

**ГИДРОЛОГИЯ / HYDROLOGY**

УДК: 551.1:556.3 (556.55)

**ЧИРЧИҚ-ОҲАНГАРОН ҲАВЗАСИ ДАРЁЛАРИНИНГ ВЕГЕТАЦИЯ  
ДАВРИДАГИ АЛОҲИДА ОЙЛАРИ ОҚИМИНИ ПРОГНОЗЛАШ****Ф. ҲИКМАТОВ<sup>1</sup>, З.Ф. ХАКИМОВА<sup>1\*</sup>, Р.Р. ЗИЯЕВ<sup>1</sup>, Н.Б. ЭРЛАПАСОВ<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, zilola\_khakimova@inbox.ru

***Аннотация.** Мақола тоғ дарёларининг вегетация давридаги алоҳида ойлари оқимини гидрометеорологик омилларга боғлиқ ҳолда узоқ муддатли прогнозлаш масалаларини Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзаси дарёлари мисолида тадқиқ этишига бағишланган. Шу мақсадда дарёлар вегетация даврининг алоҳида (апрель, май, июнь, июль) ойлари оқими билан мазкур ойлардаги ҳамда улардан олдинги кузги-қишқи-баҳорги ёғинлар йиғиндиси, шунингдек, дарёларда шу ойларда ўлчанган сув сарфлари орасидаги кўпхадли боғланишлар статистик баҳоланган, уларнинг нормаллаштирилган регрессия тенгламалари тузилган. Прогнозлаш ишлари регрессия тенгламалари асосида қурилган номограммалар бўйича амалга оширилган. Ишлаб чиқилган прогнозлаш услубининг аниқлиги, самарадорлиги ва сифати баҳоланган.*

***Калит сўзлар:** тоғ дарёлари, вегетация даври, алоҳида ойлар оқими, гидрометеорологик омиллар, кўп хадли боғланишлар, статистик баҳолаш, регрессия тенгламалари, прогнозлаш номограммаси, прогнозлаш услубининг аниқлиги.*

**Кириш.** Бугунги кунда дарёларнинг вегетация давридаги алоҳида ойлари оқимини узоқ муддатли прогнозлаш масалалари нафақат қишлоқ хўжалигида, гидроэнергетикада, балки иқтисодийнинг сувдан фойдаланувчи ҳамда сув истеъмолчилари ҳисобланган барча тармоқларида муҳим аҳамиятга эга. Ушбу масала, ўрганилаётган ҳудуд мисолида қараладиган бўлса, Чирчиқ ҳавзасидаги Чорвоқ ва ундан қуйида жойлашган Хўжакент, Ғазалкент ҳамда Оҳангарон ҳавзасидаги Оҳангарон ва Туябўғиз сув омборларига ойлар, чорак (квартал), вегетация даври давомида қуйиладиган сув миқдорларини баҳолашда ҳам муҳимдир.

Маълумки, қор-ёмғир, қор, қор-муз сувларидан тўйинувчи дарёлар оқимининг йил давомида ойлар бўйича ва мавсумий тақсимланишларини аниқлаш натижалари шуни кўрсатадики, улар оқимининг асосий қисми баҳор ва ёз ойларига (март, апрель, май, июнь, июль) тўғри келади. Шу сабабли, мазкур ойларда кузатиладиган оқим миқдорларини прогноз қилиш усулларини ишлаб чиқиш долзарб аҳамиятга эга. Ушбу масала мазкур ишда Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзаси дарёлари мисолида кўриб чиқилди. Чунки, юқорида қайд этилганидек, ушбу дарёлар ҳавзаларида жойлашган мавсумий сув омборларини самарали эксплуатация қилишда уларга қуйиладиган дарёларнинг ойлик ва мавсумий сув сарфлари миқдорларини олдиндан билиш катта амалий аҳамият касб этади.

Юқорида баён этилганлардан келиб чиқиб, тоғ дарёлари оқими кўрсаткичлари, хусусан, уларнинг мавсумий ва вегетация даври ўртача сув сарфлари ёки оқим хажмларини узоқ муддатли прогнозлаш масалалари устида ўтган XX асрнинг бошларидаёқ Э.М. Ольдекоп [Ольдекоп, 1917; 1918], Л.К. Давыдов [Давыдов, 1929], кейинчалик П.М. Машуков [Машуков, 1955], З.В. Джорджио [Джорджио, 1957], Б.А. Аполлов [Аполлов, 1974], А.В. Огиевский [Огиевский, ], Г.П. Калинин [Калинин, 1968], В.Д. Комаров [Комаров, 1959],

\* Масъул муаллиф: zilola\_khakimova@inbox.ru, тел. +998 99 106-07-87

Е.Г. Попов [Попов, 1979], Н.Ф. Бефани [Бефани, 1983], А.Н. Важнов [Важнов, 1966], И.П. Дружинин [Дружинин, 1987] каби таникли олимлар тадқиқот олиб борганлар. Шунингдек, узоқ муддатли прогнозлаш усуллари аниқлигини ошириш мақсадида, уларни такомиллаштириш масалалари билан Е.И. Гирник [Гирник, 1965], Н.Н. Аксарин [Аксарин, 1973], Т.С. Абальян [Абальян, 1976], Ю.М. Денисов [Денисов, 1965], А.М. Овчинников [Овчинников, 1973], Л.Н. Боровикова [Боровикова, 1977], Н.К. Лукина [Лукина, 1980] ва бошқалар шуғулланганлар. Мазкур тадқиқотларда асосий эътибор дарёларнинг тўлинсув даври ёки вегетация даври оқими кўрсаткичларини прогнозлаш масалаларига қаратилган. Ўзбекистон шароитида дарёлар ойлик оқимини прогнозлаш муаммоси, нақадар муҳимлигига қарамасдан, Е.И. Гирник [Гирник, 1965], А.М. Овчинников [Овчинников, 1973], Р.Р. Зияев [Зияев, 2021] ва Д.М. Турғунов [Турғунов, 2023] ларнинг ишларини ҳисобга олмаганда, тадқиқотчилар эътиборидан четда қолиб келмоқда.

Мазкур мақоланинг асосий **мақсади** тоғ дарёларининг вегетация давридаги алоҳида ойлари оқимини гидрометеорологик омилларга боғлиқ ҳолда узоқ муддатли прогнозлаш масалаларини Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзаси дарёлари мисолида тадқиқ этишдан иборат.

Тадқиқотнинг мақсадидан келиб чиққан ҳолда, мақолада қуйидаги **вазифалар** белгилаб олинди ва изланишлар жараёнида ўз ечимини топди:

1. Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзасидаги узоқ муддатли гидрологик кузатишларга эга бўлган, табиий сув режими сақланган дарёларни танлаб олиш, уларнинг сув сарфлари, шунингдек, ҳавзаларида жойлашган метеорологик станцияларда кузатилган атмосфера ёғинлари ҳақидаги гидрометеорологик маълумотлар базасини яратиш.

2. Дарёларнинг вегетация давридаги алоҳида ойлари оқимлари билан уларнинг ҳосил бўлишига таъсир этувчи аргументлар – ойлик ва мавсумий атмосфера ёғинлари ва ойлик сув сарфлари орасидаги кўп ҳадли боғланишларни статистик баҳолаш, уларнинг нормаллаштирилган регрессия тенгламаларини тузиш.

3. Нормаллаштирилган регрессия тенгламаларига юқорида белгилаб олинган аргументларнинг қўшган ҳиссаларини баҳолаш ва бу борада бажарилган ҳисоблашлар натижаларининг таҳлиллари асосида самарали предиктантларни аниқлаш.

4. Самарали предиктантларни ҳисобга олган ҳолда, нормаллаштирилган регрессия тенгламаларини қайта тузиш ва улар асосида прогнозлаш номограммасини куриш.

5. Ишлаб чиқилган прогнозлаш услубининг аниқлиги, самарадорлиги, сифати ва таъминланишини баҳолаш.

Ишнинг мақсади ва вазифаларига мос равишда, мақолада **тадқиқот объекти** сифатида Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзасидаги 3 та дарё танлаб олинди. Улардаги барча гидрологик постларда дарёларнинг табиий гидрологик режими элементлари стандарт талаблар асосида кузатиб борилади (1-жадвал).

