BETON KANALLARDA SUV SATHI ENI BO‘YICHA TEZLIK TAQSIMOTINING EKSPERIMENTAL TADQIQOTI

Maqsud Otaxonov
Smart Solution System MCHJ
Dinislam Atakulov
Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti Milliy tadqiqot universiteti
Davronjon Allayorov
Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti Milliy tadqiqot universiteti
Toshkent davlat transport universiteti
Durdona Abdurahimova
Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti Milliy tadqiqot universiteti
Ilhomjon Zokirov
Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti Milliy tadqiqot universiteti
E-mail: ilhomjonzokirov1@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur tadqiqot to‘g‘ri to‘rtburchakli beton qoplamali irrigatsiya kanallarida suv sathi eni bo‘yicha tezlik taqsimotining eksperimental o‘rganilishiga bag‘ishlangan. “Smart Solution System” MCHJ laboratoriyasida maxsus qurilgan K–2 kanalida suv sathidan 0,1 m chuqurlikda 9 ta vertikal nuqtada tezlik o‘lchovlari gidrometrik vertushka (CM–32) yordamida amalga oshirildi. O‘lchov natijalari va gidravlik hisob ishlariga ko‘ra, Reynolds soni $Re = 5.32 \times 10^5$ qiymatni tashkil etib, oqimning to‘liq turbulent rejimda kechayotganini ko‘rsatdi. Kanal markazidagi tezlik qiymatlari 0.47 m/s atrofida bo‘lib, qirg‘oqqa yaqinlashgan sari 0.35 m/s gacha kamaygan; bu esa 15–20 % farqni tashkil etdi. Natijalar oqimning lateral taqsimoti logarifmik qonun asosida shakllanishini, biroq qirg‘oqdagi tezlik nolga teng emasligini ko‘rsatdi. Shuningdek, amaliy ma’lumotlar asosida qirg‘oqdagi tezlikni inobatga oluvchi parabolik empirik formula ishlab chiqildi. Taklif etilgan yondashuv beton kanallarda suv sarfini aniqlash aniqligini oshirib, gidravlik samaradorlikni baholash va suv resurslarini raqamli boshqaruv tizimlariga integratsiya qilishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: Reynolds soni, beton kanal, suv sathi eni bo‘yicha tezlik taqsimoti, gidravlik parametrlar, gidrometrik vertushka, eksperimental o‘lchovlar, oqim harakat rejimi, logarifmik qonun.

Аннотация: Настоящее исследование посвящено экспериментальному изучению распределения скорости потока по ширине водной поверхности в прямоугольных бетонных оросительных каналах. Эксперименты

ISSN 3030-3907

проводились в лаборатории ООО «Smart Solution System» на специально построенном канале К–2. Измерения скорости выполнялись гидрометрической вертушкой (СМ–32) на глубине 0,1 м от водной поверхности в девяти вертикальных точках. По результатам измерений и гидравлических расчетов число Рейнольдса составило $Re = 5.32 \times 10^5$, что свидетельствует о полностью турбулентном режиме течения. В центральной части канала скорость составляла около 0.47 м/с, а у берегов снижалась до 0.35 м/с, что соответствует разнице в 15–20 %. Полученные результаты показали, что поперечное распределение скорости подчиняется логарифмическому закону, однако скорость у берегов не равна нулю. На основе экспериментальных данных была предложена параболическая эмпирическая формула, учитывающая ненулевую скорость у стенок канала. Разработанный подход позволяет повысить точность определения расхода воды, оценить гидравлическую эффективность и интегрировать полученные данные в цифровые системы управления водными ресурсами.

Ключевые слова: Число Рейнольдса, бетонный канал, распределение скорости по ширине водной поверхности, гидравлические параметры, гидрометрическая вертушка, экспериментальные измерения, режим течения, логарифмический закон.

Abstract: This study focuses on the experimental investigation of velocity distribution along the water surface width in rectangular concrete-lined irrigation canals. The experiments were carried out in the laboratory of “Smart Solution System” LLC using a specially constructed K–2 channel. Flow velocity was measured with a hydrometric current meter (CM–32) at nine vertical points located 0.1 m below the water surface. According to the measurement results and hydraulic calculations, the Reynolds number was found to be $Re = 5.32 \times 10^5$, indicating a fully turbulent flow regime. The velocity at the center of the channel averaged 0.47 m/s, decreasing towards the banks to 0.35 m/s, resulting in a 15–20% difference. The results revealed that the lateral velocity distribution follows the logarithmic law, although the near-bank velocity is not equal to zero. Based on the experimental data, a parabolic empirical formula was proposed to account for the non-zero velocity near the channel boundaries. The developed approach enhances the accuracy of discharge estimation, improves the assessment of hydraulic efficiency, and supports the integration of flow monitoring into digital water management systems.

