

УО‘К: 627.8

<https://doi.org/10.70769/2181-4732.ITJ.2026-1.08>

MURAKKAB TOPOLOGIK RELEFGA EGA SUV OMBORINING MORFOLOGIK PARAMETRLARINI XISOBLASH USULI

Maxmudova Dilbar Ixomjon qizi - mustaqil tadqiqodchi, ORCID: 0009-0002-8998-2516,
E-mail: dilbarmaxmudova47@gmail.com

Irrigatsiya va suv muammolari ilmiy-tadqiqot instituti, Toshkent sh., O‘zbekiston

Annotatsiya. *Suv omborlari to‘g‘oni yoki dambalarida avariya (proran) bo‘lishi oqibatida katta suv massasining proran orqali siqilib harakati ro‘y berib, suv oqimi tezligi, uning damba va suv ombori kosasi tubiga dinamik ta‘siri keskin ortadi. Natijada proranni kengayishi va suv ombor kosasi relyefi konfiguratsiyasining katta deformatsiyasi yuz berib, suv ombor kosasi relyefi murakkab topologik shaklga keladi. Ro‘y bergan avariya holatlari bartaraf etilib, dambaning buzilgan (proran bo‘lgan) uchastkalari tiklanib, suv ombori ekspluatatsiyasi yo‘lga qo‘yilganidan so‘ng, suv omborda suv hajmini aniqlash, suv hisobini aniq yuritish bilan bog‘liq ilmiy-texnika masalalari vujudga keladi. Maqolada murakkab topologik relyefga ega suv ombori tubi relefining balandlik belgilarini aniqlash masalasini aniq obyekt misolida yechishimi amalga oshirilgan.*

Kalit so‘zlar: *suv ombori kosasi, morfologik va morfometrik parametrlar, o‘zan deformatsiyasi va transformatsiyasi, morfodinamik model, muallq va tub loyqa oqiziqqlar, o‘zandagi rifellar, mezo va makro shakllar.*

УДК: 627.8

МЕТОДИКА РАСЧЕТА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОДОХРАНИЛИЩА СО СЛОЖНЫМ ТОПОЛОГИЧЕСКИМ РЕЛЬЕФОМ

Махмудова Дилбар Илхомжон кизи - самостоятельный соискатель

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем, г. Ташкент, Узбекистан

Аннотация. *В результате аварии (проран) на плотине или дамбе водохранилища происходит сжатие и движение большой массы воды через проран, что резко увеличивает скорость потока воды и его динамическое воздействие на дно дамбы и чаши водохранилища. В результате происходит расширение прорана и большая деформация конфигурации рельефа чаши водохранилища, рельеф чаши водохранилища приобретает сложную топологическую форму. После устранения аварийных ситуаций, ликвидации поврежденных (проранных) участков плотины и налаживания эксплуатации водохранилища возникают научно-технические вопросы, связанные с определением объема воды в водохранилище и точным учетом воды. В статье реализовано решение задачи определения высотных отметок рельефа дна водохранилища со сложным топологическим рельефом на примере конкретного объекта.*

Ключевые слова: *чаши резервуара, морфологические и морфометрические параметры, деформация и преобразование устья, морфодинамическая модель, поверхностные и донные течения, устьевое рифелл, мезо и макро формы.*

UDC: 627.8

METHODOLOGY FOR CALCULATING MORPHOLOGICAL PARAMETERS OF RESERVOIRS WITH COMPLEX TOPOLOGICAL RELIEF

Makhmudova, Dilbar - independent researcher

Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems, Tashkent city, Uzbekistan

Abstract. *An accident (a breach) in a dam or reservoir dyke causes a large mass of water to be compressed and displaced through the breach, dramatically increasing the flow velocity and its dynamic impact on the dam bottom and reservoir basin. This results in the breach widening and significant deformation of the reservoir basin's relief, which takes on a complex topological shape.*

After emergency situations have been resolved, damaged (breached) sections of the dam have been repaired, and reservoir operations have been restored, scientific and technical issues related to determining the reservoir's water volume and accurately recording it arise. This article presents a solution to the problem of determining the elevation marks of a reservoir bottom with complex topography, using a specific facility as an example.