Тадқиқотда белгиланган мақсадга эришиш учун Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзаси дарёларида 1961-2020 йилларда кузатилган ўртача ойлик сув сарфлари ҳамда шу ҳавзадаги метеорологик станцияларда қайд этилган атмосфера ёғинлари ва ҳаво ҳарорати маълумотларидан фойдаландик. Мазкур дарёлар ҳавзаларининг табиий шароити, гидрологик хусусиятлари В.Е. Чуб [Чуб, 2000; 2007], Л.М. Карандаева [Карандаева, Карандаев, 2022], Ф. Хикматов [Хикматов и др., 2020], Д.М. Турғунов [Турғунов, 2022], З.Ф. Хақимова [Хақимова, 2022]ларнинг тадқиқотларида баён этилган. Шу ҳолатни ҳисобга олиб, мақолада тадқиқот объекти сифатида танлаб олинган ҳавзанинг табиий географик тавсифига алоҳида тўхталмаймиз.

**Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси.** Тўпланган гидрометеорологик маълумотларнинг дастлабки таҳлиллари натижаси, Писком ва Оҳангарон дарёларининг сув сарфлари қаторларида узилишлар борлигини кўрсатди. Масалан, биз танлаб олган

хисоб даври (1961-2020 й.й)га нисбатан солиштирсак, Писком дарёсининг Муллала гидропостида кузатишлар 1965 йилдан бошланган. Шу сабабли мазкур дарёда дастлабки 4 йиллик, Охангарон дарёсининг Эртош дарёси қуйилишидан қуйида жойлашган гидрологик постда эса, кузатишлар 1971 йилдан бошланганлиги туфайли, 10 йиллик узилишлар мавжуд. Мазкур узилишларни тиклаш мақсадида уларга аналог – ўхшаш қилиб, Угом дарёси олинди. Сўнг тикланиши лозим бўлган Писком ва Охангарон дарёлари билан Угом дарёси ўртача ойлик сув сарфлари орасидаги боғланишлар статистик баҳоланди (2-жадвал).

1-жадвал

## Дарёлар ҳақида умумий гидрологик маълумотлар

Таблица 1

## Общие гидрологические сведения о реках

Table 1

## General hydrological information about rivers

Т.р.	Дарё – кузатиш пости	F, км <sup>2</sup>	H, м	Кузатишлар		Тўйиниш типи
				йиллари	сони	
1	Писком – Муллала қ.	2540	2740	1965-2020	56	ҚМ
2	Угом – Хўжакент қ.	869	2700	1961-2020	60	Қ
3	Охангарон – Эртош д.к.	1110	2600	1971-2020	50	ҚЁ

**Изоҳ:** F – сув тўплаш (ҳавза) майдони; H – ҳавзанинг ўртача баландлиги; ҚМ – қор-муз; Қ – қор, ҚЁ – қор-ёмғир сувларидан тўйиниши.

**Примечание:** F – площадь водосбора; H – средняя высота водосбора; ҚМ – снегово-леднивого; Қ – снегового, ҚЁ – снегового-дождого типов питания.

**Note:** F – water intake area; H – average height of water intake; ҚМ - snow-ice; Қ – snow, ҚЁ - snow-rain type of food.

2-жадвал

Дарёларнинг ўртача ойлик ( $Q_{III}, \dots, Q_{VII}$ ) сув сарфлари орасидаги боғланишларнинг жуфт корреляция коэффициентлари

Таблица 2

Парные коэффициенты корреляции связей между средними месячными ( $Q_{III}, \dots, Q_{VII}$ ) расходами воды рек

Table 2

Correlation coefficients of relationships between average monthly ( $Q_{III}, \dots, Q_{VII}$ ) river water discharges

Дарё – кузатиш пости	Угом – Хўжакент қ.				
	$Q_{III}$	$Q_{IV}$	$Q_V$	$Q_{VI}$	$Q_{VII}$
Писком – Муллала қ.	0,836±0,039	0,785±0,051	0,856±0,019	0,844±0,038	0,933±0,017
Охангарон – Эртош д.к.	0,794±0,055	0,774±0,059	0,879±0,034	0,898±0,029	0,873±0,036

Юқорида келтирилган боғланишларнинг жуфт корреляция коэффициентлари ва хатоликларининг қийматлари Писком ва Угом дарёлари жуфтлигида  $r=0,785\pm 0,051 \div 0,933\pm 0,017$ , Охангарон ва Угом дарёлари жуфтлигида эса  $r=0,774\pm 0,059 \div 0,898\pm 0,029$  ораликлардаги қийматларни қабул қилди. Ушбу боғланишларнинг аниқлиги гидрологик ҳисоблашларда фойдаланиш учун тавсия этиладиган эмпирик тенгламалар аниқлигига қўйиладиган талабларга тўла мос келади.

Юқоридаги ижобий натижани ҳисобга олган ҳолда, барча жуфтликларнинг регрессия тенгламалари тузилди. Улар ёрдамида Писком ва Охангарон дарёларининг ўртача ойлик ва йиллик сув сарфларида мавжуд бўлган узилишлар тикланди. Натижада,

ўрганилаётган дарёлар вегетация даврининг алоҳида ойлари сув сарфлари билан мавсумий ва шу ойдаги атмосфера ёғинлари ҳамда шу ойдаги ўртача ойлик сув сарфлари орасидаги боғланишлар зичлигини бир хил ҳисоб даври учун статистик баҳолаш имконияти яратилди.

Мақолада белгиланган мақсад ва вазифаларга мос равишда, тадқиқот объекти сифатида танлаб олинган дарёлар учун  $Q_n = f(X_{кб}, X_n, Q_{n-1})$  кўринишдаги кўп ҳадли боғланишлар статистик баҳоланди. Бу ерда:  $Q_n$  – дарёларнинг ўрганилаётган ойдаги ўртача ойлик сув сарфлари;  $X_{кб}$  – кузги-қишки-баҳорги ва  $X_n$  – ўрганилаётган ойдаги атмосфера ёғинлари йиғиндиси;  $Q_{n-1}$  – ўрганилаётган ойдан олдинги ойда кузатишган ўртача ойлик сув сарфлари. Ҳисоблашлар Г.А.Алексеев [Алексеев, 1971] таклиф этган усулда амалга оширилди. Дастлаб, ўрганилаётган ойларидаги ўртача ойлик сув сарфлари ( $Q_n$ ) билан уларга таъсир этувчи гидрометеорологик ўзгарувчилар ( $X_{кб}, X_n, Q_{n-1}$ ) орасидаги боғланишлар зичлиги баҳоланди. Шу мақсадда мазкур боғланишлар зичлигининг кўрсаткичлари – жуфт корреляция коэффициентлари ( $r_{01}, r_{02}, r_{03}, r_{12}, r_{13}, r_{23}$ ) ҳисобланди (3-жадвал).

3-жадвал

Ўртача ойлик сув сарфлари билан гидрометеорологик ўзгарувчилар орасидаги боғланишларнинг жуфт корреляция коэффициентлари

Таблица 3

Парные коэффициенты корреляции связей между средними месячными расходами воды и гидрометеорологическими переменными

Table 3

Paired correlation coefficients of relationships between average monthly water discharges and hydrometeorological variables

Т.р.	Дарё – кузатиш пости	Ойлар	Жуфт корреляция коэффициентлари					
			$r_{01}$	$r_{02}$	$r_{03}$	$r_{12}$	$r_{13}$	$r_{23}$
1	Писком – Муллала қ.	IV	0,700	0,376	0,681	0,274	0,632	0,248
		V	0,652	0,188	0,639	0,465	0,700	0,387
		VI	0,794	0,198	0,763	0,022	0,652	0,099
		VII	0,843	0,073	0,800	0,062	0,794	0,072
2	Угом – Хўжакент қ.	IV	0,715	0,590	0,693	0,274	0,734	0,264
		V	0,635	0,280	0,868	0,465	0,715	0,267
		VI	0,634	0,251	0,868	0,022	0,715	0,208
		VII	0,802	0,089	0,855	0,061	0,634	0,125
3	Оҳангарон – Эртош д.қ.	IV	0,690	0,446	0,556	0,274	0,768	0,327
		V	0,708	0,264	0,684	0,465	0,690	0,290
		VI	0,809	0,085	0,887	0,021	0,708	0,210
		VII	0,836	0,043	0,951	0,062	0,809	0,135

**Изоҳ:**  $r_{01}, r_{02}, r_{03}$  – ўрганилаётган ойдаги ўртача сув сарфлари ( $Q_n$ ) билан, мос равишда, кузги-қишки-баҳорги ( $X_{кб}$ ), ўрганилаётган ойдаги ( $X_n$ ) атмосфера ёғинлари ва ўтган ойдаги ўртача сув сарфлари ( $Q_{n-1}$ );  $r_{12}, r_{13}$  – кузги-қишки-баҳорги ёғинлар ( $X_{кб}$ ) билан, мос равишда, ўрганилаётган ойдаги ( $X_n$ ) ёғинлар ва ўтган ойдаги сув сарфлари ( $Q_{n-1}$ );  $r_{23}$  – ўрганилаётган ойдаги ( $X_n$ ) ёғинлар билан ўтган ойдаги сув сарфлари ( $Q_{n-1}$ ) орасидаги боғланишларнинг жуфт корреляция коэффициентлари.

