

influence of anthropogenic factors] // Ozbekiston geografiya jamiyati axboroti. 2014. 44-jild. – B.105-108. (in Uzbek)

*Rachinskiy A.A.* Vozmojnosti ispolzovaniya gruntovix vod dlya promivki i vegetatsionnix polivov [Possibilities of using groundwater for flushing and vegetation irrigation] // Xlopkovodstvo. 1963. № 3. – S. 22-30. (in Russian)

*Reshetkina N.M.* Perspektivi ispolzovaniya gruntovyx vod doliny r.Zarafshan [Prospects for the use of groundwater in the valley of the Zarafshan river]. V kn.: “Voprosi selskogo xozyaystva Zarafshanskogo basseyna”. – Tashkent, 1957. – S. 44-49. (in Russian)

*Roziqulova O.Sh., Sabitova N.I.* Zarafshon daryosi havzasi vo ha geosistemalarining meliorativ holatini baholashning geografik asoslari [Geographical basis of assessment of melioration status of oasis geosystems of the Zarafshan river basin] // Ozbekiston geografiya jamiyat axboroti. 2015. 46-jild. – B.41-43. (in Uzbek)

*Xarchenko S.I.* Gidrologiya oroshaemix zemel [Hydrology of irrigated lands]. – L.: Gidrometeoizdat, 1975. – 373 s. (in Russian)

*Xodjibaev N.N., Neyman B.Ya.* Gidrologicheskoe obosnovanie irrigatsionno-meliorativnix meropriyatiy [Hydrological substantiation of irrigation and reclamation measures]. – Tashkent: Fan, 1982. – 89 s. (in Russian)

*Erlapasov N.B., Ziyaev R.R.* Zarafshon daryosi oqimiga yer osti suvlarining qoshgan hissasini baholash [Assessment of the contribution of groundwater to the flow of the Zarafshan River] // Ozbekiston tabiiy resurslari va ulardan xalq farovonligi maqsadlarida foydalanish. Respublika ilmiy-amaliy konferentsiyasi materiallari. – Toshkent, 2018. – B. 11-13. (in Uzbek)

*Yakubov M.A., Yakubov X.I., Yakubov Sh.X.* Kollektorno-drenajniy stok Sentralnoy Azii i otsenka ego ispolzovaniya na oroshenie [Collector-drainage runoff of Central Asia and assessment of its use for irrigation]. – Tashkent: Ozbekiston, 2011. – 189 s. (in Russian)

УДК: 551.1:556.3 (556.55)

## ДАРЁЛАРНИНГ МАКСИМАЛ СУВ САРФЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ УСУЛЛАРИ ВА УЛАРНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ МАСАЛАЛАРИ

Б.Ф. ХИКМАТОВ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Фавқулодда вазиятлар вазирлиги Академияси ҳузуридаги Фуқаро муҳофазаси институти, fvvfmi@umail.uz

**Аннотация.** Мақолада дарёлар максимал сув сарфларини ҳисоблаш усуллари масаласи тарихий ёндашувлар асосида таҳлил қилинган. «Энг катта сув сарфи», «максимал оқим», «оний максимал сув сарфи» каби тушунчаларга тавсиф берилган, уларнинг ўхшашлик томонлари ва фарқлари кўрсатилган. Мавжуд ифодаларнинг аниқликлари ва уларни амалиётда қўллаш қулайликларини таққослаш натижалари асосида тоғ дарёлари максимал сув сарфларини ҳисоблаш ифодаларининг энг мақбул вариантлари таклиф этилган, уларни такомиллаштириши имкониятлари кўрсатилган.

**Калит сўзлар:** дарё, сув сарфи, тўлинсув, тошиқин, максимал сув сарфи, ҳисоблаш ифодалари, амалиётда қўллаш, такомиллаштириши имкониятлари.

**Кириш.** Ҳар қандай гидротехник иншоотлар, жумладан, сув омборлари, уларнинг тўғонлари, сув тақсимлаш иншоотлари, каналлар, шунингдек, автомобил ва темир йўллар, кўприklar, электр энергияси ўтказгичлари ва бошқа коммуникация тармоқларини лойихалаш, куриш ҳамда уларни эксплуатация қилишда дарёларнинг максимал сув сарфлари ҳақидаги маълумотларга катта эҳтиёж сезилади. Шу туфайли мазкур гидрологик

\* Масъул муаллиф: fvvfmi@umail.uz, тел.: +998 99 834-70-06

муаммо кўплаб олимларнинг эътиборини тортган.

Максимал сув сарфларини ҳисоблаш усулларини ишлаб чиқиш масалалари билан Г.И.Тарловский [Тарловский, 1913], А.В.Огиевский [Огиевский, 1938], Г.П.Воскресенский [Воскресенский, 1956], А.А.Соколов [Соколов, 1966], Г.А.Алексеев [Алексеев, 1967], Д.Л.Соколовский [Соколовский, 1968], С.М.Тумановская [Тумановская, 1986], В.Е.Водогрецкий [Водогрецкий, 1986], М.А.Мамедов [Мамедов, 1989], В.М.Евстигнеев [Евстигнеев, 2016] ва бошқалар шуғулланганлар. Ўрта Осиё дарёлари мисолида ушбу муаммо В.Л.Шульц [Шульц, 1963], Ю.Б.Виноградов [Виноградов, 1970], Ю.М.Денисов [Денисов, 1986] А.Ф.Шахидов [Шахидов, 2008], С.В.Мягков [Мягков, 2010], Б.Ж.Салимова [Салимова, 2011] ва бошқаларнинг илмий ишларида кўриб чиқилган. Бироқ, ҳозирги кунда муҳандислик гидрологиясининг дарёларнинг максимал сув сарфларини ҳисоблаш усулларини ишлаб чиқиш, уларни такомиллаштиришга қаратилган илмий йўналиш ривожланиш босқичларининг тизимли таҳлилига оид умумлаштирилган илмий маълумотлар етарли даражада эмас.