Key words: *reservoir bowl, morphological and morphometric parameters, deformation and transformation of the bed, morphodynamic model, surface and bottom currents, estuarine reef, meso and macroforms.*

Kirish

Tadqiqot obyekti sifatida Sirdaryo viloyatidagi Sardoba suv ombori tanlandi. 2020 yilda suv ombori dambasini buzilishi (proran) oqibatida ro'y bergan avariya bilan so'ng suv ombor kosasi tubi keskin deformatsiyalanib murakkab topologik relyef vujudga kelgan.

Hozirgi kunda Sardoba suv ombori ekspluatatsiya qili kelinmoqda. Biroq suv omborida yig'iladigan suv resruslari hajmini va suv hisobini yuritishda katta noaniqliklar mavjud. Ilmiy tadqiqotlar doirasida suv ombori kosasining suv egallagan va quruq qismida zamonaviy o'lchov asboblari yordamida eksperiment tadqiqotlari o'tkazildi. Eksperiment natijalari asosida suv ombori kosasi relyefi topologiyasining asosiy parametrlari aniqlandi. Jumladan, suv ombor kosasi relyefining balandlik belgilari aniqlandi [1,2,3].

Eksperimental tadqiqotlar natijalariga ko'ra, suv ombori kosasi relyefida makro va mezo shakllar kabi strukturali yacheykalar vujudga kelgan. Suv ombor kosasidagi murakkab deformatsiyalar tizimi, o'zanda vujudga kelgan yacheykalarni tuzulmasi, shakli va soni orqali aniqlanadi. Yacheykalar tuzilmasi murakkab topologiyaga ega bo'lib, qo'yidagi ierarxik qatorni tashkil etadi: dyunalar, lentasimon gryadlar, yopiq konturli mezo kosalar va h.k. Ilmiy adabiyotlarda o'zan shakllari yoki o'zanning morfologik turlari bilan bog'liq terminlarda va ularning klassifikatsiyasida bir qator noaniqliklar mavjud.

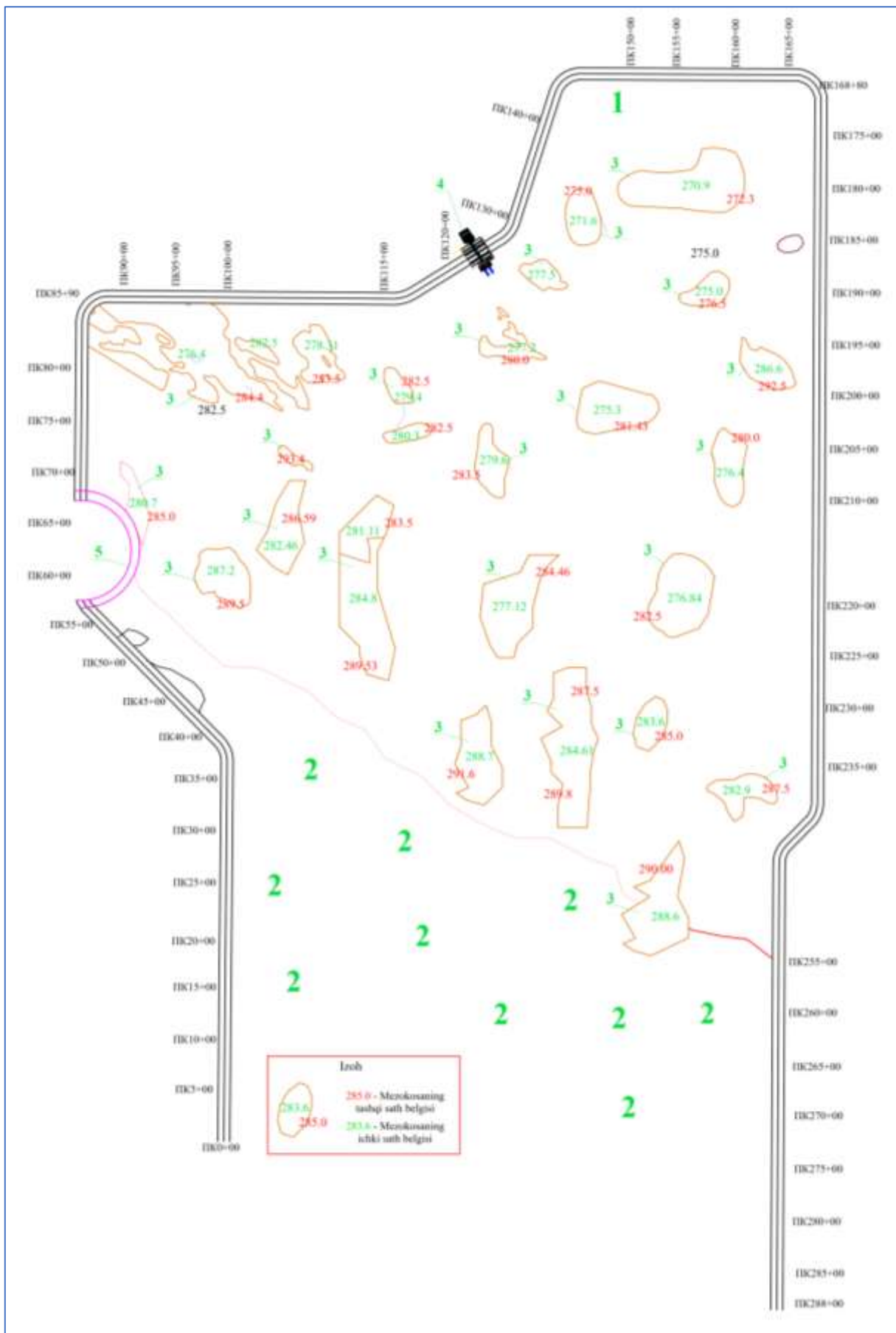
V.M.Loxtin, N.S.Lelevskiy, V.N.Goncharov, M.A.Velikanov, N.A.Mixaylov, N.Ye.Kondratov, N.I.Makkaveev, A.V.Karaushov, K.I.Rossinskiy, K.V.Grishanin, B.F.Snishenko, V.S.Borovkov ishlarida o'zan deformatsiya jarayonlari yaxshi o'rganilgan. Shu bilan bir qatorda daryo o'zanlari tubida vujudga keladigan turli topologiyadagi morfologik shakllar ularning shakllanishi, dinamikasi, jumladan mezo va mikro shakllar chegaralarini o'zgarishi yetarlicha tadqiq qilingan. Biroq suv omborlarida to'g'on yoki dambasini buzilishi oqibatida suv omborlari kosasi tubida vujudga keladigan yopiq konturli mezoshakllardagi kosalarni xajmi va ularning chegaralarini o'zgarishi bilan bog'liq ilmiy-tadqiqot masalalari yetarlicha o'rganilmagan [4,5,6].

