

*Muradov Sh.O.* Hidroekologicheskiy spodob utilizatsii stochnix vod [Hydroecological method of wastewater disposal] // *Ekologicheskiy vestnik*. № 3. 2002. – S. 34-35. (in Russian)

*Muradov Sh.O.* Ekologicheskiy spodob demineralizatsii vod [Ecological method of water demineralization] // *Ekologiya i promishlennost Rossii*. №1. 2005. – S. 18-19. (in Russian)

*Muradov Sh.O., Valukonis G.Yu.* Spodob demineralizatsii kollektorno-drenajnix vod [Method for demineralization of collector-drainage waters.] Patent Uzb. IDP № 04339, 2000 (in Russian)

*Proxorov A.Yu., Suxarevskiy B.Ya., Vasyukov V.N., Leonteva A.V.* Kvaziamorfnoe sostoyanie metanogidrata [Quasi-amorphous state of methane hydrate] // *Jurn. strukt. ximii*. T. 39. № 1. 1998. – S. 86-91. (in Russian)

*Treshkin S.YE., Kuzmin J.V.* Vosstanovlenie degradirovannix zemel Priaralya v usloviyax izmeneniya klimata [Restoration of degraded lands of the Aral Sea region in conditions of climate change] // *Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel*. № 1. 2010. – S. 79-82. (in Russian)

*Xamraev N.R., Denisov Yu.M., Davranova N.G., Azimbaev S.A.* Osnov upravleniya mestnimi vodnimi resursami pustin (na primere S. Kizilkuma) [Fundamentals of management of local water resources of deserts (using the example of C. Kyzylkum)]. – Tashkent: AO «Agrosanoataxboroti», 1997. – 130 s. (in Russian)

*Shiklomanov A.I., Georgievskiy V.Yu.* Problem izucheniya formirovaniya i osenki izmeneniy vodnix resursov i vodoobespechennosti v Rossii [Problems of studying the formation and assessment of changes in water resources and water availability in Russia] // *Meteorologiya i gidrologiya*. № 1. 2010. – S.23-32. (in Russian)

УДК: 551.1:556.3 (556.55)

## ЧИРЧИҚ-ОҲАНГАРОН ҲАВЗАСИ ДАРЁЛАРИ ВЕГЕТАЦИЯ ДАВРИ ОҚИМИНИ МЕТЕОРОЛОГИК ОМИЛЛАРГА БОҒЛИҚ ҲОЛДА ПРОГНОЗЛАШ

З.Ф. ХАКИМОВА<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, zilola\_khakimova@inbox.ru

**Аннотация.** Мақола Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзаси дарёлари вегетация даври оқимини метеорологик омилларга боғлиқ ҳолда узоқ муддатли прогнозлаш масалаларига бағишланган. Шу мақсадда дарёлар вегетация даври оқими билан мавсумий атмосфера ёгинлари ҳамда ёзги ҳаво ҳарорати орасидаги кўпҳадли боғланишлар статистик баҳолашиб, уларнинг нормаллаштирилган регрессия тенгламалари олинган. Дарёларнинг вегетация даври оқими прогнозлари регрессия тенгламалари асосида қурилган номограммалар бўйича амалга оширилган. Ишлаб чиқилган прогнозлаш услубининг аниқлиги баҳоланган ва у гидрологик прогнозлар амалиётида қўллаш учун тавсия этилган.

**Калит сўзлар:** дарё, вегетация даври оқими, метеорологик омиллар, атмосфера ёгинлари, ҳаво ҳарорати, кўп ҳадли боғланиш, статистик баҳолаш, регрессия тенгламалари, прогнозлаш номограммаси, прогнозлаш услубининг аниқлиги.

**Кириш.** Тоғ дарёлари вегетация даври оқимини прогнозлаш масалалари кишлоқ хўжалигида, сув хўжалиги тизимларининг барқарор ва самарали ишлашини таъминлашда, гидроэнергетикада ва иқтисодийнинг сувдан фойдаланувчи ҳамда сув истеъмолчилари ҳисобланган бошқа тармоқларида муҳим аҳамиятга эга. Шу сабабли, ушбу муаммони ўрганишга қаратилган илк тадқиқотлар Э.М. Ольдекоп [Ольдекоп, 1918], Л.К. Давыдов [Давыдов, 1929], П.М. Машуков [Машуков, 1955], Е.И. Гирник [Гирник, 1960], А.М. Овчиников [Овчиников, 1973], Б.А. Аполлов [Аполлов, 1974], Е.Г. Попов [Попов,

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

1979], Н.К. Лукина [Н.К.Лукина, 1980], Н.Ф. Бефани [Бефани, Калинин, 1983], И.П. Дружинин [Дружинин, 1987] ва бошқалар томонидан амалга оширилган. Ҳозирги кунда мазкур йўналишдаги тадқиқотлар Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти (ГМИТИ)да В.Е. Чуб [Чуб, 2007], Л.М. Карандаева [Карандаева, Карандаев, 2007], Ўзбекистон Миллий университетида Ф.Х. Ҳикматов [Ҳикматов и др., 2020], Ғ.Х. Юнусов [Юнусов, 2021] Р.Р. Зияев [Зияев, 2021] ҳамда Д.М. Турғунов [Турғунов, 2022] каби тадқиқотчилар томонидан давом эттирилмоқда.

Бирок, юқорида номлари қайд этилган олимларнинг тадқиқотларида Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзаси дарёлари вегетация даври оқимининг шаклланиши, уларни узок муддатли прогноزلаш масалалари иқлимий омиллар, жумладан, ҳаво ҳарорати ва атмосфера ёғинлари билан боғлиқ ҳолда, атрофлича ўрганилмаган.

**Ишнинг мақсади ва вазифалари.** Мазкур тадқиқотнинг асосий мақсади тоғ дарёлари вегетация даври оқимини метеорологик омилларни ҳисобга олган ҳолда узок муддатли прогноزلаш имкониятларини тадқиқ этишдир. Тадқиқотда мазкур муаммо Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзаси дарёлари мисолида кўриб чиқилган.