**Ишнинг мақсади ва вазифалари.** Ушбу ишнинг асосий мақсади дарёлар максимал сув сарфларини ҳисоблашнинг мавжуд усулларини ўрганиш, таҳлил қилиш ва уларни такомиллаштириш имкониятларини ёритишга қаратилган. Ушбу мақсадга эришиш учун тадқиқотда қуйидаги **вазифалар** белгиланди ва ечимини топди: 1) генезиси ва, шунга боғлиқ ҳолда, кузатилиш даврлари ҳамда вақти турлича бўлган максимал сув сарфларига тавсиф бериш; 2) дарёлар максимал сув сарфларини ҳисоблашнинг мавжуд усулларини, уларда ҳисобга олинган аргументларга боғлиқ ҳолда, гуруҳларга ажратиш; 3) максимал сув сарфларини турли тадқиқотчилар томонидан турлича ёндашувлар асосида ишлаб чиқилган ифодаларини, уларнинг генезисини ҳисобга олган ҳолда, такомиллаштириш имкониятларини аниқлаш.

**Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси.** Атоқли гидролог-олим В.Л.Шульц таъкидлаганидек: “Ўрта Осиё дарёларида максимал сув сарфлари, одатда, тўлинсув даврига тўғри келади” [Шульц, 1963]. Ушбу фикрни мазмунан давом эттирадиган бўлсак, максимал сув сарфларининг кузатилиш муддатлари, вақти, микдори дарёларнинг тўйиниш манбаларига боғлиқдир.

Масалан, В.Л.Шульц таснифи бўйича муз-қор билан тўйинадиган дарёларнинг максимал сув сарфлари, асосан, тоғ музликлари ва қор қопламанинг эриши ҳисобига ҳосил бўлади. Шу туфайли мазкур типга мансуб бўлган дарёларда максимал сув сарфлари ёзда кузатилади. Бу ерда, албатта, максимал сув сарфларининг умумий оқимида ёмғир сувларининг ҳиссаси нисбатан кам бўлади.

Қор-муз сувларидан тўйинадиган дарёлар максимал сув сарфларининг шаклланишида ҳам ёмғир сувларининг ҳиссаси кам бўлади. Эриган қор сувларидан тўйинадиган дарёларда, айниқса, қор-ёмғир сувларидан аралаш ҳолда тўйинадиган дарёларда, ёмғир сувлари максимал сув сарфини шакллантиришда фаол иштирок этади. Ўрта Осиё шароитида эриган қор сувлари билан ёмғир сувларининг дарёлар максимал сув сарфларининг ҳосил бўлишидаги иштироки, табиийки, улар ҳавзаларининг жойлашиш ўрни ва ўртача баландлигига боғлиқдир.

Дарёлар максимал оқимининг шаклланишига қордаги сув захираси, музликлар ва қор қопламанинг эриш жадаллиги, шимилиш-инфильтрация жараёнлари, дарё ҳавзаси юзасида сувнинг тўпланиши, ёмғирнинг ёғиш жадаллиги ва давомийлиги, ёғинларнинг ҳавза майдони ҳамда вақт бўйича нотекис тақсимланиши, буғланиш, ҳавзадаги қўллар майдони, улардаги сув ҳажми, ўсимлик қоплами, ҳавзанинг шакли ва бошқа омиллар таъсир қилади [Водогрецкий, 1986].

Гидрологияда оний энг катта, энг катта кунлик, энг катта декадалик, энг катта ойлик, энг катта йиллик, энг катта кўп йиллик сув сарфлари фарқланади. Амалий гидрологияда энг катта оний ва энг катта кунлик сув сарфларига алоҳида эътибор

қаратилади. Уларнинг миқдорлари кичик дарёларда сезиларли даражада фарқланса, дарё қанчалик катта бўлса, бу фарқ шунчалик кичик бўлади. Максимал сув сарфи – дарёда йил давомида аниқланган сув сарфларининг энг катта миқдоридир [Чеботарев, 1978].

Тўлинсув даври максимал оқимнинг шаклланишига таъсир қилувчи омилларни қуйидаги икки гуруҳга ажратиш мумкин: 1) атмосфера ёғинларининг ёғиш, қор қоплами ва музликларнинг эриш жадалликларини белгиловчи метеорологик омиллар; 2) ёмғир ва эриган қор, музликлар сувларидан ҳосил бўлган юза оқимнинг йўқотилишига ҳамда сувнинг дарё ўзанида ҳисоб створиғача оқиб ўтиш вақтига таъсир қилувчи омиллар. Юқоридагиларга мос равишда, ёмғир сувлари ва эриган қор сувларидан ҳосил бўладиган тошқинлар максимал оқимларини ҳам уларнинг ҳосил бўлишини белгиловчи метеорологик ҳамда ҳавзада юза оқим йўқотилишини белгилайдиган ер сирти омилларига бўлиш мумкин.

*Максимал оқим* – баҳорги-ёзги тўлинсув даврида ёки ёмғир тошқинлари шаклида энг катта миқдордаги оқим ҳосил бўлиш жараёнининг умумий номланишидир. Максимал оқим ҳам тўлинсув даврининг асосий тўлқини ёки энг катта ёмғирли тошқинлар оқимининг ҳажми ёки қатлами билан тавсифланади. Максимал оқим, А.И.Чеботаревнинг фикрига кўра, тўлинсув ёки тошқин давридаги максимал сув сарфи ёки максимал оқим модули ўрнида қўлланиладиган шартли атамадир [Чеботарев, 1978].

Максимал оқим одатда, энг катта, яъни максимал сув сарфи билан ифодаланади. Маълумки, максимал сув сарфини ҳисоблаш ва аниқлаш ишлари қуйидаги ҳолларда амалга оширилади: 1) гидрологик кузатув маълумотлари етарли даражада мавжуд бўлганда; 2) гидрологик кузатув маълумотлари етарлича бўлмаганда; 3) гидрологик кузатув маълумотлари мавжуд бўлмаганда. Юқоридаги иккинчи ҳолатда максимал сув сарфини ҳисоблаш аналог дарёлар ёрдамида амалга оширилади. Учинчи ҳолатда эса максимал сув сарфлари махсус тузилган турли хил хариталар ёки махсус ҳисоблаш усулларини қўллаш асосида аниқланади [Мамедов, 1989].

