамалардың табиғатын түсіндіре алмайды.

Жоғарыда айтып өткеніміздей, аналог бекетті таңдауда белгілі шарттарды сақтау үнемі мүмкін бола бермейді. Соған байланысты, ұсынылып отырған мақалада, Алакөл алабы өзендерінің аудандары мен орташа теңгермелі биіктік айырмашылықтары қойылған шектеу шегінен шығып кеткен жағдайлар үшін анықталған байланыстарға талдау жасалынды. Бұл жерде, таулы аумақтарда орналасқан физикалық-географиялық тұрғыдан біртекті аудандарда, 5,6-пункттерде көрсетілген шектеуші факторлар бойынша есептік және аналог алаптардың орташа теңгермелі биіктіктері мен аудандары айырмасының байланыс пішініне әсерін бағалау жүргізілді. Таулы алаптарда ағынды шамасына ауданның әсері әлсіз екені белгілі. Есептеулерде аудан әсерін толық ескерусіз қалдырмау мақсатында ағынды модульдері шамалары пайдаланылды. Егер есептік және аналог алаптар абсолютті ұқсас болған жағдайда байланыс қисығы координата басынан басталып, 45° еңістікпен өседі деп тұжырымдасақ, қалған жағдайлардың барлығында түзу сызықты байланыстың еңістігі мен координата басындағы шамаларын тыңғылықты талдау жасау қажет. Мұндай жағдайда екі түрлі түзу сызықты байланыс орын алуы мүмкін деп айтуға болады. Бірінші түрі – аргумент «0»-ге тең болғандағы функцияның белгілі мәні алаптардағы ағынды қалыптасу заңдылықтарына сай. Мұнда, байланыс еңістігі тұрақты шама. Екінші жағдай – аргумент «0»-ге тең болғандағы функцияның белгілі мәні

алаптардағы ағынды қалыптасу заңдылықтарына сай емес. Басқаша айтқанда, бірінші жағдайда аналог алапты таңдау шарттарына сай, яғни, түзу сызықты байланыстың дәйекті регрессия теңдеуін бере алады. Екінші жағдайда шектеуші шарттар орындалмаған, сондықтан, ол жағдайда түзу сызықпен сипатталатын дәстүрлі байланысты қолдануға болмайды. Тәжірибеде бірінші жағдайдың орын алуы ықтималдығы өте төмен. Тіпті ұқсастығы өте жоғары алаптар арасында да аталған жағдай орын ала бермейді. Жағдайды тек бақылау нәтижелерінің қателігіне байланысты деп айту қиын. Соған байланысты, көп жағдайларда, алаптар ағындылары арасындағы байланысты жоғарыда аталған нақты бір жағдайға жатқызу мүмкін емес. Нәтижесінде, гидрологиялық есептеулерде шектеулердің тек шартты түрде маңыздылары ғана ескеріліп, түзу сызықпен байланыстыру әдісінің қолдану аясы дәйексіз кеңейтілуге ұшыраған.

Берілген жұмыста шектеуші шарттар ескерілмей жүргізілген байланыстарды алаптардағы ағынды қалыптасу ерекшеліктеріне байланысты талдау арқылы барынша сәйкестенген қисықтарды таңдау мәселелері қарастырылды.

