

УДК: 517.977.5:631.672.4

СУВ ХЎЖАЛИГИ ТИЗИМЛАРИДА СУВ РЕСУРСЛАРИНИ ОПТИМАЛ БОШҚАРИШНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ

И.Э. Махмудов – *т.ф.д., профессор, Ирригация ва сув маммолари илмий-тадқиқот институти, ilhom_makhmudov@mail.ru*

А.Ж. Сейтов - *т.ф.д., профессор, Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий Университети, saybek868@gmail.com*

Д.К. Жумамуратов - *т.ф.н., доцент, Қорақалпоғистон қишлоқ хўжалиги ва агротехнологиялар институти, d.jumamuratov@tdaunukus.uz*

Аннотация. Ушбу мақолада Ўзбекистон Республикасида сув хўжалиги тизимларини қайта тартибга солиш ҳавзаларида сув ресурсларини бошқаришни такомиллаштиришнинг асосий вазифалари ўрганилган ҳамда йирик магистрал каналларнинг сув ресурсларини бошқаришнинг замонавий моделлари ва усулларини кўриб чиқиш натижалари келтирилган.

Калит сўзлар: Сен-Венаннинг хусусий ҳосилали дифференциал тенгламалари тизими, айланма лапасли ва марказдан қочма насос агрегатлари, сув сарфи, эркин сирт ординатаси, гравитатсион доимий, пастки қиялик, тирик кесим юзаси бўйлаб оқим кенглиги, оқимнинг жонли оқим юзаси, кичик тўлқинларнинг тарқалиш тезлиги, оптималлик мезони.

Кириш. Қайта росланувчи ҳавзали сув хўжалиги тизимларида сув хўжалигининг ҳозирги ҳолатини таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, сув ресурсларини бошқариш жараёнини такомиллаштиришда мавсумий ёки йиллик росланадиган сув ҳавзаларининг имкониятларини аниқлайдиган бундай тадқиқотларни ўтказиш муҳим вазифаларидан бири ҳисобланади.

Тадқиқот материаллари ва усуллари.

Магистрал канал участкасининг ҳолати, бекарор сув оқими массани сақланиш қонуни асосида ишлаб чиқилган Сен-Венаннинг хусусий ҳосилали дифференциал тенгламалари тизими билан тавсифланади [1]:

$$B_i \frac{\partial z_i}{\partial t} + \frac{\partial Q_i}{\partial x_i} = q_i,$$

$$\frac{1}{g \omega_i} \left(\frac{\partial Q_i}{\partial t} + 2v \frac{\partial Q_i}{\partial x_i} \right) + \left[1 - \left(\frac{v_i}{c_i} \right)^2 \right] \frac{\partial z_i}{\partial x_i} =$$

$$= \left[i_i + \frac{1}{B_i} \left(\frac{\partial \omega_i}{\partial x_i} \right)_{h_i = \text{const}} \right] \left(\frac{v_i}{c_i} \right)^2 - \frac{Q_i |Q_i|}{K_i^2} u = 1, \dots, 10, 0 < x_u < l_u, m > m_0.$$

Бу ерда,

$$v_i = \frac{Q_i}{\omega_i}, \quad c_i = \sqrt{\frac{g \omega_i}{B_i}},$$

$Q_i = Q_i(x_i, t)$ – сув сарфи; $z_i = z_i(x_i, t)$ – эркин сирт ординатаси; g – гравитацион доимий; i_i – пастки қиялик; $B_i = B_i(z_i)$ – тирик кесим юзаси бўйлаб оқим кенглиги; $\omega_i = \omega_i$ – оқимнинг жонли оқим юзаси; $c_i = c_i(z_i)$ – кичик тўлқинларнинг тарқалиш тезлиги; $\kappa_i = q_i(x_i, t)$ – ён ирмоқлар ёки участкаларнинг чиқишидаги сув сарфи; $K_i = K_i(z_i)$ – оқим модули.