**Примечание:**  $r_{01}, r_{02}, r_{03}$  – парные коэффициенты корреляции между средними месячными расходами воды изучаемого месяца ( $Q_n$ ) и, соответственно, с осенне-зимне-весенними ( $X_{кб}$ ), осадками изучаемого месяца ( $X_n$ ) и расходами воды предыдущего месяца ( $Q_{n-1}$ );  $r_{12}, r_{13}$  – парные коэффициенты корреляции между осенне-зимне-весенними ( $X_{кб}$ ) осадками и, соответственно, с осадками изучаемого месяца ( $X_n$ ) и расходами воды текущего месяца ( $Q_n$ );  $r_{23}$  – парный коэффициент корреляции между осадками изучаемого месяца ( $X_n$ ) и расходами воды предыдущего месяца.

**Note:**  $r_{01}, r_{02}, r_{03}$  – paired correlation coefficients between the average monthly water flows of the studied month ( $Q_n$ ) and, accordingly, with autumn-winter-spring ( $X_{кб}$ ), precipitation of the studied month ( $X_n$ ) and water flows of the previous month ( $Q_{n-1}$ );  $r_{12}, r_{13}$  – paired correlation coefficients between autumn-winter-spring ( $X_{кб}$ ) precipitation and, accordingly, with precipitation of the month under study ( $X_n$ ) and water discharge of the current month ( $Q_n$ );  $r_{23}$  – paired correlation coefficient between precipitation of the month under study ( $X_n$ ) and water discharge of the previous month.

Ҳисоблашларнинг навбатдаги босқичида, регрессия коэффицентлари ( $\alpha_{01}$ ,  $\alpha_{02}$ ,  $\alpha_{03}$ ) аниқланди. Шу мақсадда, жуфт корреляция коэффицентларининг юқорида аниқланган қийматлари ҳамда номаълум бўлган регрессия коэффицентларини ҳисобга олган ҳолда, уч номаълумли чизиқли тенгламалар системаси қуйидаги кўринишда тузилди:

$$\begin{cases} \alpha_{01} + r_{12} \cdot \alpha_{02} + r_{13} \cdot \alpha_{03} = r_{01} \\ r_{12} \cdot \alpha_{01} + \alpha_{02} + r_{23} \cdot \alpha_{03} = r_{02} \\ r_{13} \cdot \alpha_{01} + r_{23} \cdot \alpha_{02} + \alpha_{03} = r_{03} \end{cases} \quad (1)$$

Ушбу чизиқли тенгламалар системасининг бош ( $\Delta_{00}$ ) ва ёрдамчи ( $\Delta_{01}$ ) детерминантлари Крамер усулида ҳисобланди. Бош ва ёрдамчи детерминантларнинг ҳисобланган қийматлари номаълум бўлган регрессия коэффицентлари ( $\alpha_{01}$ ,  $\alpha_{02}$ ,  $\alpha_{03}$ )ни қуйидаги ифодалар ёрдамида аниқлаш имконини берди:

$$\alpha_{01} = \frac{\Delta_{01}}{\Delta}; \quad \alpha_{02} = \frac{\Delta_{02}}{\Delta}; \quad \alpha_{03} = \frac{\Delta_{03}}{\Delta}. \quad (2)$$

Ўрганилаётган Чирчиқ-Охангарон ҳавзаси дарёлар учун регрессия коэффицентларининг юқоридаги (2) ифодалар ёрдамида ҳисобланган қийматлари таҳлил қилинди (4-жадвал).

4-жадвал

**Чизиқли тенгламалар системаларидаги номаълум регрессия коэффицентларининг қийматларини ҳисоблаш**

Таблица 4

**Расчет неизвестных значений коэффициентов регрессий в системах линейных уравнений**

Table 4

**Calculation of unknown coefficient values regressions in systems of linear equations**

Т.р.	Дарё – кузатиш пости	Ойлар	Бош ва ёрдамчи детерминантлар				Регрессия коэффицентлари		
			$\Delta$	$\Delta_{01}$	$\Delta_{02}$	$\Delta_{03}$	$\alpha_{01}$	$\alpha_{02}$	$\alpha_{03}$
1	Писком – Муллала қ.	IV	0,550	0,229	0,093	0,207	0,416	0,169	0,376
		V	0,396	0,186	-0,070	0,150	0,470	-0,177	0,379
		VI	0,576	0,282	-0,145	0,263	0,497	-0,256	0,464
		VII	0,367	0,207	0,005	0,130	0,564	0,014	0,354
2	Угом – Хўжакент қ.	IV	0,423	0,159	0,171	0,131	0,376	0,404	0,310
		V	0,379	0,001	0,020	0,323	0,003	0,053	0,852
		VI	0,452	0,022	0,036	0,369	0,049	0,080	0,816
		VII	0,588	0,256	0,006	0,342	0,435	0,010	0,582
3	Охангарон – Эртош д.қ.	IV	0,366	0,229	0,102	-0,006	0,626	0,279	-0,016
		V	0,410	0,199	-0,028	0,151	0,485	-0,068	0,368
		VI	0,461	0,160	-0,038	0,301	0,347	-0,082	0,653
		VII	0,337	0,061	-0,026	0,274	0,181	-0,077	0,813

Жуфт корреляция коэффицентлари ( $r_{01}$ ,  $r_{02}$ ,  $r_{03}$ ,  $r_{12}$ ,  $r_{13}$ ,  $r_{23}$ ) ва регрессия коэффицентлари ( $\alpha_{01}$ ,  $\alpha_{02}$ ,  $\alpha_{03}$ )дан ташкил топган чизиқли тенгламалардан иборат бўлган (1) системанинг ечими, номаълум бўлган регрессия коэффицентларининг

қийматларини аниқлаш имконини берди. Регрессия коэффициентларининг ушбу қийматларидан фойдаланиб, ўрганилаётган ҳар бир дарё учун нормаллаштирилган регрессия тенгламалари тузилди ва уларнинг аниқлиги статистик баҳоланди (5-жадвал).

5-жадвал

Нормаллаштирилган регрессия тенгламалари ва уларнинг аниқлиги

Таблица 5

Нормализованные уравнения регрессии и их точность

Table 5

Normalized regression equations and their accuracy

Дарё – кузатиш пости	Ойлар	Регрессия тенгламалари	$r_0 \pm \sigma_{r_0}$
Писком – Муллала к.	IV	$U_0(Q_{IV})=0,416 \cdot U_1(X_{K6})+0,169 \cdot U_2(X_{IV})+0,376 \cdot U_3(Q_{III})$	$0,782 \pm 0,048$
	V	$U_0(Q_V)=0,470 \cdot U_1(X_{K6})-0,177 \cdot U_2(X_V)+0,379 \cdot U_3(Q_{IV})$	$0,762 \pm 0,052$
	VI	$U_0(Q_{VI})=0,497 \cdot U_1(X_{K6})-0,256 \cdot U_2(X_{VI})+0,464 \cdot U_3(Q_V)$	$0,894 \pm 0,025$
Угом – Хўжакент қ.	VII	$U_0(Q_{VII})=0,564 \cdot U_1(X_{K6})+0,014 \cdot U_2(X_{VII})+0,354 \cdot U_3(Q_{VI})$	$0,871 \pm 0,030$
	IV	$U_0(Q_{IV})=0,376 \cdot U_1(X_{K6})+0,404 \cdot U_2(X_{IV})+0,310 \cdot U_3(Q_{III})$	$0,850 \pm 0,089$
	V	$U_0(Q_V)=0,003 \cdot U_1(X_{K6})+0,053 \cdot U_2(X_V)+0,852 \cdot U_3(Q_{IV})$	$0,869 \pm 0,030$
	VI	$U_0(Q_{VI})=0,049 \cdot U_1(X_{K6})+0,080 \cdot U_2(X_{VI})+0,816 \cdot U_3(Q_V)$	$0,871 \pm 0,093$
Оҳангарон – Эртош д.к.	VII	$U_0(Q_{VII})=0,435 \cdot U_1(X_{K6})-0,010 \cdot U_2(X_{VII})+0,582 \cdot U_3(Q_{VI})$	$0,963 \pm 0,009$
	IV	$U_0(Q_{IV})=0,626 \cdot U_1(X_{K6})+0,279 \cdot U_2(X_{IV})-0,016 \cdot U_3(Q_{III})$	$0,752 \pm 0,053$
	V	$U_0(Q_V)=0,485 \cdot U_1(X_{K6})-0,068 \cdot U_2(X_V)+0,252 \cdot U_3(Q_{IV})$	$0,783 \pm 0,048$
	VI	$U_0(Q_{VI})=0,347 \cdot U_1(X_{K6})-0,082 \cdot U_2(X_{VI})+0,653 \cdot U_3(Q_V)$	$0,931 \pm 0,016$
	VII	$U_0(Q_{VII})=0,181 \cdot U_1(X_{K6})-0,077 \cdot U_2(X_{VII})+0,813 \cdot U_3(Q_{VI})$	$0,963 \pm 0,009$

Изоҳ:  $r_0 \pm \sigma_{r_0}$  – тўлиқ корреляция коэффициентини ва унинг хатолиги.