Зерттеліп отырған алапта жасалынған тәжірибеде орташа теңгермелі биіктіктері 1050-ден 1800 м-ге дейінгі, аудандары 54,6-дан 1340 км^2-ге дейінгі өзен алаптары таңдап алынды. Нәтижесінде, негізінен орташа теңгермелі биіктіктерінің айырмашылықтары өсуімен олардың түзу сызықтан белгілі бір ауытқулары орын алатындығы байқалып отыр. Мысал ретінде, Тарбағатай жотасының оңтүстік беткейлерінде біртекті ауданда орналасқан алаптар ағындылары арасындағы байланыс алынды /1-сурет/. Мұнда аналог ретінде алынған Қосақ өзені – Көкөзен а. тұсындағы бекет, екі есептік: бірі – аналог бекеттен орташа теңгермелі биіктігі едәуір төмен Қарақол өз. – Таскескен а., екіншісі – аналог бекеттен сәйкесінше жоғары орналасқан Үржар өз. – Қазымбет а. тұстарындағы бекеттер, ағынды сипаттамасы ретінде ағынды модулі шамасы алынған. Суретте келтірілген дәстүрлі қисық сызықты байланыспен қатар координата басындағы белгісіздікті айқындайтын қисық жүргізілген. Түзу сызықты байланыс бойынша аналог бекетте ағынды байқалмағанда (x = 0) одан биік орналасқан Үржар өз. – Қазымбет бекетінде ағынды шамасы мынадай: y = 4,66 л/(с·км^2). Керісінше, аналог бекеттен төмен орналасқан Қарақол өз. – Таскескен а. бекетінде, аналог бекетте ағынды шамасы x = 5,07 л/(с·км^2)-ден төмен болғанда ағынды байқалмаған. Ал нақты жағдайда, есепке пайдаланылған алаптарда бүкіл аспаптық бақылаулар басталған мерзімде өзендер құрғап қалған жылдар кездеспейді.



1-сурет. Ағындылар арасындағы байланыс сызығы. 1 – Қосақ өз. - Көкөзен а. – Қарақол өз. - Таскескен а. тұстарындағы беккетер ағындылары байласыны; 2 – Қосақ өз. - Көкөзен а. – Үржар өз. - Қазымбет а. тұстары бектетері ағындылары арасындағы байланыс; ─── – қисық сызықты байланыс; ━━━ – дәстүрлі түзу сызықпен байланыстыру.

Оның үстіне, таулы аумақтарда алаптың орташа теңгермелі биіктігі өсуімен ағынсудың қорек көздерінің шамалары заңдылықты өзгеріске ұшырайтыны белгілі. Мысалы, алаптың аласаруына байланысты ағынсу қорегінде жауын-шашын үлесі төмендегенімен жер асты суларының үлесі өсетіні белгілі. Яғни, төмен орналасқан алапта жауын-шашынның ағынды коэффициенті нөл болғанның өзінде (аз сулы жылдары) жер асты сулары қорегін ескермеуге болмайды. Ал мол сулы жылдары олардың ағындылары арасындағы айырма азая түседі. Басқаша айтқанда, төмен орналасқан алап ағындысының биігірек орналасқан алап ағындысына қатынасы аз сулы жылдардан мол сулы жылдарға қарай өседі деп айтуға болады. Аталған заңдылық бірдей биіктікте алаптың ауданының өсуі кезінде де орын алады.

Алаптардың гидрографиялық сипаттамалары мен ағындылары арасындағы байланыс сипаттары кестеде келтірілген. Жалпы, түзу сызықты және қисық сызықты (біздің жағдайда дәрежелік байланыс) байланыстар тығыздығын көрсететін корреляциялық коэффициенттер (қатынастар) айырмасы аталған шаманың айырмалары дәлдігі шеңберінде ғана болады.

Кесте

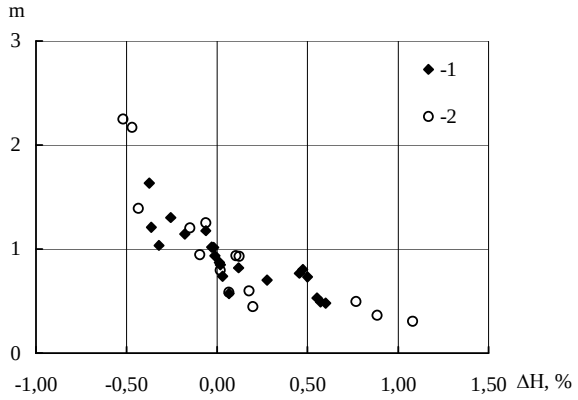
Алаптардың гидрографиялық сипаттамалары мен ағындылары арасындағы байланыс сипаттамалары

Ағынсу-бекет	Ауданы F, км^2	Орташа теңгермелі биіктігі H, м	Корреляция коэффициенті (қатынасы) r	
			түзу сызықты байланыс үшін	қисық сызықты байланыс үшін
Қосақ - Көкөзен а. (аналог бекет)	203	1630		
Үржар - Қазымбет (Алексеевка) а. (1-есептік)	88,4	1680	0,87	0,87
Қарақол - Таскескен а. (2-есептік)	1020	1050	0,84	0,80