Максимал сув сарфларини аниқлашнинг олимлар томонидан ишлаб чиқилган усулларини, яъни максимал сув сарфини ҳисоблаш ифодаларини қуйидаги икки гуруҳга ажратиш мумкин [Соколовский, 1968]:

**I. Редукцион ифодалар**, бу турдаги ифодалар дарёлар максимал оқими модулларининг улар сув тўплаш майдонларининг ортиши билан камайиб боришини акс эттиради.

**II. Ҳажмий ифодалар**, ушбу ифодаларда максимал сув сарфи тўлинсув давридаги оқим ҳажми, унинг давомийлиги ва гидрографнинг геометрик шакли функцияси деб қабул қилинади.

**I. Редукцион ифодалар**, ўз навбатида, иккита кичик гуруҳга бўлинади: *эмпирик ифодалар*; *ярим эмпирик ифодалар*.

Ушбу тадқиқот ишининг мақсади ва вазифаларидан келиб чиққан ҳолда, қуйида ҳар бир кичик гуруҳни алоҳида кўриб чиқамиз.

**1. Эмпирик ифодалар**. Махсус адабиётларда [Соколовский, 1968, Горошков, 1978, Мамедов, 1989, Евстигнеев, 2016] қайд этилганидек, турли йилларда турли тадқиқотчилар томонидан олинган эмпирик ифодалар қуйидаги умумий шаклга эга:

$$q_{\text{мак}} = \frac{A}{F^n}, \quad (1)$$

бу ерда:  $q_{\text{мак}}$  – максимал оқим модули бўлиб,  $u$  л/с·км<sup>2</sup> ёки м<sup>3</sup>/с·км<sup>2</sup> да ҳисобланади;  $A$  – ўрганилаётган сув ҳавзасининг максимал сув бериш жадаллиги, мм/соат;  $F$  – дарёнинг сув тўплаш майдони, км<sup>2</sup>;  $n$  – боғланишнинг бурчак коэффиценти.

Муайян ҳолатлар учун юқоридаги каби эмпирик ифодалар қуйидаги тадқиқотчилар

томонидан таклиф қилинган:

1) Г.И.Тарловский ифодаси [Тарловский, 1913]:

$$q_{\max} = \frac{A}{\sqrt[n]{F}}; \quad (2)$$

2) Д.Л.Соколовский ифодаси [Соколовский, 1968]:

$$q_{\max} = \frac{K_p \cdot A_{\max,в}}{(F+1)^n} \cdot \delta, \quad (3)$$

бу ерда:  $K_p$  – ўлчам бирлиги коэффиценти;  $A_{\max,в}$  – элементар сув тўплаш хавзасидан баҳорги оқимнинг максимал модулини ёки дарё ўзанига ёнбағирлардан қўшиладиган сув оқимининг максимал жадаллигини ифодалайдиган катталиқ. Унинг қиймати (3) ифода ёрдамида, реал ҳолат учун олинган маълумотлар асосида, тескари ҳисоблаш йўли билан аниқланади;  $\delta$  – кўллар, ботқоқликлар, ўрмонлар, тупроқларнинг сув ўтказувчанлиги, карст ва дарё оқимининг бошқа кўрсаткичлари таъсирини ҳисобга оладиган умумлашма коэффицент.

**2. Ярим эмпирик ифодалар.** Ушбу кичик турга мансуб бўлган ифодалар максимал оқим модулини ( $q_{\max}$ ) қуйидагиларга боғлиқ ҳолда аниқлаш имконини беради: 1)  $i_1$  - қор эришининг максимал жадаллиги, мм/соат; 2)  $h_c$  – қор қоплами қалинлиги, см; 3)  $F$  – дарёнинг сув тўплаш майдони, км<sup>2</sup>; 4)  $\tau$  – ўзанда сувнинг оқиб ўтиш вақти, соат, сутка ва бошқалар.

Юқоридаги гидрологик катталиқлардан фойдаланган ҳолда, К.П.Воскресенский [Воскресенский, 1956] томонидан текислик худудларидаги дарёлар учун олинган қуйидаги тенглама ярим эмпирик ифодаларга ёрқин мисолдир:

$$q_{\max} = \frac{K_b \cdot h_b}{(F+c)^n}, \quad (4)$$

бу ерда:  $h_b$  – баҳорги оқим қатлами, карта орқали аниқланади;  $K_b$  – дарё хавзаси максимал сув бериш қобилиятининг баҳорги оқим қатламига нисбатини ифодалайди:

$$K_b = \frac{A_{\max,в}}{h_b}. \quad (5)$$

Юқорида келтирилган (4) ифодадаги  $C$  белгиси  $lg q_{\max} = f(lg F)$  кўринишдаги боғланиш эгри чизиғининг ночизиклигини ҳисобга олувчи параметрдир.

Кейинчалик, К.П.Воскресенскийнинг 1956 йилда таклиф қилинган ушбу ярим эмпирик (4) ифодаси, А.А.Соколов [Соколов, 1966] томонидан такомиллаштирилган ва қуйидаги кўринишга келган:

$$q_{\max,р} = \frac{K_b \cdot h_b}{(F+1)^n} \cdot \delta_1 \cdot \delta_2, \quad (6)$$

бу ерда:  $q_{\max,р}$  – таъминланганлиги  $P$  (%) бўлган максимал оқим модули;  $\delta_1, \delta_2$  – кўллар, ботқоқликлар ва ўрмонларнинг дарё оқимининг максимал миқдорини камайтиришга таъсирини ҳисобга оладиган тузатиш коэффицентлари.