Примечание:  $r_0 \pm \sigma_{r_0}$  – полный коэффициент корреляции и его ошибка.

Note:  $r_0 \pm \sigma_{r_0}$  – total correlation coefficient and its error.

Регрессия тенгламаларига гидрометеорологик ўзгарувчилар, яъни вегетация даври алоҳида ойлари оқими ( $Q_n$ )нинг ҳосил бўлишига ҳар бир аргументнинг, жумладан, кузги-қишки-баҳорги ( $X_{K6}$ ) ва ўрганилаётган ойдаги ( $X_n$ ) атмосфера ёғинларининг йиғиндиси ҳамда ўтган ойда кузатилган сув сарфлари ( $Q_{n-1}$ )нинг қўшган ҳиссалари аниқланди. Ушбу ҳолатда дарёларнинг алоҳида ойлардаги сув сарфларининг нормаллаштирилган қийматлари  $[U_0(Q_n)]$  функция бўлса, кузги-қишки-баҳорги  $[U_1(X_{K6})]$  ва ўрганилаётган ойдаги  $[U_2(X_n)]$  ёғинлар ҳамда ўтган ойда кузатилган сув сарфларининг  $[U_3(Q_{n-1})]$  нормаллаштирилган қийматлари эса унинг аргументлари ҳисобланади. Аргументларнинг нормаллаштирилган тенгламаларга қўшган ҳиссаларини аниқлашга оид ҳисоблашлар ҳам Г.А.Алексеев [Алексеев, 1971] таклиф этган ифодалар ёрдамида бажарилди (6-жадвал).

Ҳисоблашлар натижаларининг таҳлиллари ўрганилган дарёлар алоҳида ойлари оқимининг ҳосил бўлишига гидрометеорологик омиллар қўшган ҳиссаларининг турличалигини кўрсатди. Масалан, кузги-қишки-баҳорги ёғинларнинг ҳиссалари  $\delta(X_{K6})$  турли дарёларда, ойлар бўйича қаралганда, Угом дарёсида май, июнь ойларини ҳисобга олмаганда, 16,3÷76,5 ораликда ўзгарди. Ўрганилаётган ойлардаги ёғинларнинг ҳиссалари  $\delta(X_n)$  нисбатан кичик бўлиб, 0,1÷33% ораликни ташкил этди. Ўтган ойдаги сув сарфларининг  $\delta(Q_{n-1})$  улуши, Оҳангарон дарёсида апрель ойи оқимини ҳисобга олмаганда, анча юқори қийматларни (30÷98%) ташкил қилди.

Нормаллаштирилган регрессия тенгламасига аргументнинг қўшган ҳиссаси қуйидаги шартни бажарган ҳолдагина самарали ҳисобланади [Алексеев, 1971]:

$$\delta(X_j) > 2 \frac{\delta_{r_0}^2}{r_0^2} \approx 2 \frac{\delta_{r_0}}{r_0} \quad (3)$$

6-жадвал

**Гидрометеорологик ўзгарувчиларнинг нормаллаштирилган регрессия  
тенгламаларига қўшган ҳиссалари**

Таблица 6

**Вклады гидрометеорологических переменных в уравнения  
нормализованной регрессии**

Table 6

**Contributions of hydrometeorological variables to normalized  
regression equations**

Дарё – кузатиш пости	Ойлар	Кузги-кишки- бахорги ёғинлар, $\delta(X_k)$	Ўрганилаётган ойдаги ёғинлар, $\delta(X_n)$	Ўтган ойдаги сув сарфлари, $\delta(Q_{n-1})$
Писком – Муллала қ.	Апрель	47,6	10,5	41,9
	Май	52,7	5,7	41,6
	Июнь	49,4	6,4	44,2
	Июль	62,6	0,2	37,2
Угом – Хўжакент қ.	Апрель	37,2	33	29,8
	Май	0,03	1,97	98
	Июнь	4,08	2,64	93,3
	Июль	41,2	0,1	58,7
Оҳангарон – Эртош д.қ.	Апрель	76,5	21,9	1,6
	Май	56	3	41
	Июнь	32,2	0,8	67
	Июль	16,3	0,3	83,4

Дарёлар алоҳида ойлари оқимининг ҳосил бўлишида, Угом дарёсининг май-июнь ойларини ҳисобга олмаганда, кишки ёғинларнинг ҳиссаси ва Оҳангарон дарёсининг апрель ойи оқимини ҳисобга олмаганда, ўтган ойдаги сув сарфининг ҳиссаси самарали ҳисобланади. Бунга мос равишда, Оҳангарон дарёси апрель ойи оқимининг ҳосил бўлишида кишки ва апрель ойи атмосфера ёғинлари самарали ҳисобланади. Шу тартибдаги таҳлиллар асосида, нормаллаштирилган регрессия тенгламалари, фақат самарали аргументларни ҳисобга олган ҳолда, қайтадан тузилди. Бунинг учун  $\alpha_{01}$  ва  $\alpha_{02}$  регрессия коэффициентлари қуйидаги ифодалар ёрдамида қайта ҳисобланди:

$$a) \alpha_{01} = \frac{r_{01} - r_{03} \cdot r_{13}}{1 - r_{13}^2}; \quad b) \alpha_{02} = \frac{r_{03} - r_{01} \cdot r_{13}}{1 - r_{13}^2}. \quad (4)$$

Регрессия коэффициентларининг (4) ифода ёрдамида қайта ҳисобланган қийматлари олдингилардан катта фарқ қилмайди. Улар асосида нормаллаштирилган регрессия тенгламалари ҳам қайта тузилди ҳамда уларнинг аниқлиги қайта баҳоланди (7-жадвал).

Нормаллаштирилган регрессия тенгламаларининг юқоридаги жадвалда келтирилган тўлиқ корреляция коэффициентлари  $r_0=0,691 \pm 0,064 \div 0,957 \pm 0,010$  оралиқда ўзгарди. Демак, уларнинг аниқлиги гидрологик ҳисоблашлар ва прогнозларда фойдаланиш учун тавсия этиладиган ифодаларга қўйиладиган талабларга тўла жавоб беради. Лекин, уларни гидрологик прогнозлар амалиётида қўллаш ноқулай, чунки, ушбу тенгламалар ўзгарувчиларнинг нормаллаштирилган қийматларини ҳисобга олади. Ана шу ноқулайликларни бартараф этиш учун нормаллаштирилган регрессия тенгламалари асосида прогнозлаш номограммалари қуйидаги кетма-кетликда тузилди.

Дастлаб, ўзгарувчиларнинг нормаллаштирилган ва кузатиш қийматлари орасидаги боғлиқлик графиклари ўрганилаётган дарёлар вегетация даврининг алоҳида ойлари учун чизилди ва уларнинг аниқлиги баҳоланди.