Канал участкаларидаги сув олиш жойлари, сув оқими қуйидаги қонуниятлар билан ифодаланади:

Участкалар учун сув оқими қуйидагича ёзилади [2]: $q_i(x_i, t) = 0$ билан $i \neq 3, 5, 10$,

$$\begin{aligned} q_3(x_3, t) &= f_1(z_3(a_1, t), z_o(t), s_1(t))\delta(x_3 - a_1) \\ q_5(x_5, t) &= f_2(z_5(a_2, t), z_m(t), s_2(t))\delta(x_5 - a_2) \\ q_{10}(x_{10}, t) &= f_3(z_7(a_3, t), z_{mn}(t))s_3(t)\delta(x_{10} - a_3) \end{aligned} \quad (2)$$

бу ерда $\delta(x)$ — Диракнинг Делта функцияси;

z_{dr}, z_{uk}, z_{ukp} – ушбу каналларнинг бош қисмининг қуйи бефидаги сув оқимининг эркин юзасининг ординатлари; c_1, c_2, c_3 – каналларнинг бош қисмидаги иншоот тирқичларининг очилиш майдони юзаси; A_1, A_2, A_3 – канал участкасининг бошидан бош тузилмаларигача бўлган масофа.

(1) тенгламанинг характеристик шакли (3)- шаклга эга [3]

$$\begin{aligned} \frac{\partial Q_i}{\partial t} + (v_i \pm c_i) \frac{\partial Q_i}{\partial x_i} - B_i(v_i \mp c_i) \left[\frac{\partial z_i}{\partial t} + (v_i \pm c_i) \frac{\partial z_i}{\partial x_i} \right] = \\ = \left(\phi_i - \frac{Q_i |Q_i|}{K_i^2} \right) g \omega_i - (v_i \mp c_i) q_i, \end{aligned} \quad (3)$$

(1) дифференциал тенгламалар системасининг матрицали тенгламаларининг асосий системасини қуйидагича ифодалаймиз:

$$S_i \frac{\partial U_i}{\partial t} + \Lambda_i S_i \frac{\partial U_i}{\partial x_i} = F_i(U_i, K_i, t), \quad (4)$$

бу ерда

$$\begin{aligned} S_i &= \begin{bmatrix} 1 & -B_i(v_i + c_i) \\ 1 & -B_i(v_i - c_i) \end{bmatrix}, & U_i &= \begin{bmatrix} Q_i \\ z_i \end{bmatrix}, \\ \Lambda_i &= \begin{bmatrix} v_i - c_i & 0 \\ 0 & v_i + c_i \end{bmatrix}, & F_i &= -B_i i_i v_i^2 - g \omega_i \frac{Q_i |Q_i|}{K_i} - (v_i \mp c_i) q_i. \end{aligned} \quad (5)$$

(1) математик модел асосида объектнинг ҳолатини моделлаштиришда тенгламаларни ечиш соҳасини тавсифлаш учун бошланғич ва чегаравий шартлар қуйидагича белгиланади.

Бошланғич шартлар қуйидагича ёзилади [4]

$$\begin{aligned} Q_i(x_i, t_0) &= Q_{i0}(x_i), & z_i(x_i, t_0) &= z_{i0}(x_i) \\ 0 \leq x_i &\leq \ell_i, & k &= 1, \dots, 10, \end{aligned} \quad (6)$$

бу ерда i – участкасининг рақами, $Q_{i0}(x_i)$ ва $z_{i0}(x_i)$ – маълум функциялар; t_0 – вақтнинг бошланғич нуқтаси.

Натижалар ва уларнинг таҳлили. Масалани магистрал каналнинг битта участкаси мисолида кўриб чиқамиз.

Ўзгарувчан параметрлар вақт давомида доимий бўлиб қолиши шартига асосланиб, яъни (5) тенгламаларда хусусий ҳосилалар вақт бўйича нолга тенг ва каналнинг призматик эканлигини ҳисобга олсак, канал участкасида сувнинг беқарор ҳаракатланиши учун қуйидаги тенгламалар системасини оламиз:

$$\frac{dQ}{dx} = q, \quad (7)$$

$$\frac{dP}{dx} + \frac{d}{dx} \left(\frac{Q^2}{\omega} \right) = -g\omega \left(\frac{dz_0}{dx} + \frac{Q|Q|}{K^2} \right) + F, \quad (8)$$

Ён сув чиқариш иншоотлари ёки концентрацияланган ирмоқлар, оқимлар сифатида кўриб чиқилади, тақсимланган параметрга эга оқимларни шимилиш ва буғланиш йўқолишлари ҳисобга олинмайди.