Keywords: Reynolds number, concrete canal, velocity distribution along the water surface width, hydraulic parameters, hydrometric current meter, experimental measurements, flow regime, logarithmic law.

Kirish.

ISSN 3030-3907

O‘zbekiston suv resurslarining atigi 20 foizi mamlakat hududida shakllanadi, qolgan asosiy qismi esa qo‘shni davlatlardan kirib keladi. Shu sababli, suv ta’minoti tizimi transchegaraviy daryolarga bevosita bog‘liq bo‘lib, bu holat iqlim o‘zgarishi sharoitida yanada dolzarb muammoga aylanmoqda. So‘nggi yillarda daryo oqimlari hajmi kamayib, 2030-yilga borib suv tanqisligi 15 milliard m^3 ga yetishi prognoz qilinmoqda [1]. Shu bilan birga, betonlanmagan irrigatsiya tarmoqlarida har yili o‘rtacha 14 milliard m^3 (36%) suv isrof bo‘lmoqda, eng katta yo‘qotishlar Qoraqalpog‘iston, Namangan, Xorazm, Navoiy va Buxoro viloyatlarida kuzatilmoqda. Ayniqsa, kanallarning quyi qismida joylashgan 175 ming gektar ekin maydonlarida suv ta’minoti juda og‘ir ahvolda [2]. Mazkur holatni bartaraf etish maqsadida, Prezidentimiz tashabbusi bilan 2024-yil “Suv xo‘jaligida kanallarni betonlash bo‘yicha zarbdor yil” deb e’lon qilinib, 215 ta obyektda rekonstruksiya ishlari olib borilmoqda. Shu orqali 816,6 km kanal, 81 km lotok, 59 ta gidrotexnika inshooti va 6,8 million m^3 hajmdagi suv omborlarini barpo etish rejalashtirilgan [3]. Kanallarni betonlashtirish suv yo‘qotishlarini kamaytirish bilan birga, suv resurslarini raqamlashtirish va suv sarfini nazorat qilish tizimlarini joriy etish imkonini beradi. Bunda oqim tezligining eni bo‘yicha (lateral) va chuqurlik bo‘yicha (vertikal) taqsimotini aniqlash suv sarfi va gidravlik samaradorlikni baholashda asosiy rol o‘ynaydi [4,5]. So‘nggi yillarda xalqaro miqyosda oqim tezligi taqsimotini o‘rganish bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlar amalga oshirilgan. Khuntia va hammualliflar (2018) ochiq kanallarda chuqurlik bo‘yicha o‘rtacha tezlikni aniqlashda ko‘p o‘zgaruvchili regressiya modellari asosida yangi yondashuvni taklif etib, $R^2 = 0.97–0.99$ aniqlikda lateral va vertikal tezliklarni aniqlashga muvaffaq bo‘lishdi [6]. Ushbu tadqiqotda trapetsiya va to‘g‘ri to‘rtburchak shaklidagi kanallarda SonTek ADV asbobi yordamida o‘lchovlar olib borilgan va tezlikning lateral taqsimoti quvvat qonuniga, chuqurlik bo‘yicha taqsimoti esa logarifmik qonunga bo‘ysunishi isbotlangan. Shuningdek, Muhammad Mujahid Muhammad va boshqalar (2016) tomonidan o‘tkazilgan tadqiqotda tabiiy o‘t bilan qoplangan kanalda tezlik taqsimoti vegetatsiya zichligi va suv chuqurligiga bevosita bog‘liq ekani aniqlangan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, oqim tezligi 0.15 m chuqurlikda eng yuqori qiymatga ega bo‘lib, chuqurlik ortgan sari tezlik kamaygani kuzatilgan. Bu esa kanal sirtidagi g‘ovaklik, o‘simlik zichligi va gidravlik qo‘pol sirtning oqimga ta’sirini yaqqol ifodalaydi [7].