7-жадвал

Қайта тузилган нормаллаштирилган  
регрессия тенгламалари ва уларнинг аниқлиги

Таблица 7

## Пересоставленные уравнения нормализованной регрессии и их точность

Table 7

## Refitted normalized regression equations and their accuracy

Дарё – кузатиш пости	Ойлар	Регрессия тенгламалари	$r_0 \pm \sigma_{r_0}$
Писком – Муллала к.	Апрель	$U_0(Q_{IV})=0,449 \cdot U_1(X_k)+0,239 \cdot U_3(Q_{III})$	$0,782 \pm 0,048$
	Май	$U_0(Q_V)=0,401 \cdot U_1(X_k)+0,358 \cdot U_3(Q_{IV})$	$0,762 \pm 0,052$
	Июнь	$U_0(Q_{VI})=0,516 \cdot U_1(X_k)+0,427 \cdot U_3(Q_V)$	$0,894 \pm 0,025$
	Июль	$U_0(Q_{VII})=0,562 \cdot U_1(X_k)+0,353 \cdot U_3(Q_{VI})$	$0,871 \pm 0,030$
Угом – Хўжакент қ.	Апрель	$U_0(Q_{IV})=0,447 \cdot U_1(X_k)+0,365 \cdot U_3(Q_{III})$	$0,757 \pm 0,053$
	Май	$U_0(Q_V)=0,029 \cdot U_1(X_k)+0,847 \cdot U_3(Q_{IV})$	$0,868 \pm 0,030$
	Июнь	$U_0(Q_{VI})=0,033 \cdot U_1(X_k)+0,840 \cdot U_3(Q_V)$	$0,866 \pm 0,031$
	Июль	$U_0(Q_{VII})=0,523 \cdot U_1(X_k)+0,579 \cdot U_3(Q_{VI})$	$0,956 \pm 0,011$
Оҳангарон – Эртош д.к.	Апрель	$U_0(Q_{IV})=0,641 \cdot U_1(X_k)+0,064 \cdot U_3(Q_{III})$	$0,691 \pm 0,064$
	Май	$U_0(Q_V)=0,450 \cdot U_1(X_k)+0,373 \cdot U_3(Q_{IV})$	$0,757 \pm 0,053$
	Июнь	$U_0(Q_{VI})=0,363 \cdot U_1(X_k)+0,630 \cdot U_3(Q_V)$	$0,924 \pm 0,018$
	Июль	$U_0(Q_{VII})=0,192 \cdot U_1(X_k)+0,794 \cdot U_3(Q_{VI})$	$0,957 \pm 0,010$

**Изоҳ:**  $r_0 \pm \sigma_{r_0}$  – тўлиқ корреляция коэффициентлари ва унинг хатолиги.

**Примечание:**  $r_0 \pm \sigma_{r_0}$  – полный коэффициент корреляции и его ошибка.

**Note:**  $r_0 \pm \sigma_{r_0}$  – total correlation coefficient and its error.

Юқорида келтирилган нормаллаштирилган регрессия тенгламаларидан фойдаланган ҳолда, ўзгарувчиларнинг регрессия тенгламаларидаги нормаллаштирилган қийматлари асосида, уларнинг абсолют қийматлари юқорида қайд этилган графикдан аниқланди. Ушбу масала билан боғлиқ бўлган ҳисоблашлар намунаси Писком дарёсининг июль ойи оқимини прогнозлаш имконини берадиган номограмма мисолида кўрсатилди (8-жадвал). Ушбу жадвалда келтирилган ҳисоблашлар Писком дарёсининг апрель, май, июнь ойлари учун ҳам бажарилди. Ҳисоблашлар натижалари асосида мазкур ойлар учун ҳам прогнозлаш номограммалари тузилди. Мазкур ишда Писком дарёси июль ойи оқимини ( $Q_{VII}$ ) прогнозлаш номограммаси намуна сифатида келтирилди (1-расм).

Прогнозлаш номограммасидан фойдаланган ҳолда, Писком дарёсининг июль ойи оқими ( $Q_{VII}$ )ни кузги-қишки-баҳорги ( $X_{k6}$ ) ва июнь ( $Q_{VI}$ ) ойи оқимига боғлиқ ҳолда прогнозлаш аниқлиги баҳоланди (9-жадвал).

8-жадвал

Писком дарёси июль ойи оқими ( $Q_{VII}$ ) ни прогнозлаш номограммасини қуриш мақсадида бажарилган ҳисоблашлар

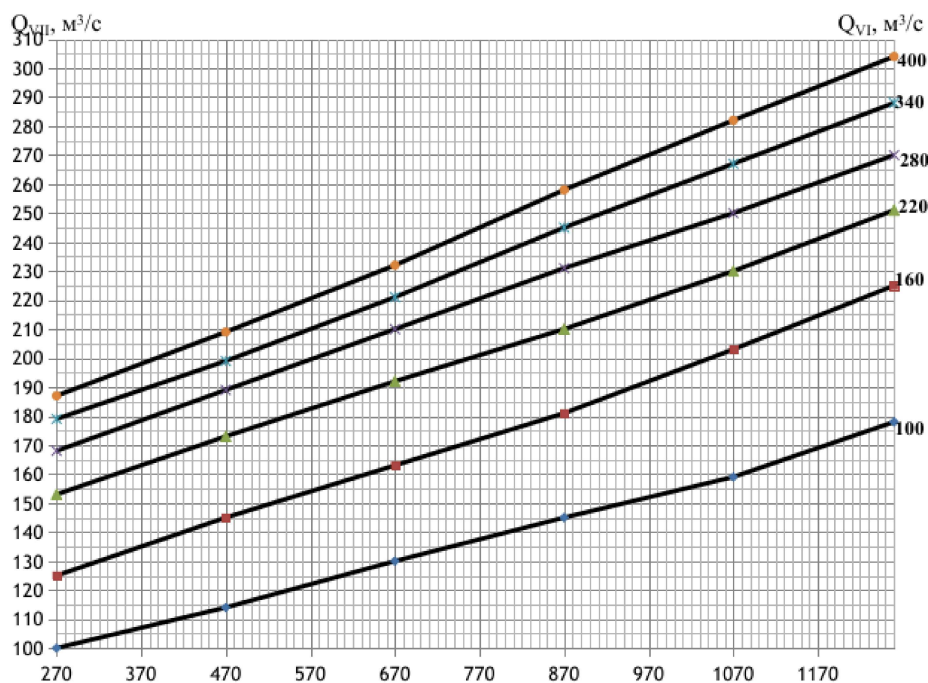
Таблица 8

Расчеты, выполненные с целью построения номограммы для прогноза стока реки Пскем на июль месяц ( $Q_{VII}$ )

Table 8

Calculations performed to construct a nomogram for forecasting the flow of the Pskem River for the month of July ( $Q_{VII}$ )

$X_{кб}, мм$	$U_1(X_{кб})$	$0,562 \cdot U_1(X_{кб})$	$U_2(Q_{VI})$	$U_2(Q_{VI})$	$0,353 \cdot U_2(Q_{VI})$	$U_0(Q_{VII})$	$Q_{VII}, м^3/с$
270	-2,1	-1,80	100	-1,95	-0,68835	-1,868	100
			160	-0,63	-0,22239	-1,402	114
			220	0,31	0,10943	-1,071	130
			280	1,18	0,41654	-0,764	149
			340	1,78	0,62834	-0,552	152
			400	2,18	0,76954	-0,410	158
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1260	2,1	1,180	100	-1,95	-0,68835	0,492	187
			160	-0,63	-0,22239	0,958	209
			220	0,31	0,10943	1,289	232
			280	1,18	0,41654	1,596	258
			340	1,78	0,62834	1,808	282
			400	2,18	0,76954	1,949	300



1-расм. Писком дарёси июль ойи оқими ( $Q_{VII}$ ) ни прогнозлаш номограммаси

Рис. 1. Номограмма для прогноза стока реки Писком на июль месяц ( $Q_{VII}$ )

Fig. 1. Nomogram for forecasting the flow of the Piskem River for the month of July ( $Q_{VII}$ )

9-жадвал

**Писком дарёси июль ойи оқими ( $Q_{VII}$ )ни прогнозлаш номограммаси  
аниқлигини баҳолаш**

Таблица 9

**Оценка точности прогностической номограммы  
стока реки Пскем на июль месяц ( $Q_{VII}$ )**

Table 9

**Assessment of the accuracy of the forecast nomogram  
of the Pskem river flow for the month of July ( $Q_{VII}$ )**

Т.р.	Йил	$Q_{VII}, \text{м}^3/\text{с}$	$X_{\text{кб}}, \text{мм}$	$Q_{VI}, \text{м}^3/\text{с}$	$Q_{VII}^n$	Хатолик	
						$E_a, \text{м}^3/\text{с}$	$E_{\text{п}}, \%$
1	1961	119	352	134	121	-2	-1,68
2	1962	152	368,7	160	143	9	5,92
3	1963	197	600,9	244	195	2	1,02
4	1964	216	670,3	249	206	10	4,63
5	1965	110	367,3	131	123	-13	-11,8
6	1966	200	787,4	257	218	-18	-9,00
7	1967	146	495,9	192	161	-15	-10,3
8	1968	229	677,2	234	216	13	5,68
9	1969	329	1257	382	311	18	5,47
10	1970	157	628,1	187	161	-4	-2,55
11	1971	165	526,6	241	181	-16	-9,70
12	1972	208	632,1	195	189	19	9,13
13	1973	145	608,8	151	152	-7	-4,83
14	1974	121	273,9	144	123	-2	-1,65
15	1975	129	545,3	156	141	-12	-9,30
16	1976	154	472,6	182	166	-12	-7,79
17	1977	149	539,1	192	172	-23	-15,4
18	1978	214	676,1	216	198	16	7,48
19	1979	239	655,2	247	221	18	7,53
20	1980	161	514,7	189	163	-2	-1,24
21	1981	195	493,1	163	173	22	11,28
22	1982	93,3	364,5	95,4	102	-8,7	-9,32
23	1983	141	391,8	130	128	13	9,22
24	1984	168	504,5	222	173	-5	-2,98
25	1985	175	682,5	220	191	-16	-9,14
26	1986	141	412,5	143	139	2	1,42
27	1987	263	772,1	261	251	12	4,56
28	1988	199	646,9	241	191	8	4,02
29	1989	146	485,3	163	151	-5	-3,42
30	1990	179	523,2	306	206	-27	-15,1
		5240,3	16925,6	6027,4	5266	-25,7	-47,86
		174,68	564,2	200,9	175,5	-0,86	-1,60

Ҳисоблашлар натижалари таҳлилларига кўра, Писком дарёси июль ойи оқими ( $Q_{VII}$ )ни номограмма ёрдамида прогнозлашдаги абсолют хатоликларнинг кийматлари  $-27 \div 19 \text{ м}^3/\text{с}$  ораликда ўзгарган бўлса, нисбий хатоликлар эса,  $-15,4 \div 11,3$  ораликда ўзгарди.