Кейинчалик Г.А.Алексеев [Алексеев, 1967] томонидан такомиллаштирилган ҳамда таклиф этилган ифода дарё хавзасида кўллар ва сув омборлари мавжудлигини ҳам ҳисобга

олади:

$$q_{\max} = \frac{r \cdot P_{\max}}{1 + \frac{P_{\max} \cdot L}{h \cdot v}}, \quad (7)$$

бу ерда:  $r$  – ўрганилаётган дарё оқимининг кўллар ва сув омборлари таъсирида бошқарилишини ҳисобга оладиган коэффициент;  $P_{\max}$  – сув тўплаш ҳавзаси ёнбағирларидан дарё ўзанига қўшиладиган оқимнинг максимал модули (ёки жадаллиги);  $h$  – тошқин сув қатлами, мм;  $L$  – бош ўзан узунлиги, км;  $v$  – дарё узунлиги бўйича оқиб ўтишининг ҳисоб тезлиги, км/сутка.

**II. Ҳажмий ифодалар.** Баҳорги тўлинсув давридаги максимал сув сарфини ҳисоблашнинг ҳажмий ифодалари А.В.Огиевский [Огиевский, 1938], В.И.Мокляк [Мокляк, 1965] ва бошқалар томонидан таклиф қилинган. Масалан, 1938 йилдаёқ А.В.Огиевский томонидан ишлаб чиқилган, мазкур гуруҳга мансуб бўлган ифода қуйидаги кўринишга эга бўлган:

$$Q_{\max} = \frac{0,0116 \cdot 2,0h \cdot F}{T_b + \tau} = \frac{0,023h \cdot F}{T_b + \tau}, \quad (8)$$

бу ерда:  $Q_{\max}$  – максимал сув сарфи, м<sup>3</sup>/с;  $h$  – оқим қатлами, мм;  $F$  – дарёнинг сув тўплаш майдони, км<sup>2</sup>;  $T_b$  – ҳавзанинг сув бериш давомийлиги, сутка ҳисобида;  $\tau$  – оқимнинг ёнбағирлар ва дарё ўзанидан оқиб ўтиш вақти:  $\tau = \frac{L}{v}$ ;  $L$  – бош ўзан узунлиги, км;  $v$  – дарё ўзанида ҳаракатланган оқимнинг ҳисоб тезлиги, км/сутка;  $T_b + \tau = T_n$  – тўлинсув даврининг давомийлиги, сутка.

Максимал оқим модули  $q_{\max}$  ни ҳисоблаш учун В.И.Мокляк [Мокляк, 1965] томонидан таклиф қилинган ифода гидрографнинг шаклини ҳамда ҳавзада ботқоқликлар ва ўрмонларнинг таъсирини ҳисобга олади:

$$q_{\max} = \frac{0,0116 K_{\Phi}'' \cdot h_b}{m \cdot T_b + \varepsilon + \tau_n}, \quad (9)$$

бу ерда:  $K_{\Phi}''$  – гидрограф шаклини ҳисобга оладиган коэффициент,  $K_{\Phi}'' = 2,8$  деб қабул қилинса, тўлинсув даври гидрографи тескари параболага ўхшаш бўлади;  $h_b$  – баҳорги оқим қатлами, оқим картасидаги изолиниялар бўйича аниқланади, мм;  $m$  – кўллар ва ўрмонларнинг таъсирида ҳавзанинг сув бериш қобилятини узайтирадиган коэффициент ( $m > 1,0$ );  $T_b$  – ҳавзанинг сув бериш давомийлиги, сутка;  $\tau$  – оқиб ўтиш вақти, сутка;  $\tau_n$  – ҳавзада қор эриш (сув бериши) силжишининг давомийлиги, сутка.

Гидрологик ҳисоблашлар амалиётида кенг қўлланиладиган СНиП2.01.14-83 ҳужжатида асосан, баҳорги тошқиннинг максимал сув сарфларини ҳисоблаш қуйидаги ифода бўйича амалга оширилади:

$$Q_p = \frac{K_0 \cdot h_p}{(F + A_1)^{n_1}} \mu \cdot \delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot F, \quad (10)$$

бу ерда:  $Q_p$  –  $P$  (%) таъминланганликдаги максимал сув сарфи;  $K_0$  – юқоридаги ифода бўйича тескари ҳисоблаш йўли билан, аналог дарёлар маълумотлари бўйича, аниқланадиган параметр;  $h_p$  –  $P$  (%) таъминланганликдаги тўлинсув даври оқими қатлами, мм, унинг қиймати  $h_p = f(F)$  боғланиш асосида аниқланади;  $\mu$  – оқим қатлами ва максимал сув сарфлари таъминланиш эгри чизиқлари параметрларининг тенг эмаслигини ҳисобга

оладиган коэффициент,  $\mu$  нинг зоналар бўйича районлаштирилган харитаси мавжуд;  $\delta$  – сув омборлари, сув ҳавзалари ва оқар кўлларнинг таъсирини ҳисобга олиш коэффициенти;  $\delta_1$  – ўрмон билан қопланган сув тўплаш ҳавзаларида максимал оқимнинг камайишини ҳисобга олиш коэффициенти;  $\delta_2$  – ботқоқликлар мавжуд бўлган ҳавзаларда максимал оқимнинг камайишини ҳисобга олиш коэффициенти;  $F$  – сув тўплаш ҳавзаси майдони, км<sup>2</sup>;  $A_1$  – кичик ҳавзалар майдонларида редукциянинг камайишини ҳисобга оладиган параметр;  $n_1$  – максимал оқимнинг камайиш кўрсаткичи.

Таъкидлаш лозимки,  $n_1$  ва  $A_1$  параметрлар зоналар бўйича районлаштирилган, яъни уларнинг қийматини аниқлаш учун махсус хариталар тузилган.