Сонымен, орташа теңгермелі биіктіктерінің айырмашылықтары өсуімен алаптар ағындылары арасындағы түзу сызықтан белгілі бір ауытқулары орын алатындығын айтып өттік. Ол байланыстар міндетті түрде белгілі бір теңдеумен сипатталмауы мүмкін. Аталған ауытқулардың маңыздылығын байқап көру мақсатында қарастырылып отырған алап өзендері арасындағы байланыстар біріңғай дәрежелік теңдеумен сипатталды ($y = ax^m$). Анықталған корреляциялық қатынастар түзу сызықтық байланыстардағы корреляциялық коэффициенттерден аса алшақ емес, бір жағдайларда жоғары, бір жағдайларда төмен. Пайдаланылған теңдеулердегі дәрежелік коэффициент m айтылып отырған ауытқуларды сипаттай алады. Коэффициент $m < 1$ болғанда қисық дөңес, $m > 1$ болғанда ойыс келеді. Осы коэффициенттерді есептік алаптың орташа теңгермелі биіктігінің аналог алаптың сол шамасынан айырмасымен байланысы зерттелді. Нәтижесінде, алаптағы «тарбағатайлық» өзендер мен « жетісулық» өзендер үшін біртекті аудандар болғандықтан жеке анықталған дәрежелік коэффициент биіктіктер айырмасымен тығыз байланысты екенін көруге болады (2-сурет). Сонымен бірге, екі бөлек ауданға жүргізілген есептеулер нәтижелері ұқсас заңдылықпен өзгеретіндігі байқалады. Орташа теңгермелі биіктіктер айырмасы пайыздық түрде белгілері сақтала отырып алынған.

Биіктіктер айырмашылығы жоқ, яғни, $\Delta H = 0$ болғанда, $m \approx 1$. Коэффициент m биіктіктер айырмасы оң және теріс болғанда бірдей мәнге ие емес.

Ұсынылып отырған дәрежелік функция қисығы жеке ағынды қатарлары арасындағы байланыстарды сипаттауға лайық деп кесіп айта алмаймыз. Жоғарыда айтылғандай, байланыстар ешқандай белгілі теңдеулермен сипатталмауы мүмкін. Өзен ағындысы секілді стохастикалық үдірістерге қандай да бір стационарлық теңдеулерді қолдану кемшіліктері аталған жағдайға да тән.



2-сурет. $m = f(\Delta H)$ *тәуелділігі. 1 – тарбағатай жотасы өзендері үшін, 2 – Жетісу Алатауы өзендері үшін.*

Осылайша, жеке алаптар арасындағы байланысты, қатарларды қалпына келтіруде аналог өзенді таңдауға қойылған шектеуші факторлар толық орындалмаған жағдайда түзу сызықпен сипаттау дұрыс емес деп айта аламыз. Өзен алаптарындағы ағындыны айқындаушы факторларымен қайшылыққа келмеген жағдайда байланыстың басқа бір, тіпті графикалық болсын, түрін пайдалану қажет деп ойлаймыз. Нәтижесінде, байланыс графиктерін тұрғызу барысында, әсіресе экстремалды сулы жылдары, қатты ауытқыған шамаларын жөнді-жөнсіз ескерусіз қалдыру мәселелерін де шешудің жолдары да айқындала түседі.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Давлетгалиев С.К. Математические методы обработки гидрологических данных: Учебное пособие. – Алматы: «Қазақ университеті», 1998. – 166 с.
2. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 448 с.
3. Шелутко В.А. Численные методы в гидрологии. Л.: Гидрометеоиздат, 1991. – 238 с.

Институт географии, г. Алматы

ПРОБЛЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СТОКОВЫХ РЯДОВ

Доктор геогр. наук Ж.Д. Достай
С.К. Алимкулов

В статье, на примере рек бассейна Алакольских озер проанализированы формы связи стоковых рядов, и сделана попытка подбора кривой связи, не противоречащей закономерностям формирования стока.