Номограмманинг аниқлиги «Наставления по службе прогнозов» талаблари асосида ҳам баҳоланди [Бефани, Калинин, 1983; Наставление, 1962]. Баҳолашлар прогнозлаш номограммасини куришга асос бўлган ўзаро боғлиқ маълумотлар асосида амалга

оширилди. Шу мақсадда, дастлаб, Писком дарёсида июль ойида кузатилган сув сарфлари ( $Q_{VII}$ )нинг ўртача квадратли четлашиши ( $\sigma_{Q_{VII}}$ ) ҳисобланди:

$$\sigma_{VII} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{VII} - \bar{Q}_{VII})^2}{n-1}}, \quad (4)$$

бу ерда:  $Q_{VII}$  – Писком дарёсида июль ойида кузатилган ўртача йиллик сув сарфлари;  $\bar{Q}_{VII}$  – июль ойидаги ўртача кўп йиллик сув сарфи;  $n$  – кузатиш йиллари сони,  $n=30$ .

Сўнг прогнозлаш услубининг йўл қўйилиши мумкин бўлган хатолиги ( $\delta_M$ ) қуйидаги ифода билан аниқланди:

$$\delta_M = \pm 0,674 \cdot \sigma, \quad (5)$$

Кейинги босқичда прогнозлаш услубининг абсолют хатоликлари ( $\delta_i$ ) қуйидагича ҳисобланди:

$$\delta_i = Q_{VII} - Q_{VII}^n, \quad (6)$$

бу ерда:  $Q_{VII}$  – июль ойи оқимининг кузатилган миқдорлари;  $Q_{VII}^n$  – июль ойи оқимининг прогноз қилинган миқдорлари.

Номограмма асосида амалга оширилган прогнозлар абсолют хатоликларининг ўртача квадратли фарқи ( $S$ ) қуйидаги ифода ёрдамида ҳисобланди:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (Q_{VII} - Q_{VII}^n)^2}{n-1}}. \quad (7)$$

Калит тадқиқот объекти сифатида танланган Писком дарёси мисолида вегетация даврининг алоҳида ойлари оқимини прогнозлаш услубининг самаралиги мезони ( $S/\sigma$ ) ҳар бир ой учун ҳисобланди. Маълумки, гидрологик прогнозлар амалиётида  $S/\sigma \leq 0,50$  шартини бажарса, ишлаб чиқилган прогнозлаш услубининг сифати «яхши»га,  $0,50 < S/\sigma \leq 0,80$  шартини бажарилганда эса «қониқарли» га баҳоланади [Бефани, Калинин, 1983]. Унинг натижалари асосида эса ойлик оқимини прогнозлаш таклиф этилаётган услубнинг сифати баҳоланди (10-жадвал).

Прогнозлаш услубининг таъминланиши қуйидаги ифода билан ҳисобланди:

$$P = \frac{m}{n} \cdot 100\%, \quad (8)$$

ифодада:  $m$  – тўғри чиққан прогнозлар сони;  $n$  – умумий прогнозлар сони.

10-жадвалдан кўришиб турибдики, Писком дарёси вегетация даври алоҳида ойлари оқимини прогнозлаш услубининг самаралилиги мезони ( $S/\sigma$ ) қийматлари  $0,28 \div 0,34$  ораликда ўзгарди, сифати эса барча ойларида «яхши»га баҳоланди. Прогнозлаш услубининг таъминланиши, яъни тўғри чиққан прогнозлар 93-97% ни ташкил этди. Демак, тадқиқот жараёнида дарёлар вегетация даври алоҳида ойлари оқимини прогнозлаш мақсадида олинган боғланишлар гидрологик прогнозларга қўйилган талабларга тўла жавоб беради.

## 10-жадвал

**Писком дарёси вегетация даври алоҳида ойлари оқимини прогнозлаш услубининг самарадорлиги мезони ( $S/\sigma$ ), сифати ва таъминланиши (P)ни баҳолаш натижалари**

Таблица 10

**Результаты оценки критерия эффективности ( $S/\sigma$ ), качества и обеспеченности (P) методики прогноза стока реки Пскем на отдельные месяцы вегетационного периода**

Table 10

**Results of assessing the effectiveness criterion ( $S/\sigma$ ), quality and availability (P) of the methodology for forecasting the flow of the Pskem River for individual months of the growing season**

Т.р.	Ойлар	$\sigma$	$\delta_M$	S	$S/\sigma$	P, %
1	Апрель	17,7	11,9	7,36	0,42	90,0
2	Май	30,1	20,3	10,3	0,34	96,7
3	Июнь	61,3	41,3	16,4	0,28	96,7
4	Июль	50,6	34,1	16,4	0,32	93,3

Бажарилган тадқиқот натижаларининг таҳлиллари асосида, **хулоса** сифатида, куйидагиларни қайд этиш мумкин:

1. Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзасидаги узоқ муддатли гидрологик кузатишларга эга бўлган, табиий режимли дарёлар танлаб олинди. Улардаги гидрологик постларда ўлчанган сув сарфлари ҳамда дарёлар ҳавзаларида жойлашган метеорологик станцияларда кузатилган атмосфера ёғинлари ҳақидаги маълумотлар базаси яратилди.

2. Дарёларнинг вегетация давридаги алоҳида ойлари оқими билан уларнинг ҳосил бўлишига таъсир этувчи ойлик ва мавсумий атмосфера ёғинлари ҳамда олдинги ойдаги сув сарфлари орасидаги кўп ҳадли боғланишлар статистик баҳоланди, боғланишларнинг нормаллаштирилган регрессия тенгламалари тузилди. Ушбу тенгламаларнинг аниқлиги  $r_0=0,752\pm 0,084\pm 0,963\pm 0,014$  ораликда ўзгарадиган тўлиқ корреляция коэффицентлари билан ифодаланади.

3. Нормаллаштирилган регрессия тенгламаларига аргументларнинг қўшган ҳиссалари баҳоланди ва бу борада бажарилган ҳисоблашлар натижаларининг таҳлиллари асосида самарали предиктантлар аниқланди. Фақат самарали деб баҳоланган предиктантларни ҳисобга олган ҳолда, нормаллаштирилган регрессия тенгламалари қайта тузилди ва улар асосида прогнозлаш номограммаси қурилди.

4. Калит тадқиқот объекти сифатида танлаб олинган Писком дарёси мисолида вегетация давридаги алоҳида ойлар оқимининг прогнозлари ҳар бир ой учун қурилган номограммалар асосида амалга оширилди. Таклиф этилган прогнозлаш услубининг самаралилиги мезони  $S/\sigma$  нинг қийматлари  $0,28\div 0,34$ , таъминланиши эса  $90\div 96,7\%$  ораликларда ўзгарди. Прогнозлаш услубининг сифати барча ойлар учун «яхши»га баҳоланди. Ушбу ижобий натижалар Писком дарёси вегетация даври алоҳида ойлари оқимини прогнозлаш услубини амалиётда қўллаш учун тавсия этиш имконини беради.

5. Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзаси дарёлари мисолида бажарилган мазкур тадқиқотда олинган натижалар, шунингдек, ойлик оқим миқдорларини прогнозлашга бўлган илмий-услубий ёндашувлар, шубҳасиз, маълум илмий ва амалий аҳамиятга эга. Уларни келажакда Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзасининг бошқа дарёларида синовдан ўтказиш, шу билан бирга, натижалардан ҳавза сув ресурсларини миқдорий баҳолаш масалалари билан боғлиқ

бўлган гидрологик ҳисоблашлар ва прогнозлар амалиётида фойдаланиш тавсия этилади.