Текислик дарёларидан фаркли равишда, тоғ дарёларида эриган қор ва музликлар сувларидан ҳосил бўлган максимал сув сарфларини ҳисоблаш ифодасида фақат  $\delta$  коэффициент ҳисобга олинади. Бу коэффициент кўллар ва сув омборлари таъсирида  $Q_{\max}$  қийматларининг камайишини ҳисобга олади. Ўрмон билан қопланганлик ( $\delta_1$ ) ва ботқоқлилик ( $\delta_2$ ) коэффициентлари ҳисобга олинмайди, чунки улар тоғли ҳудудларда мавжуд бўлмайди ёки энг кучли омил – вертикал зоналик туфайли уларнинг таъсири сезилмайди.

Юқорида баён этилганларни ҳисобга олган ҳолда, паст ва ўртача баландликлардаги тоғли ҳудудлардан оқиб тушадиган дарёларнинг максимал сув сарфларини ҳисоблаш учун қуйидаги ифода таклиф этилади:

$$Q_p = q_p \cdot F = \frac{k_o \cdot h_p}{(F+1)^n} \mu \cdot \delta \cdot F, \quad (11)$$

ушбу ифодадаги шартли белгилашлар юқоридаги ифодаларга мос келади.

Кавказ ва Ўрта Осиёнинг ўртача баландлиги 2000 м дан ортиқ бўлган тоғли минтақалари дарёларининг максимал сув сарфини ҳисоблаш гидрологик аналогия усули билан амалга оширилади:

$$Q_p = \frac{q_p^{(a)} (F_a + 1)^{0,15}}{h_{Г,Р}^{(a)} \delta_a} \cdot \frac{h_{Г,Р} \cdot \delta}{(F+1)^{0,15}}, \quad (12)$$

бу ерда:  $Q_p$  –  $P(\%)$  таъминланганликдаги максимал сув сарфи, м<sup>3</sup>/с;  $q_p^{(a)}$  – аналог дарёнинг  $P(\%)$  таъминланганликдаги максимал оқим модули, л/с·км<sup>2</sup>;  $F$ ,  $F_a$  – ўрганилаётган ва аналог дарё ҳавзаларининг майдонлари, км<sup>2</sup>;  $h_{Г,Р}$  – тўлинсув давридаги оқим қатлами, мм.

Тоғ дарёларининг эриган қор сувларидан ҳосил бўладиган максимал оқими модулини ҳисоблаш учун Ю.М.Денисов [Денисов, 1986] томонидан таклиф қилинган ифода қуйидаги кўринишга эга:

$$\bar{M}_{\max} = \frac{0,325 \cdot h}{2,64 \cdot \delta_n + 0,020 \sqrt{h}}, \quad \text{л/с} \cdot \text{км}^2, \quad (13)$$

бу ерда:  $h$  – тўлинсув даври оқими қатлами, мм;  $n$  – дарё ҳавзаси ўртача баландлигининг ўртача квадратли четлашиши, км.

Гидрологик ҳисоблашлар амалиётида кўпинча редукция турига мансуб бўлган қуйидаги эмпирик ифодадан фойдаланилади:

$$Q_p = q_p \cdot F = \frac{B_p}{(F+b)^n} \delta, \quad (14)$$

бу ерда:  $B_p$  – "элементар", яъни  $F \rightarrow 0$  сув тўплаш ҳавзаси максимал оқим модулини

ифодалайдиган параметр, унинг қийматини аниқлаш учун махсус хариталар яратилган;  $b$  – кичик майдонлар зонасида редукциянинг камайишини ҳисобга оладиган параметр,  $b \geq 1,0$ ;  $\delta$  – кўллар, ботқоқликлар ва бошқа таъсирлар ҳисобига  $Q_{\max}$  нинг камайишини ҳисобга оладиган коэффициент.

Ҳажмий ифода Д.Л.Соколовский [Соколовский, 1968] томонидан ҳам таклиф этилган бўлиб, қуйидаги кўринишга эга:

$$Q_p = \frac{0,28\alpha(H_T - H_0)}{t_n} f \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot F, \quad (15)$$

бу ерда:  $Q_p$  –  $P(\%)$  таъминланганликдаги максимал сув сарфи,  $m^3/c$ ;  $\alpha$  – оқим коэффициенти, уни аниқлаш учун махсус харита тузилган;  $H_T$  – ёғин қатлами, мм;  $H_0$  – ҳавза сиртининг дастлабки намланишига кетадиган ёғин қатлами, мм;  $t_n$  – гидрограф кўтарилишининг давом этиш вақти, соат ёки сутка;  $f$  – гидрограф шаклини ҳисобга оладиган коэффициент, параболик шакл қабул қилинганда  $f \approx 2,8$ ;  $\delta_1$  – кўлларнинг таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент;  $\delta_2$  – ўрмон ва ботқоқликларнинг таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент;  $F$  – сув тўплаш ҳавзаси майдони,  $km^2$ .

Юқорида баён этилган фикр-мулоҳазаларнинг синтези сифатида, дарёлар максимал сув сарфларини, генезиси, яъни уларни ҳосил қилувчи гидрометеорологик омилларга боғлиқ ҳолда, қуйидаги турларга ажратиш мумкин:

- 1) ёмғир сувларидан ҳосил бўладиган максимал сув сарфлари;
- 2) эриган қор сувларидан ҳосил бўладиган максимал сув сарфлари;
- 3) аралаш, яъни эриган қор сувлари ва ёмғир сувларидан ҳосил бўладиган максимал сув сарфлари;
- 4) эриган тоғ музликлари сувларидан ҳосил бўладиган максимал сув сарфлари;
- 5) сув ҳавзалари (кўллар, сув омборлари) тўғонлари шикастланиши натижасида ҳосил бўладиган максимал сув сарфлари.

Максимал сув сарфларини такомиллаштиришга қаратилган келгуси тадқиқотларда уларнинг генезисини ҳисобга олиш жуда муҳимдир. Муаммога бундай ёндашув, келажакда дарёларнинг максимал сув сарфлари билан уларни ҳосил қилувчи табиий омиллар орасидаги боғланишларни статистик баҳолашда энг асосий аргументларни белгилаб олишнинг катта имкониятларини яратади.