Uslub va materiallar

Tadqiqot vazifalaridan kelib chiqqan holda suv ombori kosasi tubida shakllangan yopiq konturli mezo kosalar hajmini aniqlashni maqsad qilib olamiz. Chunki, suv ombor kosasi tubida shakllanadigan mezo kosalaridagi suv hajmini aniqlash, kuchli deformatsiyaga uchragan suv ombori kosasidagi suv resruslarini hajmini aniq hisoblash imkoniyatlarini yaratadi [7,8,9,10].

Amalga oshirilgan eksperimental tadqiqotlar natijalariga ko'ra Sardoba suv ombori kosasi tubida turli o'lchamdagi va topologiyaga ega ko'plab yopiq konturli mezokosalar vujudga kelgan (1-rasm).

Masala shartidan kelib chiqqan holda suv ombori tubida shakllangan yopiq konturli mezokosalarda yuqoridan suv qatlami va suv o'tkazmas sirtli mezokosada qandaydir xajmini ko'rib chiqamiz. Mezokosadagi suv gravitatsiya maydoni ta'sirida bo'lib, siqilmaydigan va ideal deb faraz qilamiz.



1-suv ombori chashasining suv egallagan qismi; 2-suv ombori chashasining quruq qismi;
 3- mazochashalar; 4-suv chiqarish inshooti; 5-dambaning avariya bo'lgan qismi (proran)
1-rasm. Suv ombor kosasi tubida shakllangan yopiq konturli mezokosalar spektri.