**Миннатдорчилик.** Муаллифлар мақолани тайёрлашда зарур бўлган бирламчи гидрометеорологик маълумотларни тўплашда яқиндан ёрдам берган Ўзгидромет ходимларига ҳамда мақолани нашрга тайёрлаш жараёнида ўзининг илмий маслаҳатларини аямаган т.ф.н. Л.М.Карандаевага ўз миннатдорчилигини билдирадилар.

**Муаллифлар хиссаси.** **Ф. Ҳикматов:** мақола ғояси, методология, тадқиқот объектини танлаш, натижалар таҳлили, хулосалар. **З.Ф. Ҳакимова:** ҳисоблашлар, натижалар таҳлили, мақола матнини ёзиш, мақолани расмийлаштириш. **Р.Р. Зияев:** ҳисоблаш усуллари, натижалар таҳлили, илмий хулосалар, мақолани расмийлаштириш. **Н.Б. Эрлапасов:** ҳисоблаш усуллари, натижалар таҳлили, илмий хулосалар, мақолани расмийлаштириш. Барча муаллифлар қўлёзманинг нашрга тавсия этилган матни билан танишдилар ва ўз розиликларини билдирдилар.

## АДАБИЁТЛАР

*Алексеев Г.А.* Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей. – Л.: Гидрометеоздат, 1971. – 63 с.

*Аполлов Б.А., Калинин Г.П., Комаров В.Д.* Курс гидрологических прогнозов. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 419 с.

*Бефани Н.Ф., Калинин Г.П.* Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам. – Л.: Гидрометеоздат, 1983. – 439 с.

*Гирник Е.М.* Методика долгосрочных прогнозов средних за вегетационный период и средних месячных расходов воды р. Карадарья // Тр. САНИГМИ. – Ташкент, 1960. – Вып. 3(18). – С. 28-36.

*Давыдов Л.К., Корженевский Н.Л.* Влияние метеорологических факторов на режим р. Нарына // Тр. Гидрометеорологического отдела Средазмета. – 1929. – Том I. – Вып. 2. – С. 79-144.

*Денисов Ю.М., Агальцева Н.А., Пак А.В.* Автоматизированные методы прогнозов стока горных рек Средней Азии. – Ташкент: САНИГМИ, 2000. – 160 с.

*Джорджио З.В.* Опыт долгосрочных прогнозов стока рек Средней Азии. – Ташкент: Изд-во САГУ, 1957. – 202 с.

*Дружинин И.П.* Долгосрочный прогноз и информация. – Новосибирск: Наука, 1987. – 255 с.

*Зияев Р.Р.* Зарафшон ҳавзаси дарёлари сув режими фазаларининг иқлим ўзгариши шароитидаги силжишлари. Геогр. фан. ф. д. ... дисс. автореферати. – Тошкент, 2021. – 46 б.

*Карандаева Л.М., Карандаев С.В.* Анализ атмосферных осадков базового и текущего климатических периодов по данным метеорологических станций бассейна реки Чирчик и сопредельных территорий // Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды. – Ташкент, 2022. №3. – С. 30-43.

*Лукина Н.К.* Методические указания к выполнению практических работ по долгосрочным прогнозам стока горных рек. – Ташкент, 1980. – 26 с.

*Машуков П.М.* Основные методы гидрологических прогнозов, применяемые в Средней Азии // Метеорология и гидрология в Узбекистане. – Ташкент: Изд-во Ан УзССР, 1955. – С. 253-261.

Наставление по службе прогнозов. Раздел 3. Ч. 1. –Л.: Гидрометеоздат, 1962. – 193 с.

*Овчинников А.М.* Применение метода множественной регрессии к прогнозам стока горных рек (на примере бассейна Карадарья). Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. – Ташкент, 1973. – 20 с.

*Ольдекоп Э.М.* К вопросу о прогнозе расходов рек в Туркестане // Бюлл. Гидром. части в Туркестанском крае. – Ташкент, 1917. – № 1-3. – С. 1-29.

*Ольдекоп Э.М.* Зависимость режима р.Чирчик от метеорологических факторов // Тр. Метеорол. отдела Гидром. части в Туркестанском крае. – 1918. – Вып. 89. – 83 с.

*Попов Е.Г.* Гидрологические прогнозы. – Л.: Гидрометеоздат, 1979. – 256 с.

*Тургунов Д.М.* Тоғ дарёлари кам сувли йиллар оқими гидрологик кўрсаткичларини

хисоблаш ва прогнозлаш. Геогр. фан. док. (DSc) ... дисс. автореферати. – Тошкент, 2022. – 61 б.

Ҳақимова З.Ф. Оҳангарон ҳавзаси дарёлари оқимининг шаклланишига метеорологик омилларнинг таъсирини баҳолаш // Гидрометеорология ва атроф-муҳит мониторинги. – Ташкент, 2022. №4. – Б. 50-62.

Ҳикматов Ф.Х., Юнусов Г.Х., Ҳақимова З.Ф., Зияев Р.Р., Эрлапасов Н.Б. Закономерности формирования водных ресурсов горных рек в условиях изменения климата. – Ташкент: «ИРНМУ», 2020. – 232 с.

Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан. – Ташкент: САНИГМИ, 2000. – 252 с.

Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. – Ташкент: Ворис – Нашриёт, 2007. – 132 с.

Ҳикматов Ф.Х., Ҳақимова З.Ф., Турғунов Д.М. Чирчик ҳавзаси дарёлари оқими билан иқлимий омиллар орасидаги боғланишларни статистик баҳолаш // Гидрометеорология ва атроф-муҳит мониторинги. – Ташкент, 2022. №4. – Б. 50-62.

Ҳикматов Ф.Х., Юнусов Г.Х., Раҳмонов К.Р. Гидрологик bashorat. – Toshkent: «Faylasuflar» nashriyoti, 2013. – 144 b.

## ПРОГНОЗ СТОКА РЕК ЧИРЧИК-АХАНГАРАНСКОГО БАССЕЙНА НА ОТДЕЛЬНЫЕ МЕСЯЦЫ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА

Ф. ХИКМАТОВ<sup>1</sup>, З.Ф. ХАКИМОВА<sup>1</sup>, Р.Р. ЗИЯЕВ<sup>1</sup>, Н.Б. ЭРЛАПАСОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, zilola\_khakimova@inbox.ru

**Аннотация.** *Статья посвящена исследованию проблем долгосрочного прогнозирования стока отдельных месяцев вегетационного периода в зависимости от гидрометеорологических факторов на примере рек Чирчик-Ахангаронского бассейна. С этой целью произведена статистическая оценка многофакторной зависимости между стоком рек отдельных месяцев вегетационного периода (апрель, май, июнь, июль) и суммой осенне-зимне-весенних осадков и осадков изучаемого месяца, а также расходом воды предыдущего месяца, получены их нормализованные уравнения регрессии. Прогнозирование осуществлялось по номограммам, построенным на основе полученных уравнений регрессий. Оценены критерия эффективности, качества и обеспеченность разработанной методики прогнозирования.*

**Ключевые слова:** *горные реки, вегетационный период, сток отдельных месяцев, гидрометеорологические факторы, многофакторная зависимость, статистическая оценка, уравнения регрессии, прогностическая номограмма, точность методики прогноза.*

## FORECAST OF RIVER FLOW OF THE CHIRCHIK-AKHANGARAN BASIN FOR SELECTED MONTHS OF THE GROWING PERIOD

F. KHAKIMOV<sup>1</sup>, Z.F. KHAKIMOVA<sup>1</sup>, R.R. ZIYAEV<sup>1</sup>, N.B. ERLAPASOV<sup>1</sup>

<sup>1</sup> National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, zilola\_khakimova@inbox.ru

**Abstract.** *The article is devoted to the study of the problems of long-term forecasting of the flow of individual months during the growing season depending on hydrometeorological factors using the example of the rivers of the Chirchik-Akhangaron basin. For this purpose, a statistical assessment was made of the multifactorial relationship between the river flow of individual months of the growing season (April, May, June, July) and the sum of autumn-winter-spring precipitation and precipitation of the month under study, as well as the water flow of the previous month, and their normalized regression equations were compiled. Prediction was carried out using nomograms constructed on the basis of the obtained regression equations. The criteria, effectiveness, quality and security of the developed forecasting methodology were assessed.*

**Keywords:** *mountain rivers, growing season, runoff of individual months, hydrometeorological*

*factors, multifactorial dependence, statistical assessment, regression equations, prognostic nomogram, accuracy of the forecast methodology.*