Ushbu xalqaro tajribalar shuni ko‘rsatadiki, oqim tezlik taqsimoti — kanal qoplamasining materialiga, oqim rejimiga va gidravlik parametrlariga bevosita bog‘liq. Shu boisdan, O‘zbekiston sharoitida — iqlim o‘zgarishi kuchayib borayotgan, suv yo‘qotishlari yuqori bo‘lgan hududlarda — beton qoplamali irrigatsiya kanallarida tezlik taqsimotini eksperimental o‘lchovlar orqali o‘rganish dolzarb ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

ISSN 3030-3907

Mazkur tadqiqot beton qoplamali irrigatsiya kanallarida suv sathi eni bo‘yicha tezlik taqsimotini aniqlash, gidravlik parametrlarni baholash va oqimning harakat rejimini tahlil qilish orqali suv resurslaridan samarali foydalanish hamda ularni raqamli boshqaruv tizimlariga integratsiya qilish imkoniyatlarini aniqlashga qaratilgan.

Tadqiqot obyekti. Olib borilgan tadqiqot ishlari “Smart Solution System” MCHJning “Gidravlika va gidrometriya” laboratoriyasida o‘tkazildi. Tajriba ob’ekti sifatida laboratoriya sharoitida maxsus qurilgan K-2 beton kanali tanlandi (1-rasm). Ushbu kanal gidravlik tajribalar o‘tkazish uchun mo‘ljallangan bo‘lib, oqim parametrlarini doimiy nazorat qilish imkonini beradi. K-2 kanalining asosiy geometrik o‘lchamlari quyidagicha: qurilish chuqurligi – h_q = 1.02 m, eni – b = 2.50 m, suv sathi balandligi – h = 0.43 m. Kanalning tubi va devorlari beton qoplama bilan mustahkamlangan bo‘lib, silliq yuzalarning saqlanishi tajriba davomida gidravlik sharoitlarning barqarorligini ta’minladi.



1-rasm. “Smart Solution System” MCHJ laboratoriyasidagi K-2 kanalining sxematik ko‘rinishi

O‘lchov metodikasi. Tadqiqotning asosiy maqsadi eksperimental o‘lchovlar asosida suv sathi eni bo‘ylab tezlik taqsimotini baholashdan iborat. Tadqiqotlar davomida oqim parametrlarini aniqlashda “Aquadata” kompaniyasining universal current meter (CM-32) gidrometrik vertushkasi va z-07 elektron hisoblagichidan foydalanildi (2-rasm). Ushbu qurilma ochiq kanallar, daryolar, soylar, irmoqlar, bosimli quvurlar, ko‘llar va hatto dengiz muhitlarida suv oqimining tezligini aniqlash uchun mo‘ljallangan. CM-32 vertushkasi ko‘p yillik amaliy tajribalar

ISSN 3030-3907

asosida sinovdan o‘tgan bo‘lib, turli gidravlik sharoitlarda ishonchli natijalar beradi.

Qurilmaning asosiy korpusi yuqori sifatli zanglamaydigan xrom po‘latdan tayyorlangan. Uning ichki qismi moy bilan to‘ldirilgan bo‘lib, propeller ikki sharikli podshipnikda aylanadi. Moyli muhit va kapillyar muhr suv kirishining oldini oladi hamda qurilmaning uzoq muddatli ishlashini ta’minlaydi. Vertushka qanoti har bir aylanishda Reed kontakt orqali impuls hosil qiladi, bu impulslar 3 metrli zanglamaydigan po‘lat kabel orqali Z-07 elektron hisoblagichga uzatiladi [8].

Z-07 hisoblagich har bir impulsni qabul qilib, oldindan kiritilgan kalibrlash natijalari asosida oqim tezligini avtomatik tarzda hisoblaydi. Qurilma 20 tagacha kalibrlash tenglamasini xotirada saqlay oladi va natijani sm/s ko‘rinishida ham aks ettiradi. Oqim tezligini aniqlash uchun quyidagi kalibrlash tenglamasidan foydalanildi:

$$u = k \cdot n + \Delta \qquad (1)$$

bu yerda:

u— oqim tezligi (m/s),

n— propellerning aylanishlar soni (s^{-1}),

k— propellerning gidravlik pitch koeffitsienti (m),

Δ— qurilmaning tuzatish koeffitsienti (m/s).

Qurilmaning ish diapazoni 0.025 m/s dan 12.0 m/s gacha bo‘lib, kichik tezlikli va o‘rta tezlikli oqimlarni aniq o‘lchash imkonini beradi.





a) Universal current meter (CM-32) **b) Z-07 elektron hisoblagich**

2-rasm.Oqim tezligini o‘lchash qurilmalari majmuasi

Tajriba davomida o‘lchovlar suv sathi yuzasidan 10 sm pastda, kanal eni bo‘yicha 9 ta vertikal nuqtada bajarildi. Har bir vertikal bo‘yicha o‘lchangan tezliklarning o‘rtacha qiymatlari hisoblab chiqildi. Ushbu ma’lumotlar asosida suv sathi bo‘yicha gorizontal tezlik taqsimoti grafigi tuzildi.