OXY Dekart koordinatalar tizimini shunday tanlaymizki, mezokosadagi suv satxida $z=0$ bo'lib, mezokosa tubida $z=-h(x)$ bo'lsin. U holda balans tenglamasini quyidagi ko'rinishda yozib olamiz:

$$\frac{Dv}{Dt} + \frac{D\phi}{Dx} = \Omega, \quad t > 0, \quad (1)$$

bu yerda:

$$v = \begin{pmatrix} H \\ Hv \end{pmatrix}, \quad \Phi(v) = \begin{pmatrix} Hv \\ Hv^2 + gH^2/2 \end{pmatrix}, \quad \Omega(u) = \begin{pmatrix} 0 \\ gHh_x \end{pmatrix}$$

t -vaqt, $v(x, t)$ –mezokosa sathidagi suv oqimining chuqurlik bo'yicha o'rtalashtirilgan tezlik vektorining gorizonttal komponenti;

$H = \eta + h$ -suv ombordagi suv massasi chuqurligi;

η – mezokosadagi suv xajmini chuqurligi;

h -suv ombori suv satxidan mezokosadagi suv satxigacha bo'lgan chuqurlik.

g – erkin tushish tezlanishi, $A(t)$ – mezokosaning yuqori chegarasidagi konturda ko'chish xususiyatiga ega nuqta.

(1) Tenglamani yechish uchun quyidagi boshlang'ich va chegaraviy shartlarni belgilab olamiz:

$$H(A(t), t) = 0, \quad t \geq 0, \quad (2)$$

$$\begin{cases} H(x, 0) = H_0(x) \\ v(x, 0) = v_0(x) \\ A_0 = A_0(0) \end{cases}, \quad x \geq A_0 \quad (3)$$

A_0 - nuqtaning boshlang'ich holati.

Tadqiqot natijalari

Masala shartiga ko'ra $A(t)$ holatini aniqlashimiz kerak bo'ladi.

Hisoblash ishlarini soddalashtirish maqsadida (1) tenglamani nodivergent shaklida yozamiz:

$$v_t + Bv_x = \Omega, \quad (4)$$

bu yerda $B = \frac{D\phi}{Dv}$ - Yakobi matritsasi

Yakobi matritsasining xos qiymatlari $\mu_{1,2}$ qkyidagi ifodalar yordamida topiladi:

$$\mu_1 = v - \sqrt{gH}, \quad \mu_2 = v + \sqrt{gH} \quad (5)$$

$x > A(t)$ holda $H(x, t) > 0$ - suv hajmining to'liq musbat bo'lib, $\mu_1 \neq \mu_2$ bo'ladi va (4) tenglama giperbolik turga mansub bo'ladi. U holda (1) tenglamalar tuzilishi quyidagi qo'rinishga keltirib olamiz:

$$\begin{cases} \frac{DH}{Dt} + v \frac{DH}{Dx} + H \frac{Dv}{Dx} = 0, \\ \frac{Dv}{Dt} + v \frac{Dv}{Dx} + g \frac{Dh}{Dx} = g\phi(x) \end{cases} \quad (6)$$

$t = t_0$ ixtiyoriy vaqt momentida quyidagi boshlang'ich shartlar bilan Koshi masalasini shakllantirib olamiz:

$$\begin{cases} H(x, t_0) = H_0(x), \\ v(x, t_0) = v_0(x), \end{cases} \quad (7)$$

bu yerda $\phi(x) = h'(x)$, xususiy holda mezokosa sirtida quyidagi funksiyaga ega bo'lamiz:

$$y = -h(x) = -B|x - A_0|, \quad (8)$$

bu yerda A_0 mezokosa tubidagi nuqta.

$t = t_0$ da $\phi(x) = B = const > 0$ bo'ladi.

(7) boshlang'ich shartlardan kelib chiqib, qo'yidagi holni qo'rib chiqamiz. Ya'ni:

$H'_0(A_0) \neq 0$ – suv ombor kosasining suv ostidagi qismi uchun masalani ko'rib chiqamiz.

$v_0(x), H_0(x)$ va $\phi(x)$ larni o'lchovsiz analitik funksiyalar deb faraz kilamiz. U holda [8] ga qo'ra (6) va (7) tenglamalar tizimi quyidagi ko'rinishdagi o'lchovsiz analitik yechimga ega bo'ladi:

$$D(x, t) = x_{k=0}^{\infty} D_k(x) \frac{(t-t_0)^k}{k!}, \quad D=(H,v) \quad (9)$$

(7) boshlang'ich shartlar asosida (9) ifodani koeffitsiyentlarini topib olamiz:

$$D_0(x) = H_0(x), v_0(x)$$

Agarda $t=t_0$ bo'lsa, (6) tenglamalar tizimidan quyidagi o'lchovsiz ifodalarga ega bo'lamiz:

$$\begin{cases} H_1(x) = -H_0 v_0 - H_0 v_0' \\ v_1(x) = g\phi - gH_0 - v_0 v_0' \end{cases} \quad (10)$$