Бажарилган тадқиқот натижаларининг таҳлили асосида, **хулоса** сифатида қуйидагиларни қайд этиш мумкин:

1. Тўйиниш манбалари турлича бўлган дарёлар максимал сув сарфларининг шаклланиш шароитлари ва уларни ҳисоблаш усуллари кўриб чиқилди. Музлик-қор ва қор-музлик сувларидан тўйиниш турига мансуб бўлган тоғ дарёларида максимал сув сарфлари, асосан, қор қоплами ва музликларнинг жадал суратларда эриши натижасида ҳосил бўладиган сув оқимлари ҳисобига шаклланади.

2. Максимал сув сарфларини ҳисоблаш усуллариининг ретроспектив таҳлили ўтказилди. Тадқиқотчилар томонидан турли йилларда тавсия этилган максимал сув сарфларининг ҳисоблаш ифодалари икки гуруҳга бўлинди: редукцион ва ҳажмий ифодалар. Ҳисоблаш ифодаларининг иккинчи гуруҳи, ўз навбатида, эмпирик ва ярим эмпирик ифодаларга бўлинди.

3. Ўрта Осиёнинг паст ва ўрта тоғли ҳамда баланд тоғли минтақаларида шаклландиган дарёларнинг максимал сув сарфларини ҳисоблашнинг универсал ифодалари аниқланган. Ю.М.Денисов томонидан таклиф этилган ифода, тоғ дарёларида эриган қор сувларидан ҳосил бўладиган максимал сув сарфини ҳисоблаш учун энг мос келадиган ифода ҳисобланади.

4. Тоғ дарёлари максимал сув сарфларини ҳисоблаш ифодаларини

такмиллаштириш мақсадида, улар генезиси бўйича ёмғир сувларидан, эриган қор сувларидан, эриган қор ва ёмғирнинг аралаш сувларидан, музликларнинг эришидан ҳосил бўлган сувлардан, сув ҳавзалари тўғонларининг шикастланиши натижасида ҳосил бўладиган турларга ажратилди. Масалага бундай ёндашув дарёлар максимал сув сарфларини ҳисоблаш ифодаларини статистик йўл билан аниқлашда асосий аргументларни танлаш имконини беради.

**Миннатдорчилик.** Муаллиф мақолани тайёрлашда илмий ва услубий маслаҳатларини аямаган устозларга, жумладан, проф. Ф.Ҳикматов ва г.ф.д., доцент Ғ.Х.Юнусовларга ўз миннатдорчилигини билдиради. Муаллиф қўлёзманинг нашрга тайёрланган матнини ўқиб чиқди ва уни чоп этишга розилигини билдириди.

## АДАБИЁТЛАР

*Алексеев Г.А.* Объективные статистические методы расчета и обобщения параметров максимального дождевого стока / Международный симпозиум по паводкам и их расчетам. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – С. 15.

*Бавина Л.Г., Грошева В.В.* Исследование соотношений срочных и среднесуточных максимальных расходов весеннего половодья // Труды ГГИ, 1986. – Вып. 324. – С. 58-72.

*Виноградов Ю.Б.* Дождевые паводки и методика их расчета в условиях Средней Азии и Южного Казахстана. Дисс. на соискание ученой степени доктора технических наук. – Алма-Ата, 1970. – 443 с.

*Водогрецкий В.Е., Ефимова Л.В.* Учет влияния уклонов склонов на максимальный сток весеннего половодья малых неизученных рек // Тр. ГГИ, 1986. – Вып. 324. – С. 44-52.

*Воскресенский К.П.* Гидрологические расчеты при проектировании сооружений на малых реках, ручьях и временных водотоках. – Л.: Гидрометеиздат, 1956. – 468 с.

*Горошков И.Ф.* Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 432 с.

*Денисов Ю.М.* О расчете максимальных расходов воды дождевых паводков // Тр. САРНИГМИ. – М.: Гидрометеиздат, 1986. – С. 23-43.

*Евстигнеев В.М., Магрицкий Д.В.* Речной сток. Методические основы современной практики гидрологических расчетов. – М.: Изд-во Триумф, 2016. – 224 с.

Закономерности гидрологических процессов. – М.: ГЕОС, 2012. – С. 146-195.

*Лексакова В.Д.* Приведение рядов максимального дождевого стока к многолетнему периоду (на примере рек бассейна Ангары) // Труды ГГИ, 1986. – Вып. 324. – С. 99-107.

*Лопух П. С., Токарчук О. В.* Гидрология. Словарь терминов и понятий. – Минск: Изд-во БГУ, 2021. – 41 с.

*Мамедов М.А.* Расчеты максимальных расходов воды горных рек. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 184 с.

*Мокляк В.И.* Формирование максимальных расходов от талых вод и их расчеты. – Киев, 1965. – 118 с.

*Мягков С.В.* Геоинформационная система «Сели и прорывоопасные озера» // Экологический вестник. – Ташкент, 2010. – №6 (111). – С.15-16.

СНиП2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик. – М.: Стройиздат, 1983. – 97 с.

*Огиевский А.В.* Новая формула для вычисления весенних расходов в реках // Метеорология и гидрология, 1938. № 3. – С. 24-31.

*Салимова Б.Д.* Метод расчета максимальных расходов дождевых вод с малых водосборов (на примере рек Средней Азии). – Ташкент: НИГМИ, 2011. – 95 с.

*Сирлибаева З.С., Саидова С.Р.* Гидрологик ҳисоблашлар. – Тошкент: Университет, 2004. – 92 б.

*Соколов А.А.* Методика расчета максимальных расходов талых вод при отсутствии или недостаточности гидрометеорологических данных // Труды ГГИ, 1966. – Вып. 134. – С. 3-54.

*Соколовский Д.Л.* Речной сток. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 539 с.