Ишда, ушбу мақсад доирасида, куйидаги вазифалар белгиланди:

- ўрганилаётган Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзасидаги табиий гидрологик режимли дарёларни танлаб олиш, уларда вегетация даврининг алоҳида ойларида ўлчанган сув сарфлари ҳамда дарёлар ҳавзаларида жойлашган метеорологик станцияларда кузатилган ойлик атмосфера ёғинлари ва ҳаво ҳарорати ҳақидаги маълумотларни тўплаш;

- дарёлар вегетация даври оқимини белгиловчи мавсумий (қишки ҳамда ёзги) атмосфера ёғинлари ва ҳаво ҳароратининг алоҳида-алоҳида ҳамда биргаликдаги таъсирларини ифодаловчи кўп ҳадли боғланишларни статистик баҳолаш;

- ўзгарувчилар орасидаги боғланишларни ифодаловчи нормаллаштирилган регрессия тенгламаларига аргументларнинг қўшган ҳиссаларини баҳолаш;

- баҳолашлар натижасида самарали ҳисобга олинган аргументлар асосида нормаллаштирилган регрессия тенгламаларини қайта тузиш. Улар асосида ишлаб чиқилган прогноزلаш услубининг аниқлиги, самарадорлиги ва таъминланишини баҳолаш.

Тадқиқотнинг мақсади ва унга эришишда белгиланган вазифалардан келиб чиққан ҳолда, мақолада **тадқиқот объекти** сифатида Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзасидаги 3 та табиий гидрологик режимли дарёлар танлаб олинди. Ушбу дарёлар ҳақидаги умумий гидрологик маълумотлар журналнинг ушбу сонидagi мақолада келтирилган [Ҳикматов ва бошқ., 2023].

Мақолада Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзаси дарёларида 1961-2020 йилларда кузатилган ўртача йиллик сув сарфлари ҳамда ҳавзадаги метеорологик станцияларда ўлчанган атмосфера ёғинлари ва ҳаво ҳарорати қийматларидан бирламчи маълумотлар сифатида фойдаландик. Маълумки, қор ёки ёмғир кўринишидаги ёғинлар дарёлар ҳавзалари ёнбағирларида юза оқим ҳосил бўлишига турлича таъсир кўрсатади. Тадқиқотда дарёлар ҳавзаларига ёққан ёғинларнинг турини ҳам ҳисобга олишга ҳаракат қилдик. Шу мақсадда йиллик ёғинлар қишки (октябрь-март) ва ёзги (апрель-сентябрь) ёғинларга ажратилди. Дарёлар оқимининг шаклланишига ҳаво ҳароратининг таъсирини ўрганишда унинг ёзги, аниқроғи, апрель-сентябрь ойларидаги ўртача қийматларидан фойдаландик.

Бирламчи гидрометеорологик маълумотларнинг дастлабки таҳлили уларда, айниқса, сув сарфлари қаторларида узилишлар мавжудлигини кўрсатди. Масалан, Писком дарёсининг Муллала гидропостида кузатишлар 1965 йилдан бошланган. Шу каби Оҳангарон дарёсининг Эртош дарёси қуйилишидан куйидаги гидрологик постда кузатишлар 1971 йилдан бошланган. Кўриниб турибдики, биз юқорида қабул қилган ҳисоб даври, яъни 1961-2020 йилларга таққослайдиган бўлсак, Писком дарёсида дастлабки 4 йиллик, Оҳангарон дарёсида эса 10 йиллик узилишлар мавжуд. Уларни

тиклаш мақсадида узун қаторга эга бўлган Угом дарёси билан қисқа қаторли Писком ва Оҳангарон дарёлари ўртача ойлик, вегетация даври ва йиллик сув сарфлари орасидаги боғланишлар статистик баҳоланди (1-жадвал).

Юқорида келтирилган боғланишларнинг зичлигини ифодаловчи жуфт корреляция коэффициентларининг энг кичик қиймати  $r=0,785\pm 0,046$ , Писком ва Угом дарёлари жуфтлигида, апрель ойига тўғри келди. Ушбу жуфтликдаги энг катта қийматлар ( $0,933\pm 0,037$ ) июль ойида қайд этилди. Худди шунингдек, Оҳангарон ва Угом дарёлари жуфтлигида эса энг кичик қиймат ( $0,588\pm 0,068$ ) сентябрь ойида, энг катта қиймат ( $0,898\pm 0,029$ ) июнь ойига тўғри келди. Кўриниб турибдики, ушбу боғланишлар аниқлиги гидрологик ҳисоблашлар амалиётида фойдаланиш учун тавсия этиладиган эмпирик тенгламалар аниқлигига қўйиладиган талабларга тўла мос келади. Шу туфайли улар юқорида қайд этилган узилишларни тиклашда асос бўлиб хизмат қилди.

*1-жадвал*

**Дарёларнинг ўртача ойлик ( $Q_{IV}, \dots, Q_{IX}$ ), вегетация даври ( $Q_v$ ) ва йиллик ( $Q_{\text{й}}$ ) сув сарфлари орасидаги боғланишларнинг корреляция коэффициентлари**

*Таблица 1*

**Коэффициенты корреляции связей между средними месячными ( $Q_{IV}, \dots, Q_{IX}$ ), вегетационными ( $Q_v$ ) и годовыми ( $Q_{\text{й}}$ ) расходами воды рек**

*Table 1*

**Correlation coefficients of relationships between mean monthly ( $Q_{IV}, \dots, Q_{IX}$ ), vegetation ( $Q_v$ ) and annual ( $Q_{\text{й}}$ ) river water discharges**

Т.р.	Дарё – кузатиш пости	Угом – Хўжакент қ.							
		$Q_{IV}$	$Q_v$	$Q_{VI}$	$Q_{VII}$	$Q_{VIII}$	$Q_{IX}$	$Q_v$	$Q_{\text{й}}$
1	Писком – Муллала қ.	0,785	0,856	0,844	0,933	0,856	0,810	0,927	0,928
2	Оҳангарон – Эртош д.қ.	0,774	0,879	0,898	0,873	0,809	0,588	0,888	0,850

Шу ҳолатни ҳисобга олган ҳолда, барча ўрганилган жуфтликларнинг регрессия тенгламалари тузилди. Писком ва Оҳангарон дарёларининг сув сарфларида мавжуд бўлган узилишлар айнан ушбу тенгламалар ёрдамида тикланди. Натижада, ўрганилаётган дарёлар вегетация даври сув сарфлари билан метеорологик омилар орасидаги боғланишларни бир хил ҳисоб даври учун статистик баҳолаш ва олинган натижаларни ўзаро солиштириш имконияти яратилди.

**Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси.** Тадқиқотда ўрганилаётган ҳар бир дарё учун вегетация давридаги ўртача сув сарфлари ( $Q_v$ ) қишки ( $X_k$ ) ва ёзги ( $X_{\text{ё}}$ ) ёғинлар йиғиндилари ҳамда ёзги ўртача ҳаво ҳарорати ( $t_{\text{ё}}$ ) орасидаги корреляцион боғланишлар статистик баҳоланди. Ҳисоблашлар Г.А.Алексеев [Алексеев, 1971] таклиф этган объектив тенглаштириш ва нормаллаштириш усулида бажарилди. Ушбу усулни гидрометеорологик ҳисоблашлар амалиётида қўллаш намуналари Г.А.Алексеев [Алексеев, 1971], Ф.Ҳ.Ҳикматов ва бошқалар [Ф.Ҳ.Ҳикматов ва бошқ., 2020, 2023] нинг ишларида батафсил баён этилган. Шу туфайли мақолада мазкур усулнинг мазмуни ва моҳияти ҳақида тўхталмаймиз.

Дастлаб, гидрометеорологик ўзгарувчилар ( $Q_v, X_k, X_{\text{ё}}, t_{\text{ё}}$ ) орасидаги боғланишлар зичлигини ифодаладиган жуфт корреляция коэффициентлари ( $r_{01}, r_{02}, r_{03}, r_{12}, r_{13}, r_{23}$ ) ҳисобланди (2-жадвал).

## 2-жадвал

## Гидрометеорологик ўзгарувчилар орасидаги боғланишларнинг жуфт корреляция коэффициентлари

Таблица 2

## Парные коэффициенты корреляции связей между гидрометеорологическими переменными

Table 2

## Pair correlation coefficients of relationships between hydrometeorological variables

Т.р.	Дарё – кузатиш пости	Жуфт корреляция коэффициентлари					
		$r_{01}$	$r_{02}$	$r_{03}$	$r_{12}$	$r_{13}$	$r_{23}$
1	Писком – Муллала қ.	0,852	0,571	-0,364	0,380	-0,335	-0,745
2	Угом – Хўжакент қ.	0,768	0,697	-0,523	0,380	-0,335	-0,749
3	Оҳангарон – Эртош д.қ.	0,775	0,615	-0,421	0,380	-0,335	-0,749

**Изоҳ:**  $r_{01}$ ,  $r_{02}$ ,  $r_{03}$  – вегетация даври сув сарфлари ( $Q_0$ ) билан мос равишда, қишки ( $X_k$ ), ёзги ( $X_э$ ) ва ёзги ҳаво ҳароратлари ( $t_э$ );  $r_{12}$ ,  $r_{13}$  – қишки ёгинлар ( $X_k$ ) билан, мос равишда, ёзги ( $X_э$ ) ёгинлар ва ёзги ҳаво ҳароратлари ( $t_э$ );  $r_{23}$  – ёзги ( $X_э$ ) ёгинлар билан ёзги ҳаво ҳароратлари ( $t_э$ ) орасидаги боғланишларнинг жуфт корреляция коэффициентлари.

**Примечание:**  $r_{01}$ ,  $r_{02}$ ,  $r_{03}$  – парные коэффициент корреляции расходов воды вегетационного периода ( $Q_0$ ), соответственно, с зимними ( $X_k$ ), летними ( $X_э$ ) осадками и летней температурой воздуха ( $t_э$ );  $r_{12}$ ,  $r_{13}$  – парные коэффициенты корреляции зимних ( $X_k$ ) осадков, соответственно, с летними ( $X_э$ ) осадками и летней температурой воздуха ( $t_э$ );  $r_{23}$  – парные коэффициенты корреляции между летними осадками ( $X_э$ ) и летней температурой воздуха ( $t_э$ ).

**Note:**  $r_{01}$ ,  $r_{02}$ ,  $r_{03}$  – paired coefficient of correlation of water flow during the growing season ( $Q_0$ ), respectively, with winter ( $X_k$ ), summer ( $X_э$ ) precipitation and summer air temperature ( $t_э$ );  $r_{12}$ ,  $r_{13}$  – pair correlation coefficients of winter ( $X_k$ ) precipitation, respectively, with summer ( $X_э$ ) precipitation and summer air temperature ( $t_э$ );  $r_{23}$  – pair correlation coefficients between summer precipitation ( $X_э$ ) and summer air temperature ( $t_э$ ).

Тадқиқотнинг кейинги босқичида, жуфт корреляция коэффициентларининг аниқланган қийматлари асосида, регрессия коэффициентлари ( $\alpha_{01}$ ,  $\alpha_{02}$ ,  $\alpha_{03}$ ) ҳисобланди. Бунинг учун жуфт корреляция коэффициентлари ва номаълум бўлган регрессия коэффициентларидан ташкил топган уч номаълумли чизиқли тенгламалар системаси тузилди [Алексеев, 1971, Ҳикматов ва бошқ., 2020, 2023].