Muhokama

(6) tenglamalar tizimini t bo'yicha differensiallab, hamda (10) tenglamalardagi H_1 va $v_1(x)$ yechimlarni e'tiborga oladigan bo'lsak, keyingi integratsiyalar uchun quyidagi ifodalarga ega bo'lamiz:

$$\begin{cases} H_2(x) = -H_2 v_1 - H_0 v_1' - H_1 - H_1 v_0', \\ v_2(x) = -gH_1' - v_0' v_1 - v_1' v_0 \\ H_{k+1}(x) = - \sum_{n=0}^k S_k^n (H_n v_{k-n} + H_n v_{k-1}'), \\ v_{k+1}(x) = -gH_k' - \sum_{n=0}^k S_k^n v_1' v_{k-n} \end{cases} \quad (11)$$

Demak (6) va (7) Koshi masalasi yaqinlashuvchi qator ko'rinishida qurildi. (9) yechim mavjudligidan kelib chiqib, chegaraviy shartni quyidagi ko'rinishda yozib olamiz:

$$H(A(t), t) = 0 \quad (12)$$

U holda quyidagi ayniyatga ega bo'lamiz

$$H_0(A(t)) + H_1(A(t)) + H_2(A(t)) \frac{(t-t_0)^2}{2} + \dots + H_k(A(t)) \frac{(t-t_0)^k}{k!} \dots = 0 \quad (13)$$

$H_0'(A_0) \neq 0$ ekanligini e'tiborga oladigan bo'lsak, u holda noaniq funksiya teoremasiga asosan (A_0, t_0) nuqtadan o'tuvchi yagona $x=A(t)$ lokal-analitik funksiya mavjud bo'ladi. Ushbu funktsiyani topib olamiz. Buning uchun $A(t)$ nuqtani ko'chish konuniyatini qator ko'rinishida izlaymiz:

$$A(t) = A_0 + A_{01}(t-t_0) + A_{02} \frac{(t-t_0)^2}{2} + \dots + A_{0k} \frac{(t-t_0)^k}{k!} \quad (14)$$

(14) Qatordagi A_{01} koeffitsientni topish uchun (13) ayniyatni t bo'yicha differensiallaymiz:

$$H_0'(A(t))A'(t) + H_1(A(t)) + H_1'(A(t))A'(t)(t-t_0) + H_2(A(t))(t-t_0) + \dots + H_k(A(t)) \frac{(t-t_0)^{k-1}}{(k-1)!} + \dots = 0 \quad (15)$$

(15) ko'p hadda $t=t_0$ ni e'tiborga oladigan bo'lsak quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$H_0'(A_0)A_{01} + H_1(A_0) = 0$ bu ifodadan qo'yidagi ifodaga ega bo'lamiz:

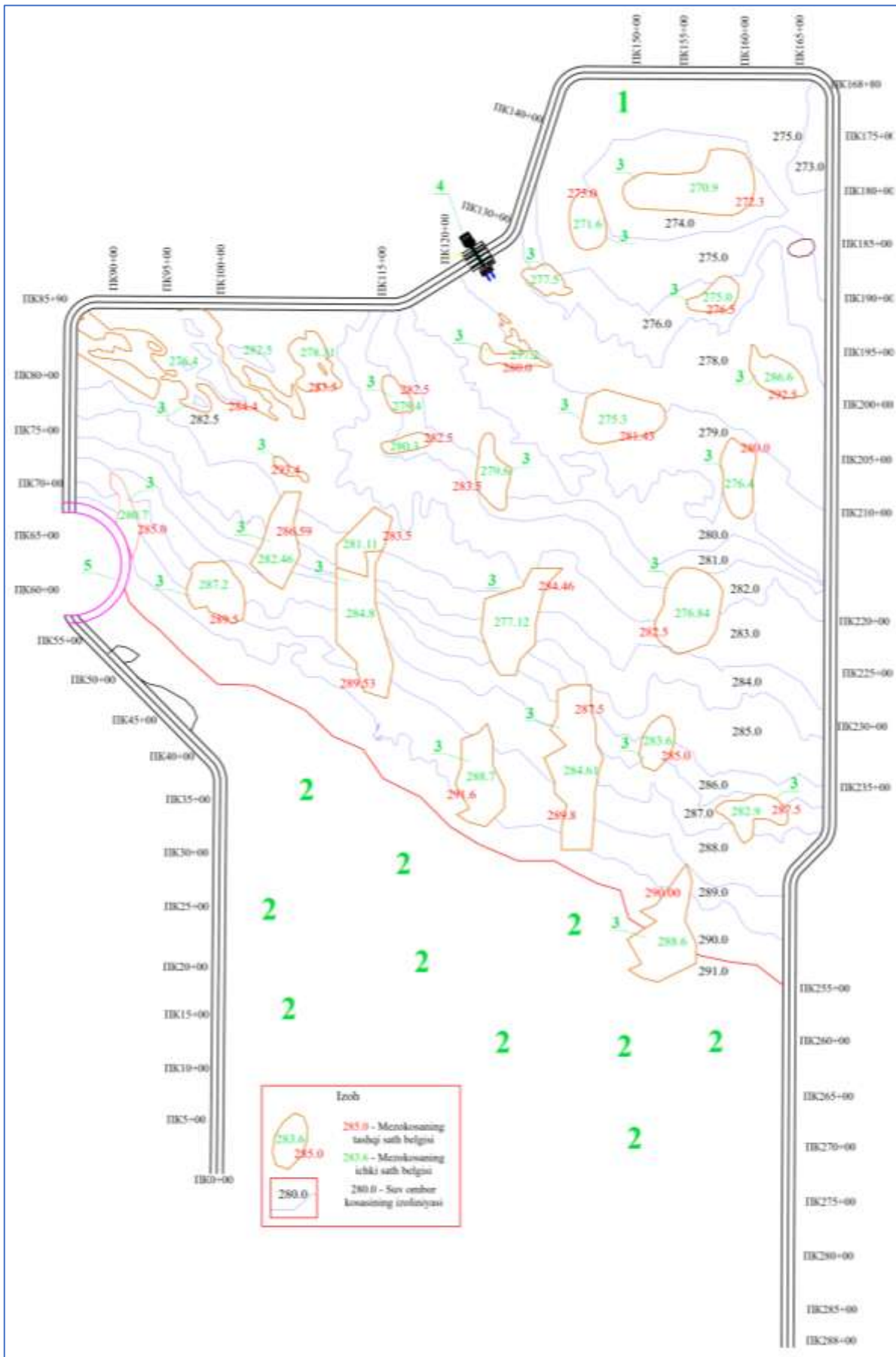
$$A_{01} = - \frac{H_1(A_0)}{H_0'(A_0)} \quad (16)$$

Endi (15) qatorni t bo'yicha differensiallab va $t=t_0$ deb olib, quyidagi koeffitsiyentni topib olamiz:

$$A_{02} = - \frac{1}{H_0'(A_0)} [H_2(A_0) + 2H_1'(A_0)A_{01} + H_0''(A_0)A_{01}^2] \quad (17)$$

(14) tenglamadagi qolgan koeffitsiyentlarni topib olish uchun (13) ayniyatni k marta differensialli $t=t_0$ ni e'tiborga olamiz. Natijada quyidagi yechimlarga ega bo'lamiz:

$$\begin{aligned} A_{03} &= - \frac{1}{H_0'(A_0)} [H_3(A_0) + 3(H_1'A_{02} + H_1'A_{01}) + 3(H_0''A_{01}A_{02} + H_1''A_{01}^2 + H_0'''A_{01}^3)], \\ A_{0k} &= - \frac{1'''}{H_0'(A_0)} [H_k(A_0) + E_k] \end{aligned} \quad (18)$$



1-suv ombori chashasining suv egallagan qismi; 2-suv ombori chashasining quruq qismi; 3- mazochashalar; 4-suv chiqarish inshooti; 5-dambaning avariya bo'lgan qismi (proran).

2-rasm. Suv ombori tubida shakllangan mezochashalar.