## REFERENCES

- Alekseyev G.A.* Obyektivnie metodi viravnivaniya i normalizatsii korrelyatsionnix svyazey [Objective methods of alignment and normalization of correlations]. – L.: Gidrometeoizdat, 1971. – 63 s. (in Russian)
- Apollov B.A., Kalinin G.P., Komarov V.D.* Kurs gidrologicheskix prognozov [Hydrological forecast course]. – L.: Gidrometeoizdat, 1974. – 419 s. (in Russian)
- Befani N.F., Kalinin G.P.* Uprajneniya i metodicheskie razrabotki gidrologicheskim prognozom [Exercises and methodological developments on hydrological forecasts]. – L.: Gidrometeoizdat, 1983. – 439 s. (in Russian)
- Girnik Ye.M.* Metodika dolgosrochnix prognozov srednix za vegetatsionniy period I srednix mesyachnix rasxodov vodi r. Karadarya [The method of long-term forecasts of average for the growing season and average monthly water flow of the r. Karadarya] // Tr. SANIGMI. – Tashkent, 1960. – Vip. 3(18). – S. 28-36. (in Russian)
- Davidov L.K., Korjenezskiy N.L.* Vliyaniye meteorologicheskix faktorov na rejim r. Narina [The influence of meteorological factors on the regime of the River Narina] // Tr. Sredazmeta. – Tashkent, 1929. – Tom 1. – Vip. 2. – S. 79-144. (in Russian)
- Denisov Yu.M., Agaltseva N.A., Pak A.V.* Avtomatizirovannye metodi prognozov stoka gornix rek Sredney Azii [Automated methods for forecasting the runoff of mountain rivers in Central Asia]. – Tashkent: SANIGMI, 2000. – 160 s. (in Russian)
- Djorjio Z.V.* Opit dolgosrochnix prognozov stoka rek Sredney Azii [Experience of long-term forecasts of river flow in Central Asia] – Tashkent: Izd-vo SAGU, 1957. – 202 s. (in Russian)
- Drujinin I.P.* Dolgosrochniy prognoz i informatsiya [Long-term prognoz i informatsiya]. – Novosibirsk: Nauka, 1987. – 255 s. (in Russian)
- Ziyaev R.R.* Zarafshon havzasi daryolari suv rejimi fazalarining iqlim o'zgarishi sharoitidagi siljishlari [Zarafshan basin rivers shifts in the conditions of climate change of the phases of the water regime]. Geogr. fan. f. dok. ... diss. avtoreferati. – Toshkent, 2021. – 46 b. (in Uzbek)
- Karandaeva L.M., Karandaev S.V.* Analiz atmosfernykh osadkov bazovogo i tekushego klimaticheskix periodov po dannim meteorologicheskix stansiy basseyna reki Chirchik i sopredelnix territoriy [Analysis of atmospheric precipitation of the base and current climatic periods according to meteorological stations in the Chirchik river basin and adjacent territories] // Gidrometeorologiya i monitoring okrujayushey sredi. – Tashkent, 2022. №3. – S. 30-43. (in Russian)
- Lukina N.K.* Metodicheskie ukazaniya k vipolneniyu prakticheskix rabot po dolgosrochnim prognozom stoka gornix rek [Metodicheskie ukazaniya k vipolneniyu prakticheskix rabot po dolgosrochnim prognozom stoka gornix rek]. – Tashkent, 1980. – 26 s. (in Russian)
- Mashukov P.M.* Osnovnie metodi gidrologicheskix prognozov, primenyaemie v Sredney Azii [The main methods of hydrological forecasts used in Central Asia] // Meteorologiya i gidrologiya v Uzbekistane. – Tashkent: Izd-vo An UzSSR, 1955. – S. 253-261. (in Russian)
- Nastavlenie po slujbe prognozov [Forecast service manual]. Razdel 3. Ch. 1. – L.: Gidrometeoizdat, 1962. – 193 s. (in Russian)
- Ovchinnikov A.M.* Primenenie metoda mnojestvennoy regressii k prognozom stoka gornix rek (na primere basseyna Karadari) [Application of the multiple regression method to mountain river runoff forecasts (on the example of the Karadarya basin)]. Avtoref. diss. ... kand. geogr. nauk. – Tashkent, 1973. – 20 s. (in Russian)
- Oldekop E.M.* K voprosu o prognoze rasxodov rek v Turkeстане [On the issue of forecasting the flow of rivers in Turkestan] // Byull. Gidrom. chasti v Turkestanskom krae. – Tashkent, 1917. – № 1-3. – S. 1-29. (in Russian)
- Oldekop E.M.* Zavisimost rejima r.Chirchik ot meteorologicheskix faktorov [Dependence of r.Chirchik mode from meteorological factors] // Tr. Meteopol. otdela gidpom. chasti v Turkestanskom krae. – Toshkent. – 1918. – Vip. 89. – 83 s. (in Russian)
- Popov Ye.G.* Gidrologicheskie prognozi [Hydrological forecasts]. – L.: Gidrometeoizdat, 1979.

– 256 s. (in Russian)

*Turgunov D.M.* Tog daryolari kam suvli yillar oqimi gidrologik korsatkichlarini hisoblash va prognozlash [Calculation and forecasting of hydrological indicators of the flow of low-water years of mountain rivers]. Geogr. fan. dok. (DSc) ... avtoreferati. – Tashkent, 2020. – 61 b. (in Uzbek)

*Hakimova Z.F.* Ohangaron havzasi daryolari oqimining shakllanishiga meteorologik omillarning tasirini baholash [Assessment of the influence of meteorological factors on the formation of the flow of rivers of the Ohangaron basin] // *Gidrometeorologiya va atrof-muhit monitoringi*. – Tashkent, 2022. №4. – B. 50-62. (in Uzbek)

*Xikmatov F.X. i dr.* Zakonomernosti formirovaniya vodnix resursov gornix rek v usloviyax izmeneniya klimata. Monografiya [Patterns of formation of water resources of mountain rivers in the conditions of climate change. Monography]. – Tashkent: “Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi”, 2020. – 232 s. (in Russian)

*Chub V.Ye.* Izmenenie klimata i yego vliyanie na prirodno-resursniy potentsial Respubliki Uzbekistan [Climate change and its impact on the natural resource potential of the Republic of Uzbekistan]. – Tashkent: SANIGMI, 2000. – 252 s. (in Russian)

*Chub V.Ye.* Izmenenie klimata i yego vliyanie na gidrometeorologichesie protsessi, agroklimaticheskie i vodnie resursi Respubliki Uzbekistan [Climate change and its impact on hydrometeorological processes, agro-climatic and water resources of the Republic of Uzbekistan]. – Tashkent: Voris-Nashriyot, 2007. – 132 s. (in Russian)

*Xikmatov F.X., Hakimova Z.F., Turgunov D.M.* Chirchiq havzasi daryolari oqimi bilan iqlimiy omillar orasidagi boglanishlarni statistik baholash [Statistical assessment of the relationship between the flow of rivers of the Chirchik basin and climatic factors] // *Gidrometeorologiya va atrof-muhit monitoringi*. – Tashkent, 2022. №4. – B. 50-62. (in Uzbek)

*Xikmatov F.X., Yunusov G.H., Raxmonov K.R.* Hidrologik bashorat [Hydrological prediction]. – Tashkent: «Faylasuflar» nashriyoti, 2013. 144 b. (in Uzbek)

УДК 504.062:628.16

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ВОДНЫЙ РЕСУРС В ПЕРИОД ЗАСУХИ

Ш.О. МУРАДОВ<sup>1\*</sup>, У.М. ТУРАЕВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Каршинский инженерно-экономический институт, m.oikos@mail.ru

**Аннотация.** *Имеющиеся в резерве коллекторно-дренажные, озёрные и подземные воды являются дополнительным ресурсом. Их использование возможно после соответствующей регенерации. Поэтому научное обоснование и разработка технологии деминерализации вод является актуальным направлением науки. Приводится анализ существующих технологий и практическое обоснование наиболее эколого-экономичного газогидратного способа деминерализации вод. Даны результаты экспериментов на разработанном усовершенствованном варианте модельной установки.*

**Ключевые слова:** *деминерализация вод, газогидратная технология, подземные воды, коллекторно-дренажные воды, озёрные воды, промышленность, орошение.*

**Введение.** В докладе на 78-й Сессии Генеральной Ассамблеи ООН Президент Узбекистана, резюмируя все решения и высказывания, обратил внимание на то, что мы «...Выступаем за привлечение и внедрение самых передовых технологий в процессе создания Платформы водосберегающих технологий в Центральной Азии, используя механизм «Организации Объединенных Наций – водные ресурсы».

\* Ответственный автор: m.oikos@mail.ru, тел. +998 90 341-00-53