Чизиқли тенгламалар системасининг бош ( $\Delta_{00}$ ) ва ёрдамчи ( $\Delta_{0i}$ ) детерминантлари Крамер усулида ҳисобланди. Уларнинг аниқланган қийматлари асосида номаълум бўлган регрессия коэффициентлари ( $\alpha_{01}$ ,  $\alpha_{02}$ ,  $\alpha_{03}$ ) тегишли ифодалар ёрдамида ҳисобланди (3-жадвал).

## 3-жадвал

## Бош ва ёрдамчи детерминантлар ҳамда регрессия коэффициентлари

Таблица 3

## Основные и вспомогательные детерминанты и коэффициенты регрессии

Table 3

## Main and auxiliary determinants and regression coefficients

Т.р.	Дарё – кузатиш пости	Бош ва ёрдамчи детерминантлар				Регрессия коэффициентлари		
		$\Delta$	$\Delta_{01}$	$\Delta_{02}$	$\Delta_{03}$	$\alpha_{01}$	$\alpha_{02}$	$\alpha_{03}$
1	Писком – Муллала қ.	0,373	0,282	0,171	0,087	0,756	0,458	0,232
2	Угом – Хўжакент қ.	0,373	0,221	0,194	0,039	0,592	0,519	0,064
3	Оҳангарон – Эртош д.қ.	0,373	0,240	0,184	0,061	0,643	0,493	0,163

Тўйиниш манбалари бўйича турли типларга мансуб бўлган, ўрганилаётган дарёлар учун ҳисобланган регрессия коэффициентларининг қийматлари таҳлил қилинди. Уларнинг қийматлари  $\alpha_{01}=0,592\pm 0,756$ ;  $\alpha_{02}=0,458\pm 0,519$  ва  $\alpha_{03}=0,064\pm 0,232$  ораликларда ўзгарди (4-жадвал).

Чизикли тенгламалардан иборат бўлган системадаги номаълум регрессия коэффициентларининг ҳисобланган қийматлари асосида, тадқиқотда ўрганилган ҳар бир дарё учун нормаллаштирилган регрессия тенгламалари тузилди, уларнинг аниқлиги баҳоланди (4-жадвал).

4-жадвал

### Нормаллаштирилган регрессия тенгламалари ва уларнинг аниқлиги

Таблица 4

### Нормализованные уравнения регрессии и их точность

Table 4

### Normalized regression equations and their accuracy

Т.р.	Дарё – кузатиш пости	Регрессия тенгламалари	$r_0\pm\sigma_{r_0}$
1	Писком – Муллала қ.	$U_0(Q_v)=0,756\cdot U_1(X_k)+0,458\cdot U_2(X_{\bar{e}})+0,232\cdot U_3(t_{\bar{e}})$	$0,995 \pm 0,052$
2	Угом – Хўжакент қ.	$U_0(Q_v)=0,592\cdot U_1(X_k)+0,519\cdot U_2(X_{\bar{e}})+0,064\cdot U_3(t_{\bar{e}})$	$0,922 \pm 0,032$
3	Оҳангарон – Эртош д.қ.	$U_0(Q_v)=0,643\cdot U_1(X_k)+0,493\cdot U_2(X_{\bar{e}})+0,163\cdot U_3(t_{\bar{e}})$	$0,933 \pm 0,025$

**Изоҳ:**  $r_0\pm\sigma_{r_0}$  – тўлиқ корреляция коэффициенти 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.

Нормаллаштирилган регрессия тенгламаларига гидрометеорологик ўзгарувчилар, яъни вегетация даври оқими ( $Q_v$ )нинг ҳосил бўлишига қишки ( $X_k$ ) ва ёзги ( $X_{\bar{e}}$ ) ёғинларнинг ҳамда ёзги ҳаво ҳарорати ( $t_{\bar{e}}$ )нинг қўшган ҳиссалари аниқланди (5-жадвал).

5-жадвал

### Аргументларнинг нормаллаштирилган регрессия тенгламаларига қўшган ҳиссалари

Таблица 5

### Вклады аргументов в уравнения нормализованной регрессии

Table 5

### Argument contributions to normalized regression equations

Т.р.	Дарё – кузатиш пости	Қишки ёғинлар, $\delta(X_k)$	Ёзги ёғинлар, $\delta(X_{\bar{e}})$	Ҳаво ҳарорати, $\delta(t_{\bar{e}})$
1	Писком – Муллала қ.	65	26	9
2	Угом – Хўжакент қ.	53	43	4
3	Оҳангарон – Эртош д.қ.	57	35	8

Бажарилган ҳисоблашлар натижаларининг таҳлиллари ўрганилган дарёлар вегетация даври оқимининг ҳосил бўлишига метеорологик омиллар қўшган ҳиссаларининг турлича эканлигини кўрсатди. Жумладан, асосан қор кўринишида ёғадиган қишки ёғинларнинг ҳиссалари  $\delta(X_k)$  турли дарёларда 53÷65% ораликда ўзгарди. Асосан ёмғир шаклидаги ёзги ёғинларнинг ҳиссалари  $\delta(X_{\bar{e}})$  эса, қишки ёғинларга нисбатан кичик бўлиб, 26÷43% ораликни ташкил этди. Дарёларнинг тўйинишида эриган қор ва муз

сувларининг улушини ифодалайдиган ҳаво ҳароратининг ҳиссалари  $\delta(t_{\text{ё}})$  бошқа аргументларга нисбатан анча кичик қийматларда (4÷9 %) ўзгарди.

Маълумки, нормаллаштирилган регрессия тенгламасига аргументларнинг қўшган ҳиссалари белгиланган мезон шартини бажарган ҳолдагина самарали ҳисобланади [Алексеев, 1971]. Ўрганилаётган дарёлар вегетация даври оқимининг ҳосил бўлишида қишки ва ёзги ёғинларнинг ҳисобланган ҳиссалари нисбатан катта ва барча ҳолатларда самаралилик мезонини қаноатлантиради. Лекин, ёзги ҳаво ҳароратининг улуши самаралилик мезонига жавоб бермайди. Шу сабабли, юқорида келтирилган нормаллаштирилган регрессия тенгламалари, фақат самарали аргументларни ҳисобга олган ҳолда, қайтадан тузилди. Шу мақсадда  $\alpha_{01}$  ва  $\alpha_{02}$  регрессия коэффицентлари ҳам қайта ҳисобланди.