*Тарловский Г.И.* Нормы стока для расчета прудовых водоемов. – В кн.: Труды 2-го. съезда

инженеров-гидротехников. – Москва, 1913. – С. 81-93.

Тумановская С.М. Методы расчета максимальных расходов воды дождевых паводков // Труды ГГИ, 1986. – Вып. 324. – С. 3-26.

Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. – Л.: Гидрометеоздат, 1978. – 308 с.

Хикматов Б.Ф. Тўғони бузилиши хавфи бўлган кўллардан оқиб чиқадиган максимал сув сарфини ҳисоблаш. География фанлари бўйича фалсафа доктори ... диссертацияси автореферати. – Тошкент, 2021. – 41 б.

Хикматов Б.Ф., Пирназаров Р.Т. О рисках, связанных с прорывоопасными озерами // Наука, защита, безопасность. Научно-практический журнал. – Ташкент, 2018. – Вып. 1(1). – С. 85-91.

Шахидов А.Ф., Салимова Б.Д., Денисов Ю.М. МКН 27-2007. Руководство по расчету максимальных расходов дождевых вод // Ведомственные нормы и правила. – Ташкент, 2008. – 60 с.

Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеоздат, 1963. – 302 с.

## МЕТОДЫ РАСЧЕТА МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ РЕК И ВОПРОСЫ ИХ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Б.Ф. ХИКМАТОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт гражданской защиты при Академии МЧС Республики Узбекистан, fvvfmi@umail.uz

**Аннотация.** Статья посвящена ретроспективному рассмотрению методов расчета максимальных расходов воды рек. Даны определения таким понятиям, как «максимальный сток», «максимальный расход воды», «срочный максимальный расход воды» и другим, показаны особенности их аналогии и различия. В результате сопоставления, точности и возможности практического применения существующих выражений предложены наиболее подходящие формулы для расчета максимальных расходов воды горных рек, показаны возможности их усовершенствования.

**Ключевые слова:** река, расход воды, половодье, паводок, максимальный расход воды, расчетные формулы, практическое применение, возможности усовершенствования.

## METHODS FOR CALCULATION OF MAXIMUM WATER DISCHARGE OF RIVERS AND THEIR IMPROVEMENT ISSUES

B.F. KHIKMATOV<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Civil Protection under the Academy of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan, fvvfmi@umail.uz

**Abstract.** The article is devoted to a retrospective review of methods for calculating the maximum water flow in rivers. Definitions of such concepts as "maximum flow", "maximum water flow", "urgent maximum water flow" and others are given, the features of their analogy and differences are shown. As a result of comparison, accuracy and the possibility of practical application of existing expressions, the most appropriate formulas for calculating the maximum water flow in mountain rivers are proposed, and the possibilities for their improvement are shown.

**Keywords:** river, water flow, high water, high water, maximum water flow, calculation formulas, practical application, improvement opportunities.

## REFERENCES

Alekseev G.A. Ob'ektivnie statisticheskie metodi rascheta i obobsheniya parametrov maksimalnogo dojdevoogo stoka [Objective statistical methods for calculating and generalizing the

parameters of maximum rainfall] / Mejdunarodniy simpozium po pavodkam i ix raschetam. – L.: Gidrometeoizdat, 1967. – S. 15. (in Russian)

*Bavina L.G., Grosheva V.V.* Issledovanie sootnosheniy srochnix i srednosutochnix maksimalnix rasxodov vesennego polovodya [Investigation of the ratios of urgent and average daily maximum costs of the spring flood] // Trudi GGI, 1986. – Vip. 324. – S. 58-72. (in Russian)

*Vinogradov Yu.B.* Dojdevqe pavodki i metodika ix rascheta v usloviyax Sredney Azii i Yujnogo Kazaxstana [Rain floods and methods of their calculation in the conditions of Central Asia and South Kazakhstan]. Diss. na soiskanie uchenoy stepeni doktora texnicheskix nauk. – A Ima-Ata, 1970. – 443 s. (in Russian)

*Vodogretskiy V.E., Yefimova L.V.* Uchet vliyaniya uklonov sklonov na maksimalniy stok vesennego polovodya malix neizuchennix rek [Accounting for the influence of slope slopes on the maximum runoff of the spring flood of small unexplored rivers] // Trudi GGI, 1986. – Vip. 324. – S. 44-52. (in Russian)

*Voskresenskiy K.P.* Gidrologicheskie raschety pri proektirovanii sooruzheniy na malix rekax, ruchyax i vremennix vodotokax [Hydrological calculations in the design of structures on small rivers, streams and temporary watercourses]. – L.: Gidrometeoizdat, 1956. – 468 s. (in Russian)

*Goroshkov I.F.* Gidrologicheskie raschety [Hydrological calculations]. – L.: Gidrometeoizdat, 1979. – 432 s. (in Russian)

*Denisov Yu.M.* O raschete maksimalnix rasxodov vodi dojdevix pavodkov [On the calculation of the maximum water flow rates of rain floods] // Tr. SARNIGMI. – M.: Gidrometeoizdat. –1986. – S. 23-43. (in Russian)

*Evstigneev V.M., Magritskiy D.V.* Rechnoy stok. Metodicheskie osnovi sovremennoy praktiki gidrologicheskix raschetov [River runoff. Methodical bases of modern practice of hydrological calculations]. – M.: Izd-vo Triumf, 2016. – 224 s. (in Russian)

Zakonomernosti gidrologicheskix protsessov [Regularities of hydrological processes]. – M.: GEOS, 2012. – S. 146-195. (in Russian)

*Leksakova V.D.* Privedenie ryadov maksimalnogo dojdevogo stoka k mnogoletnomu periodu (na primere rek basseyna Angari) [Bringing the series of maximum rainfall to a multi-year period (on the example of the rivers of the Angara basin)] // Trudi GGI, 1986. – Vip. 324. – S. 99-107. (in Russian)