ISSN 3030-3907

Oqimning turini aniqlash maqsadida Reynolds soni (Re) hisoblab chiqildi[9-11]. Reynolds soni oqimdagi inertsiya kuchlarining yopishqoqlik kuchlariga nisbati bo‘lib, u quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi:

$$R_e = \frac{4\vartheta R}{\nu} \qquad (2)$$

bu yerda:

ϑ— oqimning o‘rtacha tezligi (m/s),

$R -$ gidravlik radius (m),

ν— suvning kinematik yopishqoqlik koeffitsienti (m²/s).

Reynolds soni oqimning gidravlik rejimini belgilovchi asosiy mezonlardan biridir[12-16]. Kanallarda oqim harakati odatda uchta rejimda namoyon bo‘ladi:

- agar $Re < 500$ bo‘lsa — laminar oqim,
- agar $Re > 500$ bo‘lsa — turbulent oqim.

Ochiq kanallarda turbulent oqimlarning gorizontal yo‘nalishdagi tezlik taqsimoti ham logarifmik qonuniyat asosida aniqlanishi mumkin [16-21]. Bu holda oqim tezligining suv sathi eni bo‘yicha o‘zgarishi quyidagi matematik ifoda bilan tavsiflanadi:

$$u(b_i) = \frac{u_*}{k} \ln\left(\frac{b_i}{z_0}\right) \qquad (3)$$

bu yerda:

$u(b_i)$ –kanal suv sathi eni b_i nuqtasida o‘lchangan tezlik (m/s);

$u_* -$ kesuvchi tezlik, (m/s);

$k \approx 0.41 -$ von Karman doimiysi;

$z_0 -$ qo‘pol sirt balandligi (m).

Natijalar. (2)-formulaga muvofiq bajarilgan hisoblashlar natijasida kanal bo‘yicha oqimning Reynolds soni $Re = 5.32 \times 10^5$ qiymatni oldi. Ushbu qiymat kritik chegaraviy qiymatdan ($Re \approx 4000$) bir necha barobar katta bo‘lib, oqimning to‘liq turbulent rejimda kechayotganini ko‘rsatadi.

Shuningdek, olib borilgan tadqiqot obyekti — K–2 kanalida suv sathi eni bo‘yicha tezlik taqsimoti aniqlandi. O‘lchov natijalarining aniqligini oshirish maqsadida kanalning suv sathidan 10 sm pastda, suv sathi eni bo‘yicha bir necha marotaba tezlik o‘lchovlari gidrometrik vertushka (CM–32) yordamida amalga oshirildi (1-jadval).

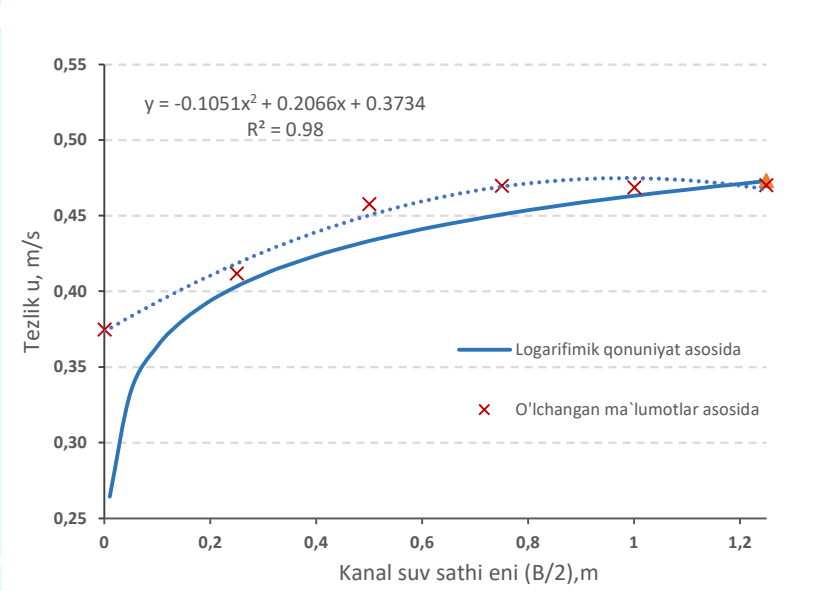
ISSN 3030-3907

1-jadval

K-2 kanalida suv sathidan 10 sm chuqurlikda vertikal bo‘yicha o‘lchangan oqim tezliklari