Таъкидлаш лозимки, регрессия коэффицентларининг қайта ҳисобланган қийматлари тўрт ўзгарувчилар учун ҳам ҳисобланганлардан деярли фарқ қилмайди. Уларнинг аниқланган қийматлари асосида нормаллаштирилган регрессия тенгламалари ҳам қайта тузилди, уларнинг аниқлигини баҳоловчи тўлиқ корреляция коэффицентлари ҳам қайта баҳоланди (6-жадвал).

6-жадвал

Самарали аргументларни ҳисобга олган ҳолда қайта тузилган нормаллаштирилган регрессия тенгламалари ва уларнинг аниқлиги

Таблица 6

Нормализованные уравнения регрессии, составленные с учетом эффективных аргументов и их точность

Table 6

Normalized regression equations based on effective arguments and their accuracy

Т.р.	Дарё – кузатиш пости	Регрессия тенгламалари	$r_0 \pm \sigma_{r_0}$
1	Писком – Муллала қ.	$U_0(Q_B)=0,742 \cdot U_1(X_K)+0,289 \cdot U_2(X_{\text{ё}})$	$0,893 \pm 0,038$
2	Угом – Хўжакент қ.	$U_0(Q_B)=0,585 \cdot U_1(X_K)+0,473 \cdot U_2(X_{\text{ё}})$	$0,883 \pm 0,042$
3	Оҳангарон – Эртош д.қ.	$U_0(Q_B)=0,632 \cdot U_1(X_K)+0,374 \cdot U_2(X_{\text{ё}})$	$0,849 \pm 0,053$

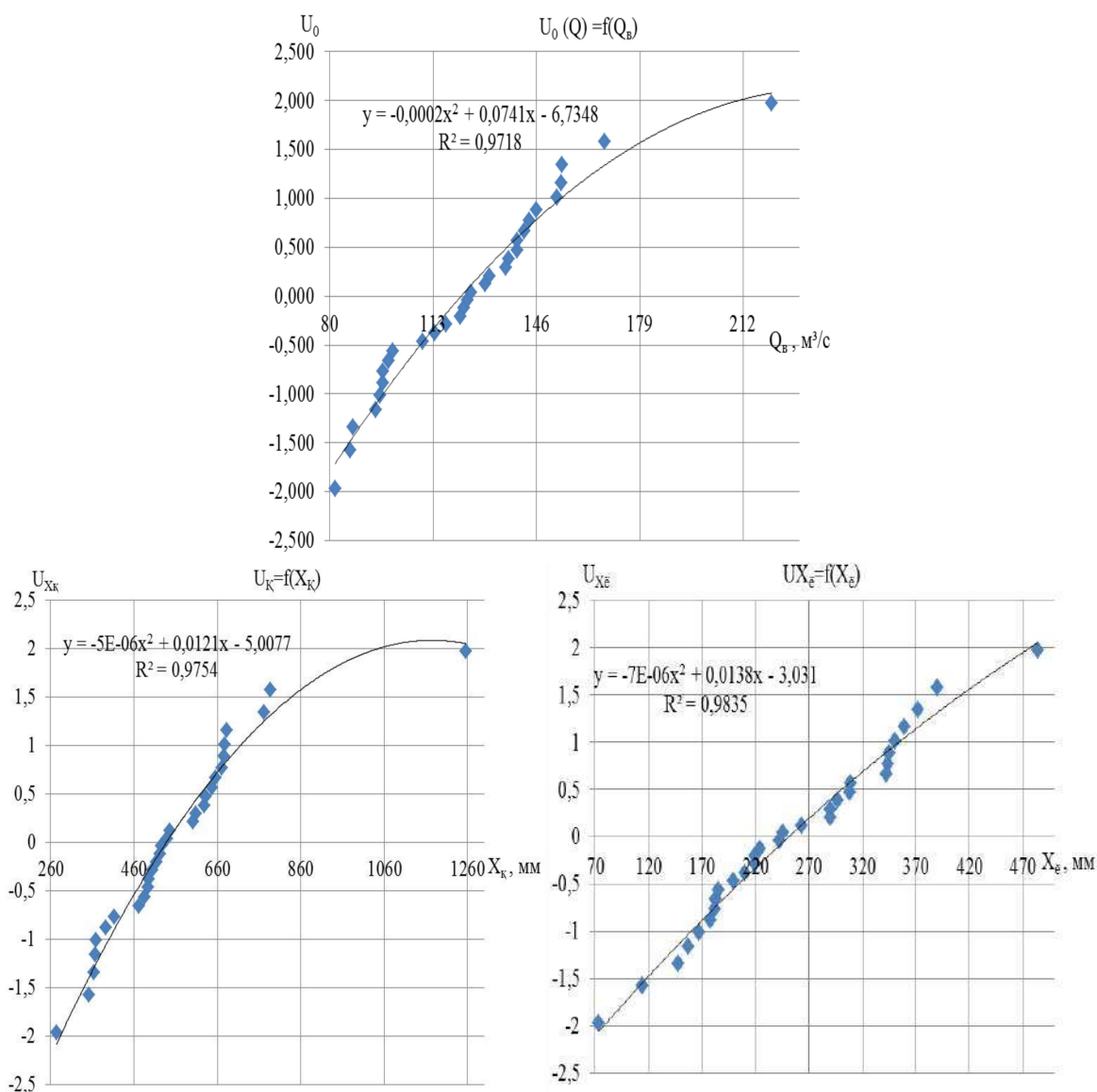
**Изоҳ:**  $r_0 \pm \sigma_{r_0}$  – тўлиқ корреляция коэффицентини ва унинг хатолиги.