Xulosa

Ilmiy-tadqiqot ishlari doirasida suv omborlarida to'g'on yoki dambasini buzilishi oqibatida suv omborlari kosasi tubida vujudga keladigan yopiq konturli mezoshakllardagi suv xajmi va ularning chegaralarini hisoblash usuli takomillashtirildi. Tadqiqot ob'ekti parametrlari asosida (16), (17) va (18) tenglamalar yechildi. Tenglamalarni sonli yechimi natijalari naturada o'tkazilgan o'lchov natijalari bilan taqqoslandi. Natijalarni taqqoslash asosida suv ombori relefining raqamli modeli ishlab chiqildi (2-rasm).

Adabiyotlar

- [1] I. Makhmudov, J. Narziev, U. Jovliev, B. Ulugbekov, Sh. Ustemirov, O. Sayliev. "Hydraulic model of non-stationary filtration of an earth dark body"//. Journal of Engineering and Technology (JET) ISSN(P):2250-2394; Aug 11, 2022; Paper Id: JETDEC20225. <http://journalppw.com>. SJR 0.54
- [2] I.E.Makhmudov, M.K.Aliev, D.E.Makhmudova, Sh.M.Musaev, M.M.Rustamova, B.I.Boboyorov. Development Of A High-Performance Technology For Mixing Ozone With Water For The Preparation Of Drinking Water From The Reservoir// Journal of Positive School Psychology. Vol. 6, No. 5, 2921-2925. <http://journalppw.com>. SJR 0.54
- [3] Maxmudov I.E., Narziev J.J., Ulugbekov B.B., Ustemirov Sh.R., Toxirov I.H. "Otsenka bezopasnosti i nadejnosti plotin vodoxranilish"// Nauchnyy jurnal: «Universum: texnicheskie nauki». Выпуск: 3 (108) chast 2. Moskva 2023 – s. 5-6. (02.00.00; №1)
- [4] Maxmudov I.E., Narziev J.J., Ulugbekov B.B., Ustemirov Sh.R., Rajabov A.X., "Issledovaniya nadejnosti vodoxranilishnykh sooruzheniy" // «Me'morchilik va qurilish muammolari» ilmiy texnik jurnal – Samarqand: SamDAQI, - 2023 №1 (2-qism) s. 24-26. (05.00.00; №14)
- [5] Ne'matov D. B., Suv omborlarining ish rejimi va suv balansini aniqlashda ilmiy texnik naturaviy tadqiqotlar// Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya globallashuv davrida fan, ta'lim va ishlab chiqarishning o'zaro hamkorligi masalalari. Jizzax 04.2024 B. 1033-1035.
- [6] Ne'matov D., Narziev J., Ulugbekov B., Ustemirov Sh. "Qorasuv suv ombori texnik holatining tahlili"// Globallashuv davrida fan, ta'lim va ishlab chiqarishning o'zaro hamkorligi masalalari xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya (II - Jild) Jizzax-2024. B. 1036-1040
- [7] Maxmudov I.E., Narziev J.J., Toxirov I.H., Ulugbekov B.B., Ustemirov Sh.R., Omondulloxonov F. "Suv ombori to'g'oni va undagi gidrotexnika inshootlaridan ishonchli va xavfsiz foydalanish bo'yicha ilmiy asoslangan me'yorlar"// «Ilm-Fan va ishlab chiqarish integratsiyasi: muammo va yechimlari-2023» mavzusida xalqaro ilm.-amal. anjuman – Namangan: NamMTI, 1-tom. - 2023. – b. 41-43
- [8] Maxmudov I.E., Narziev J.J., Ulugbekov B.B., Ustemirov Sh.R., Omondulloxonov F. "Suv omborlari foydali hajmini aniqlash va samarali foydalanishni tashkil etish"// «Zamonaviy innovatsion tadqiqotlarning dolzarb muammolarining yechimlari va istiqbollari» mavzusida ilm.-tex. anjuman – Jizzax: O'zMu Jizzax filliali, 1-qism. - 2023. – B. 340-345
- [9] Padala Raja Shekar, Aneesh Mathew, Morphometric analysis of watersheds: A comprehensive review of data sources, quality, and geospatial techniques, Watershed Ecology and the Environment, Volume 6, 2024, Pages 13-25, ISSN 2589-4714, <https://doi.org/10.1016/j.wsee.2023.12.001>.
- [10] Petts, Geoff & Gurnell, Angela. (2013). Hydrogeomorphic Effects of Reservoirs, Dams, and Diversions. Treatise on Geomorphology. 13. 96-114. 10.1016/B978-0-12-374739-6.00345-6.