Бошланғич шартлар сифатида канал участкаларининг охиридаги сув сарфи ва сув сатҳи қуйидагича аниқланади

$$Q(l) = Q_k, \quad h(l) = h_k. \quad (9)$$

Ён сув чиқариш жойларида жойлашган канал гидротехник иншоот тиркичидаги сув сатҳига тегишли чекловлар белгиланади, бу эса белгиланган сув сатҳини қуйидагича таъминлайди [5]

$$h(a_n) \geq h_{an}^*, \quad n = 1, \dots, N, \quad (10)$$

бу ерда h_{an}^* – сув чиқарилишида сув оқимини етказиб бериш учун зарур бўлган сув сатҳи қиймати.

$P(x, h)$ ва $\omega(x, h)$ функциялари x ва h ўзгарувчиларининг функциялари эканлигини ҳисобга олсак, иккинчи тенгламани қуйидагича ёзиш мумкин

$$\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial P}{\partial h} \frac{dh}{dx} + \frac{2Q\omega}{\omega^2} \frac{dQ}{dx} - \frac{Q^2 d\omega}{\omega^2 dx} = -g\omega \left(\frac{dz_0}{dx} + \frac{Q|Q|}{K^2} \right) + F, \quad (11)$$

Оддий алгебраик алмаштиришлардан сўнг ва (11) тенглама берилган ҳолда биз қуйидаги тенгламага эга бўламиз

$$\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial P}{\partial h} \frac{dh}{dx} + \frac{2Qq}{\omega} + \frac{Q^2}{\omega^2} \left(\frac{\partial \omega}{\partial x} + \frac{\partial \omega}{\partial h} \frac{dh}{dx} \right) = -g\omega \left(\frac{dz_0}{dx} + \frac{Q|Q|}{K^2} \right) + F, \quad (12)$$

Маълумки, каналдаги K сув сарфи q сув чуқурлиги $k, \omega, \frac{dz_0}{dx}$, канал участкасининг гидравлик параметрларидан аниқланади.

Хулоса. Ушбу тадқиқот ишида чизиқли бўлмаган дифференциал тенгламаларни тақрибий ечиш учун сонли усуллардан чекли айирмалар ва

квазичизиклаштириш усулларидан фойдаланилди. Шунингдек, айланма лопасли ва марказдан қочма насос агрегатлари ва гидротехника иншоотлари билан жиҳозланган насос станцияларини сув билан таъминлаш ва сув омборини мавсумий тартибга солиш, тўплаш ва ишга туширишнинг динамик жараёнларининг замонавий математик моделлари ишлаб чиқилган.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати.

1. Seytov A., Abdurakhmanov O., Kakhkhorov A., Abduraimov D. Modeling of two-dimensional unsteady water of movement in open channels. E3S Web of Conferences, 2024, 486, 01023
2. Aybek Seytov; Lyudmila Varlamova; Sayfiddin Bahromov; Yusup Qutlimuratov; Bakhadir Begilov; Seytimbetov Dauletyar. Optimal management of water resources of large main canals with cascades of pumping stations. AIP Conf. Proc. 3147, 030022 (2024). <https://doi.org/10.1063/5.0210523>
3. I.Makhmudov, A.Seytov, D.Jumamuratov, U.Sadiev, U.Jovliev. Mathematical Models Of Typical Elements Of Water Management Systems. Journal of Positive School Psychology 2022, Vol. 6, No. 6, 6871-6877 <http://journalppw.com>
4. Р Тураев, Д.Жумамуратов, М. Эсонтурдиев. Математическая модель динамических процессов на участках магистрального канала. Agro IIm/ 2022 йил 5-илова (84) 85-87 б. www.qxjurnal.uz
5. А.Сейтов, Д.Жумамуратов. ОПТИМАЛЬНЫЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ КРУПНЫХ МАГИСТРАЛЬНЫХ КАНАЛОВ С КАСКАДАМИ НАСОСНЫХ СТАНЦИИ. Journal of Advances in Engineering Technology Vol.3(15), July – September, 2024. 42-48 стр