**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.

Ҳисоблашлар натижасида тузилган нормаллаштирилган регрессия тенгламаларининг тўлиқ корреляция коэффицентлари  $r_0=0,849 \pm 0,053 \div 0,893 \pm 0,038$  оралиқда ўзгарди. Демак, уларнинг аниқлиги гидрологик ҳисоблашлар ва прогнозларда фойдаланиш учун тавсия этиладиган эмпирик 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 қурилди.

Дастлаб, ўзгарувчиларнинг нормаллаштирилган ва кузатилган қийматлари орасидаги боғланишлар графиклари ўрганилаётган дарёлар учун чизилди ва уларнинг аниқлиги баҳоланди (1-расм).



1-расм. Ўзгарувчиларнинг кузатилган ва нормаллаштирилган қийматлари орасидаги боғланишлар (Писком-Муллала)

Рис. 1. Зависимости между наблюдаемыми и нормализованными значениями переменных (Писком-Муллала)

Fig. 1. Relationships between observed and normalized values of variables (Pskem-Mullala)

Юқорида келтирилган, дарёлар вегетация даври ўртача сув сарфлари билан қишқи ( $X_k$ ) ва ёзги ёғинлар ( $X_e$ ) орасидаги боғланишларни ифодаловчи нормаллаштирилган регрессия тенгламаларидан фойдаланиб, ўзгарувчиларнинг нормаллаштирилган қийматлари асосида, уларнинг абсолют қийматлари аниқланди (7-жадвал).

7-жадвалда келтирилган ҳисоблашлар Угом ва Оҳангарон дарёлар учун ҳам бажарилди. Шунингдек, Писком дарёси мисолида бажарилган ҳисоблашлар асосида қурилган прогнозлаш номограммаси каби графиклар Угом ва Оҳангарон дарёлари учун

хам чизилди. Улардан фойдаланган ҳолда мазкур дарёлар вегетация даври оқимини ҳисоблаш ва прогнозлаш ишларини амалга ошириш мумкин (2-расм).

7-жадвал

**Писком дарёси вегетация даври оқими ( $Q_B$ ) ни прогнозлаш номограммасини қуриш мақсадида бажарилган ҳисоблашлар**

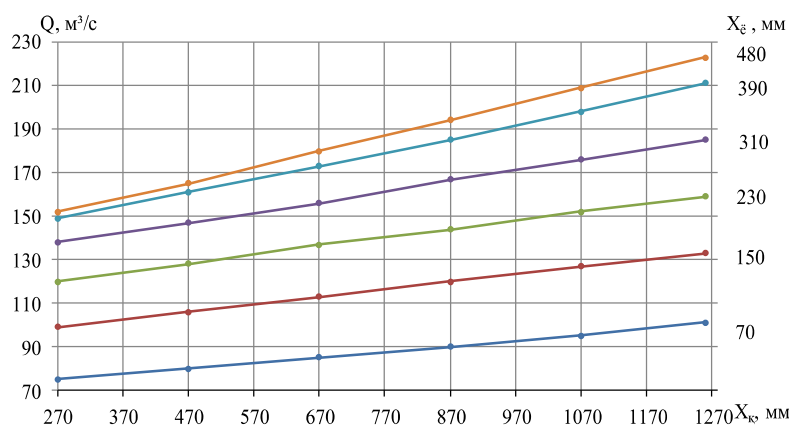
Таблица 7

**Расчеты, выполненные с целью построения номограммы для прогноза стока вегетационного периода ( $Q_B$ ) реки Писком**

Table 7

**Calculations performed to construct a nomogram for predicting runoff for vegetation period ( $Q_B$ ) of the Pskem River**

$X_K, \text{мм}$	$U_1(X_K)$	$0,742 \cdot U_1(X_K)$	$t_{\bar{e}}, \text{мм}$	$U_2(t_{\bar{e}})$	$0,289 \cdot U_2(t_{\bar{e}})$	$U_0(Q)$	$Q, \text{м}^3/\text{с}$	$X_K, \text{мм}$	$Q, \text{м}^3/\text{с}$
270	-2,1	-1,558	70	-2,1	-0,607	-2,17	75	270	75
			150	-1,1	-0,318	-1,88	80	470	80
			230	0,2	0,058	-1,50	85	670	85
			310	0,6	0,173	-1,38	90	870	90
			390	1,3	0,376	-1,18	95	1070	95
			480	2,0	0,578	-0,98	101	1260	101
470	-0,4	-0,297	70	-2,1	-0,607	-0,90	99	270	99
			150	-1,1	-0,318	-0,61	106	470	106
			230	0,2	0,058	-0,23	113	670	113
			310	0,6	0,173	-0,12	120	870	120
			390	1,3	0,376	0,08	127	1070	127
			480	2,0	0,578	0,28	133	1260	133
...									
1260	2,1	1,558	70	-2,1	-0,607	0,95	152	270	152
			150	-1,1	-0,318	1,24	165	470	165
			230	0,2	0,058	1,62	180	670	180
			310	0,6	0,173	1,73	194	870	194
			390	1,3	0,376	1,93	209	1070	209
			480	2,0	0,578	2,14	223	1260	223



2-расм. Писком дарёси вегетация даври оқими ( $Q_B$ ) ни прогнозлаш номограммаси

Рис. 2. Номограмма для прогноза стока реки Пскем на вегетационный период ( $Q_B$ )

Fig. 2. Nomogram for forecasting the flow of the Pskem River for the growing season ( $Q_B$ )

Юқорида келтирилган номограммадан фойдаланган ҳолда, дастлаб, вегетация даври оқими ( $Q_v$ )ни кишки ( $X_k$ ) ва ёзги ( $X_э$ ) ёғинларга боғлиқ ҳолда ҳисоблаш аниқлигини баҳолаш Писком дарёси мисолида амалга оширилди. Ҳисоблашлар натижалари таҳлилларига кўра, дарёлар вегетация даври оқими ( $Q_v$ )ни номограмма ёрдамида аниқлашдаги абсолют хатоликларининг ўртача қийматлари  $-3,2 \div 0,81$  м<sup>3</sup>/с, нисбий хатоликлар эса  $-7,29 \div 1,24$  % ораликларда ўзгарди (8-жадвал). Тўғри, айрим йилларда абсолют ва нисбий хатоликларнинг қийматлари анча катта бўлган. Масалан, Писком дарёсида турли йилларда абсолют хатоликлар  $-29,4 \div 24,8$  м<sup>3</sup>/с, нисбий хатоликлар эса  $36,0 \div 17,3$  % ораликларда ўзгарган.