*Lopux P.S., Tokarchuk O.V.* Gidrologiya. Slovar terminov i ponyatiy [Hydrology. Dictionary of terms and concepts]. – Minsk: BGU, 2021. – 41 s. (in Russian)

*Mamedov M.A.* Raschety maksimalnix rasxodov vodi gornix rek [Calculations of the maximum flow rates of water in mountain rivers]. – L.: Gidrometeoizdat, 1989. – 184 s. (in Russian)

*Moklyak V.I.* Formirovanie maksimalnix rasxodov ot talix vod i ix raschety [Formation of the maximum costs from melt water and their calculations]. – Kiev, 1965. – 118 s. (in Russian)

*Myagkov S.V.* Geoinformatsionnaya sistema «Seli i prorivoopasnie ozera» [Geoinformation system "Mudflows and outburst-prone lakes"] // Ekologicheskiiy vestnik. –Tashkent, 2010. – №6 (111). – S. 15-16. (in Russian)

SNiP2.01.14-83. Opredelenie raschetnix gidrologicheskix xarakteristik [Determination of calculated hydrological characteristics]. – M.: Stroyizdat, 1983. – 97 s. (in Russian)

*Ogievskiy A.V.* Novaya formula dlya vichisleniya vesennix rasxodov v rekax [New formula for calculation of spring discharges in rivers] // Meteorologiya i gidrologiya, 1938, № 3. – S. 24-31. (in Russian)

*Salimova B.D.* Metod rascheta maksimalnix rasxodov dojdevix vod s malix vodosborov (na primere rek Sredney Azii) [Method for calculating the maximum discharge of rainwater from small watersheds (on the example of the rivers of Central Asia)]. – Tashkent: NIGMI, 2011. – 95 s. (in Russian)

*Sirlibaeva Z.S., Saidova S.R.* Gidrologik hisoblashlar [Hydrological calculations]. – Toshkent: Universitet, 2004. – 92 b. (in Uzbek)

*Sokolov A.A.* Metodika rascheta maksimalnix rasxodov talix vod pri otsutstviy ili nedostatochnosti gidrometeorologicheskix dannix [Methodology for calculating the maximum discharge of melt water in the absence and insufficiency of hydrometeorological data] // Trudi GGI, 1966. Vip. 134. – S. 3-54. (in Russian)

- Sokolovskiy D.L.* Rechnoy stok [River runoff]. – L.: Gidrometeoizdat, 1968. – 539 s. (in Russian)
- Tarlovskiy G.I.* Normi stoka dlya rascheta prudovix vodoemov [Flow rates for calculating pond water bodies. In the book]. – V kn.: Trudi 2-go. s'ezda injenerov-gidrotexnikov. – Moskva, 1913. – S. 81-93. (in Russian)
- Tumanovskaya S.M.* Metodi rascheta maksimalnix raschodov vodi dojdevix pavodkov [Methods for calculating the maximum flow of water during rain floods] // Trudi GGI, 1986. – Vip. 324. – S. 3-26. (in Russian)
- Chebotarev A.I.* Gidrologicheskiy slovar [Hydrological dictionary]. – L.: Gidrometeoizdat, 1978. – 308 s. (in Russian)
- Xikmatov B.F.* Togoni buzilishi xavfi bolgan kollardan oqib chiqadigan maksimal suv sarfini hisoblash [Calculation of the maximum flow of water from lakes at risk of dam failure]. Geografiya fanlari boyicha falsafa doktori dissertatsiyasi avtoreferati. – Toshkent, 2021. – 41b. (in Uzbek)
- Xikmatov B.F., Pirnazarov R.T.* O riskax, svyazannix s prorivoopasnimi ozerami [On the risks associated with outburst lakes] // Nauka, zashita, bezopasnost. Nauchno-prakticheskiy jurnal. – Tashkent, 2018. – Vip. 1(1). – S. 85-91. (in Russian)
- Shaxidov A.F., Salimova B.D., Denisov Yu.M.* MKN 27-2007. Rukovodstvo po raschetu maksimalnix raschodov dojdevix vod [Guidelines for calculating maximum rainwater discharges] // Vedomstvennie normi i pravila. – Tashkent, 2008. – 60 s. (in Russian)
- Shults V.L.* Reki Sredney Azii [Rivers of Central Asia]. – L.: Gidrometeoizdat, 1963. – 302 s. (in Russian)

УДК 551.4 (575.172)

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ АРАЛЬСКОГО МОРЯ И ПРИАРАЛЬЯ

В.А. РАФИКОВ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Институт Сейсмологии Академии наук Республики Узбекистан, uz-hydrolog@mail.ru

**Аннотация:** В новую эру Аральское море в зависимости от притока речных вод, главным образом из-за миграции Амударьи, претерпело ряд трансгрессий и регрессий. К середине XX века море находилось, если так можно выразиться, в состоянии «условно-естественного режима». Правда, с достаточно высокой степенью условности, но в квазистабильном состоянии, хотя уже и орошалось около 4 млн. га земель в его бассейне. Развитие орошаемого земледелия в бассейновых государствах, кроме Туркменистана, завершилось в 90-ые годы прошлого века, и площадь орошаемых земель в бассейне достигла примерно 8 млн. га. Как бы то не было, но проблемы Арала и Приаралья необходимо ныне преодолевать Узбекистану. Поэтому, очевидно, требуется актуализировать научное объяснение протекающего кризиса, выявить его особенности и определиться с комплексом мер по ликвидации последствий адекватных складывающимся обстоятельствам и возможностям.

**Ключевые слова:** Аральское море, Аралкум, опустынивание, засуха, деградация, деструкция, ландшафт, геосистема, экосистема.

**Введение.** Обычно считается, что катастрофа Аральского моря была результатом централизованной политической системы в бывшем СССР. Но это не совсем верно, потому что подобный экологический кризис также имеет место в развитых странах.

\* Ответственный автор: uz-hydrolog@mail.ru, тел.: +998 90 349-33-15