Vertikallar	1-o‘lchovdagi tezlik, m/s	2-o‘lchovdagi tezlik, m/s	3-o‘lchovdagi tezlik, m/s	O‘rtacha tezlik, m/s
1	0.41	0.40	0.42	0.41
2	0.46	0.47	0.44	0.46
3	0.47	0.47	0.47	0.47
4	0.47	0.47	0.47	0.47
5	0.47	0.46	0.47	0.47
6	0.45	0.44	0.45	0.45
7	0.43	0.44	0.43	0.43
8	0.38	0.37	0.37	0.37
9	0.35	0.34	0.36	0.35

Tahlil. O‘lchangan va nazariy hisoblangan qiymatlar natijalari asosida suv sathidagi tezlik taqsimotini ko‘rsatuvchi grafik qurildi(1-grafik). Mazkur grafikdagi qiymatlar kanalning chap qirg‘og‘idan markazigacha bo’lgan yuzasidan 0,1 m chuqurlikdagi tezliklarni tashkil etadi.



1-grafik. K-2 kanali suv sathji eni bo‘yicha tezlik taqsimoti

Tahlil natijalariga ko’ra, naturadagi tezliklar nazriy hisoblangan tezliklardan farq qilishini ko’rsatdi. Kanal markazidagi tezlik qiymatlari o’zaro yaqin, ammo

ISSN 3030-3907

qirg'oqqa yaqinlashgan sari tafovut ortib bormoqda. Tezliklar orasidagi farq 15-20 % ni tashkil etmoqda.

Aksriyat tezlik taqsimotini hisoblash formulalarida qirg'oqda yoki kanal tubida tezlik qiymati o ga teng deb olinadi. Ammo tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, kanal qirg'og'ida tezlik qiymati mavjud ekan. Naturada o'lchangan ma'lumotlar matematika va statistika uslublarida tahlil etildi va quyidagi parobolik bog'lanish olindi.

$$u = ab_i^2 + \mathrm{b}b_i + \mathrm{c}$$

Bu yerda a va b parabola parametri hisoblanadi, c qirg'oqdagi tezlik qiymatini inobatga oluvchi had hisoblanadi.

Xulosa. Olib borilgan tadqiqotimizda, to‘g‘ri to‘rtburchak shaklidagi beton kanalda, suv sathidan 0,1 m chuqurlikdagi tezlik taqsimoti baholandi. Gidrometrik vertushka yordamida 9 ta nuqtada tezliklar aniqlandi. Aynan ushbu nuqtalardagi tezliklar tavsiya etilgan nazariy formula yordamida aniqlandi. Aniqlangan ma'lumotlar asosida, suv sathi eni bo‘yicha tezlik taqsimoti grafigi qurildi. Natijada, o‘lchangan qiymatlar va nazariy hisoblangan qiymatlar o'rtasida tafovut borligi aniqlandi. Unga ko‘ra, kanal markazidagi tezliklar bir-biriga juda yaqin, ammo qirg‘oqqa yaqinlashgan sari tafovut ortib borishi kuzatildi. Albatta buning boisi oqimda turbulent harakatning mavjudligidir. Aksariyat nazariy formulalarda qirg‘oqdagi tezlik qiymati 0 ni tashkil etadi. Ammo naturada qirg‘oqda ham sezilarli darajada suv oqimining tezligi mavjud. Bu albatta kanalning shakliga va boshqa gidravlik parametrlarga bog‘liq bo'ladi. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida qirg‘oqdagi tezlikni inobatga oluvchi emperik formula ishlab chiqildi. Bundan shuni hulosa qilish mumkinki, suv sathi eni bo‘yicha tezlik taqsimotini nazariy hisoblash uchun alohida formulalar ishlab chiqish zarurati yuzaga keladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan, National Water Strategy of Uzbekistan for 2021–2030 (Ministry of Water Resources, Tashkent, 2024).