8-жадвал

Дарёлар вегетация даври оқимини ( $Q_v$ ) номограммадан аниқлашнинг хатоликлари

Таблица 8

Ошибки определения стока рек вегетационного периода ( $Q_v$ ) по номограмме

Table 8

Errors determined runoff of rivers of vegetation period ( $Q_v$ ) from nomogram

Т.р.	Дарё – кузатиш пости	Ўзгарувчиларнинг энг катта ва энг кичик қийматлари				Хатоликлар	
		$Q_v$ , м <sup>3</sup> /с	$X_k$ , мм	$X_э$ , мм	$Q_{вх}$ , м <sup>3</sup> /с	$E_a$ , %	$E_n$ , %
1	Писком – Муллала қ.	81,6÷221	274÷1257	73÷485	84-219	-3,2	-4,3
2	Угом – Хўжакент қ.	19÷66			19,2-64,2	0,81	1,24
3	Оҳангарон – Эртош д.к.	9,8÷72,7			13,8-65,8	-0,20	-7,29

Номограмма асосида вегетация даври оқимини ( $Q_v$ ) прогнозлашда кишки ёғинлар ( $X_k$ )дан фойдаланиш ҳеч қандай муаммо туғдирмайди. Лекин, ёзги ёғинлар ( $X_э$ ) миқдорини олдиндан билиш анча мураккабдир. Бироқ, бу масалани ҳам қуйидаги икки йўл билан ҳал этиш мумкин: 1) прогнозлашда  $X_э$  нинг меъёрий қийматларидан фойдаланиш; 2) кишки ва ёзги ёғинлар орасидаги боғланишлардан фойдаланиш.

Прогнозлашда ёзги ёғинлар ( $X_э$ ) меъёридан фойдаланиш механизми барча мутахассисларга аён. Шу мақсадда иккинчи йўлни қўллаш учун, кишки ( $X_k$ ) ва ( $X_э$ ) ёғинлар, яъни  $X_k=f(X_э)$  боғланиш статистик баҳоланди. Мазкур баҳолаш Писком метеорологик стацияси маълумотлари асосида амалга оширилди:  $r=0,538 \pm 0,129$ . Кўриниб турибдики, кишки ёғинлар миқдорига қараб, ёзги ёғинлар миқдорини олдиндан баҳолашда мазкур турдаги боғланишлардан фойдаланиш имконияти мавжуд.

Номограммадан прогнозлаш мақсадида фойдаланишда унинг аниқлиги «Наставления по службе прогнозов» талаблари асосида баҳоланди [Бефани, Калинин, 1983]. Баҳолашлар прогнозлаш номограммасини қуришга асос бўлган ўзаро боғлиқ маълумотлар асосида амалга оширилди. Бунда дастлаб, вегетация даврида кузатилган сув сарфлари ( $Q_v$ )нинг ўртача квадратли четлашишлари ( $\sigma$ ) ҳисобланди. Сўнг прогнозлаш услубининг йўл қўйилиши мумкин бўлган хатолиги ( $\delta_m$ ) аниқланди. Кейинги босқичда эса прогнозлаш услубининг абсолют хатоликлари ( $\delta_i$ ) ҳисобланди ва номограмма асосида амалга оширилган прогнозлар абсолют хатоликларининг ўртача квадратли фарқи ( $S$ ) ҳисобланди. Тадқиқот объекти ҳисобланган дарёлар мисолида прогнозлаш услубининг самаралилиги мезони ( $S/\sigma$ ) аниқланиб, шу асосда таклиф этилаётган прогнозлаш услубининг сифати баҳоланди (9-жадвал).

9-жадвал

**Дарёлар вегетация даври оқимини прогнозлаш услубининг  
аниқлиги ва сифатини баҳолаш**

Таблица 9

**Оценка точности и качества методики прогноза стока рек на  
вегетационный период**

Table 9

**Assessment of the accuracy and quality of the methodology  
for forecasting river runoff for vegetation period**

Т.р.	Дарё – кузатиш пости	Тенгламаларнинг параметрлари			Тенгламаларнинг сифати ва таъминланиши				
		$r_0 \pm \sigma_{r_0}$	$\alpha_{01}$	$\alpha_{02}$	$\sigma$	$\delta_M$	S	S/ $\sigma$	P, %
1	Писком – Муллала қ.	0,893±0,038	0,742	0,289	29,5	19,9	17,2	0,58	83,3
2	Угом – Хўжакент қ.	0,883±0,042	0,585	0,473	9,9	6,7	2,7	0,27	96,6
3	Оҳангарон – Эртош д.к.	0,849±0,053	0,632	0,374	12,8	8,6	6,3	0,49	86,6

Прогнозлаш услубининг таъминланиши (P), тўғри чиққан прогнозлар сони (m) ва умумий прогнозлар сони (n) ни эътиборга олган ҳолда, аниқланди.

Юқоридаги жадвалдан кўриниб турибдики, таклиф этилган прогнозлаш услубининг самаралилиги мезони S/ $\sigma$  нинг қийматлари 0,27÷0,58 ораликда ўзгарди. Демак, тадқиқотда дарёлар вегетация даври оқимини прогнозлаш мақсадида олинган боғланишлар гидрологик прогнозларга қўйилган талабларга тўла жавоб беради.

Тадқиқот жараёнида олинган натижаларнинг таҳлиллари қуйидаги **хулосаларни** кайд этиш имконини берди.

1. Мақолада Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзасидаги Писком, Угом ва Оҳангарон дарёлари калит тадқиқот объектлари сифатида танлаб олинди. Уларнинг вегетация давридаги ўртача сув сарфлари ( $Q_v$ ) билан қишки ( $X_k$ ) ва ёзги ( $X_y$ ) ёғинлар ҳамда ёзги ҳаво ҳарорати ( $t_y$ ) орасидаги кўп ҳадли боғланишлар статистик баҳоланди. Ҳисоблашлар натижалари асосида ҳар бир дарё учун нормаллаштирилган регрессия тенгламалари тузилди, уларнинг аниқлигини ифодаловчи тўлиқ корреляция коэффициентларининг қийматлари  $r_0=0,888 \pm 0,041 \div 0,928 \pm 0,027$  ораликда ўзгаради;

2. Дарёлар вегетация даври оқимининг ҳосил бўлишига метеорологик омилларнинг қўшган ҳиссалари баҳоланди. Ҳисоблашлар натижалари таҳлилларига кўра, бу жарёнда қишки ёғинларнинг ҳиссалари катта бўлиб, уларнинг қийматлари ўрганилаётган дарёларда 53÷65% ораликда ўзгаради. Ёзги ёғинларнинг ҳиссалари эса қишки ёғинларга нисбатан бир мунча кам бўлиб, улар 26÷43% ораликдаги қийматларни ташкил этди. Ёзги ҳаво ҳароратининг нормаллаштирилган регрессия тенгламаларига қўшган улушлари янада кичик бўлиб, 4÷9% атрофида ўзгарди;

3. Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзаси дарёлари мисолида вегетация даври оқимини прогнозлаш услуби ишлаб чиқилди. Таклиф этилган прогнозлаш услубининг самаралилиги мезони S/ $\sigma$  нинг қийматлари 0,27÷0,58 ораликда ўзгарди. Тадқиқот жараёнида дарёлар вегетация даври оқимини прогнозлаш мақсадида олинган боғланишлар гидрологик прогнозларга қўйилган талабларга тўла жавоб беради ва улар амалиётда қўллаш учун тавсия этилади.

**Миннатдорчилик.** Мақолани тайёрлашда яқиндан ёрдам берган ва илмий маслаҳатларини аямаган устозларимиз – г.ф.д., доцент Б.Е.Аденбаев ва г.ф.д., доцент

Ғ.Х.Юнусовларга ўз миннатдорчилигимни билдираман. Муаллиф қўлёзманинг нашрга тайёрланган нусхасини ўқиб чиқди ва розилик билдирди.

## 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.

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

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

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

*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.

*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.

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

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

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

*Тургунов Д.М.* Тоғ дарёлари кам сувли йиллар оқими гидрологик кўрсаткичларини ҳисоблаш ва прогнозлаш. Геогр. фан. док. (DSc) ... дисс. автореферати. – Тошкент, 2022. – 61 б.

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

*Хикматов Ф.Х., Юнусов Г.Х., Хакимова 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.Э.* Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан. – Ташкент: САНИГМИ, 2000. – 252 с.

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

*Хикматов Ф.Х., Хакимова З.Ф., Тургунов Д.М.* Чирчик хавзаси дарёлари оқими билан иқлимий омиллар орасидаги боғланишларни статистик баҳолаш // Гидрометеорология ва атроф-муҳит мониторинги. – Ташкент, 2022. №4. – Б. 50-62.

*Hikmatov F.H., Yunusov G.H., Raxmonov K.R.* Hidrologik bashorat. – Toshkent: «Faylasuflar» nashriyoti, 2013. 144 b.

**ПРОГНОЗ СТОКА РЕК ЧИРЧИК-АХАНГАРАНСКОГО БАСЕЙНА НА ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ****З.Ф. ХАКИМОВА<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, zilola\_khakimova@inbox.ru

**Аннотация.** Статья посвящена вопросам долгосрочных прогнозов стока рек Чирчик-Ахангаранского бассейна на период вегетации в зависимости от метеорологических факторов. С этой целью произведена статистическая оценка многофакторной зависимости между стоком рек за период вегетации, сезонными атмосферными осадками и летней температурой воздуха, получены уравнения нормализованной регрессии. Прогнозы стока рек на период вегетации осуществлялись по номограмме, построенных на основе уравнения регрессии. Произведена оценка точности разработанной методики прогноза и она рекомендована к использованию в практике гидрологических прогнозов.

**Ключевые слова:** река, сток вегетационного периода, метеорологические факторы, атмосферные осадки, температура воздуха, многофакторная связь, статистическая оценка, уравнения регрессии, прогностическая номограмма, точность методики прогноза.

**FORECASTING RIVER RUNOFF FOR THE VEGETATION PERIOD DEPENDING ON METEOROLOGICAL FACTORS IN THE CHIRCHIK-AKHANGARAN BASIN****Z.F. KHAKIMOVA<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 issues of long-term forecasts of the rivers runoff for vegetation period depending on meteorological factors in the Chirchik-Akhangaran basin. For this purpose, statistical assessment of the multifactorial relationship between river runoff during the vegetation period, seasonal precipitation and summer air temperature was made, and normalized regression equations were obtained. River flow forecasts for the vegetation period were carried out according to the nomogram, obtained on the basis of the regression equation. An assessment of the accuracy of forecast methodology was performed and it was recommended for using in the practice of hydrological forecasts.

**Keywords:** river, vegetation runoff, meteorological factors, atmospheric precipitation, air temperature, multifactor relationship, statistical estimate, regression equations, prognostic nomogram, accuracy of the forecast technique.

**REFERENCES**

Alekseyev G.A. Obektivnie metodi viravnivaniya i normalizatsii korrelyatsionnix svyazey [Objective methods of alignment and normalization of correlations]. – L.: Gidrometeoizdat, 1971. – 63 s. (in Russian)

Apollo 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. – 439s. (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)