2. Asian Development Bank (ADB), Climate Change and Disaster Risk Management (2025).

3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori, 25.12.2024 yildagi PQ-455-son. https://lex.uz/uz/docs/-7283107

4. Tang, X. (2019) Lateral Shear Layer and Its Velocity Dis tribution of Flow in Rectangular Open Channels. Journal of Applied Mathematics and Physics, 7, 829-840. https://doi.org/10.4236/jamp.2019.74056

5. Otaxonov M. Y., Babajanov, F. K., Allayorov D. S., & Zokirov, I. B. (2025). Beton qoplamali to‘g‘ri to‘rtburchak kanallarda qirg‘oq koeffitsiyentni aniqlash va uning tezlik taqsimotiga ta'sirini baholash. Sanoatda Raqamli Texnologiyalar,

ISSN 3030-3907

3(3). https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.3.3.2025.38
6. Khuntia, J. R., Devi, K., & Khatua, K. K. (2018). Prediction of depth-averaged velocity in an open channel flow. Applied Water Science, 8(172). https://doi.org/10.1007/s13201-018-0812-9
7. Muhammad, M. M., Wan Yusof, K., Ul Mustafa, M. R., & Ab Ghani, A. (2016). Velocity distributions in grassed channel. In Proceedings of the 4th Annual International Conference on Architecture and Civil Engineering (ACE 2016). Global Science and Technology Forum (GSTF). https://doi.org/10.5176/2301-394X_ACE16.39
8. Universal Current Meter (CM-32). User manual (2024). Turkey. https://www.aquadata.com.tr/
9. Hauet, A., Morlot, T., & Daubagnan, L. (2018). Velocity profile and depth-averaged to surface velocity in natural streams: A review over a large sample of rivers. E3S Web of Conferences, 40, 06015. https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184006015
10. Chen, Y.-C., Hsu, Y.-C., & Zai, E. (2022). Streamflow measurement using mean surface velocity. Water, 14(2370). https://doi.org/10.3390/w14152370
11. Kean, J. W., Kuhnle, R. A., Smith, J. D., Alonso, C. V., & Langendoen, E. J. (2009). Test of a method to calculate near-bank velocity and boundary shear stress. Journal of Hydraulic Engineering. https://doi.org/10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0000049
12. Pu, J. H. (2013). Universal velocity distribution for smooth and rough open channel flows. Journal of Applied Fluid Mechanics, 6, 413–423.
13. Zeleňáková, M., Arifjanov, A., Abd-Elhamid, H. F., et al. (2025). The effect of lining hydraulic properties on the efficiency and cost of irrigation canal reconstruction. Water Resources Management. https://doi.org/10.1007/s11269-025-04218-2
14. Abduraimova, D. A., Otakhonov, M. Y., Ibragimova, Z. I., & Allayorova, D. S. (2023, August). Effect of deformation processes on hydraulic efficiency in open drainages. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1231(1), 012066. IOP Publishing. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1231/1/012066
15. Akhmedkhodjaeva, I., Yuldasheva, H., Apakhodjaeva, T., Sattorov, A., & Melikuziyev, S. (2024, December). Improving the method of calculating the water balance of the Khan canal. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1420, No. 1, p. 012039). IOP Publishing.
16. Arifjanov, A., Sattorov, A., Madaliev, M., Abdulkhaev, Z., & Madrakhimov, M. (2025). Numerical simulation of the flow rectification measures in the forebay of the pumping station. Acta hydrotechnica, 38(68), 1-14.
17. Arifjanov, A., Atakulov, D., Sattorov, A., Melikuziyev, S., & Juraboyev, I.

(2024, December). Analysis of the turbidity process in the pumping station forebay for the water management. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1420, No. 1, p. 012038). IOP Publishing.

18. Egamberdiyevich, T. N., & Xamdamaliyevich, S. A. Tashqi oqova suv tizimlarining gidravlik unumdorligi va ekologik barqarorligi Bo ‘riyev Eshmurod Sattorovich Toshkent arxitektura-qurilish universiteti, tfn professor https://orcid. org/0000-0001-8130-8602.

19. Aybek, A., & Alimardon, S. (2024). Analysis of flow dynamics in water intake structures using the k-ε turbulence model. Universum: технические науки, 11(11 (128)), 16-20.

20. Fatkhulloev, A., & Isakov, Kh. (2016). Sug’orish kanallarining gidravlik parametrlarini takomillashtirish. Journal Irrigatsiya va Melioratsiya, 03(5), 31–34.

21. Biggs, H., Smart, G., Doyle, M., Eickelberg, N., Aberle, J., Randall, M., & Detert, M. (2023). Surface velocity to depth-averaged velocity—A review of methods to estimate alpha and remaining challenges. Water, 15(3711). https://doi.org/10.3390/w15213711

ISSN 3030-3907