ENERGIYA TEJAMKOR VA AQLLI ZATVORLARDA SUV SARFI MONITORINGINI TAKOMILLASHTIRISH

I.I.Fozilov
Bosh direktor, "Smart Solution System" MCHJ,
D.A.Abduraimova
Dotsent,"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti,
M.Y.Otaxonov
Dotsent,"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti,
I.I.Jo'raboyev
Assistent,"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti,
S.Z.Allaberdiyev
Tadqiqotchi,"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti.

Annotatsiya. So'nggi yillarda suv resurslaridan oqilona foydalanish va ularni boshqarishda energiya tejamkor texnologiyalarni qo'llash dolzarb masalalardan biriga aylandi. Suvni taqsimlash, hisobga olish va samarali boshqarish jarayonida zatvorlarning konstruktiv yechimlari muhim o'rin tutadi. An'anaviy zatvorlar oddiy konstruksiyaga ega bo'lsa-da, ularda suv oqimining gidravlik xususiyatlari yetarlicha hisobga olinmaydi, natijada ortiqcha energiya yo'qotilishi, suv sarfini aniqlashdagi xatoliklar va boshqaruvdagi murakkabliklar kuzatiladi. Zamonaviy energiya tejamkor zatvorlar gidravlik qonuniyatlar asosida loyihalanib, oqim sarfini aniqlashda yuqori aniqlikka erishish mumkin. Buning uchun zamonaviy ultratovushli datchiklar, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi va quyosh panellari kabi innovatsion texnologiyalar qo'llaniladi. Natijada, suv sarfini o'lchashda aniqlik oshadi, energiya sarfi kamayadi va boshqaruv jarayoni soddalashadi. Maqolada zatvorlarni avtomatik boshqarish va yuqori aniqlikda suv sarfini baholashda suvning zatvor ostidan o'tayotganda yuzaga keladigan gidravlik jarayonlarni inobatga olish zarurati asoslangan. "Smart Channel M-1" qurilmasini xarakteristikalarini asoslashga qaratilgan, tavsiya etilayotgan zatvorning konstruktiv tuzilishi va boshqaruv tizimidagi jarayonlar batafsil ko'rib chiqilgan. Tadqiqot natijalari bo'yicha zamonaviy energiya tejamkor va aqlli zatvorlardan foydalanib, suv resurslarini samarali monitoring hamda raqamlashtirilgan boshqaruv tizimiga integratsiya qilish imkoniyati bayon etilgan.

Kalit so'zlar: zatvorlar, suv sarfi, oqim tezligi, siqilish koeffitsienti, avtomatlashtirish, boshqaruv tizimi.

ISSN 3030-3907

Аннотация. В последние годы одним из актуальных вопросов стало рациональное использование водных ресурсов и применение энергосберегающих технологий в их управлении. Конструктивные решения затворов играют важную роль в процессе распределения, учета и эффективного управления водой. Традиционные затворы, несмотря на простую конструкцию, недостаточно учитывают гидравлические особенности водного потока, что приводит к избыточным потерям энергии, ошибкам при определении расхода воды и трудностям в управлении. Современные энергосберегающие затворы проектируются на основе гидравлических закономерностей, что позволяет достичь высокой точности при определении расхода потока. Для этого применяются инновационные технологии, такие как ультразвуковые датчики, автоматизированные системы управления и солнечные панели. В результате повышается точность измерения расхода воды, снижается энергопотребление и упрощается процесс управления. В статье обоснована необходимость учета гидравлических процессов, возникающих при прохождении воды под затвором, при автоматическом управлении и высокоточной оценке расхода. Рассмотрены конструктивные особенности и процессы в системе управления предлагаемого затвора, ориентированного на обоснование характеристик устройства «Smart Channel M-1». На основе результатов исследования показаны возможности эффективного мониторинга водных ресурсов и интеграции в цифровую систему управления с использованием современных энергосберегающих и «умных» затворов.

Ключевые слова: затворы, расход воды, скорость потока, коэффициент сжатия, автоматизация, система управления.

Abstract. In recent years, the rational use of water resources and the application of energy-efficient technologies in water management have become increasingly important. Gate design solutions play a crucial role in the processes of water distribution, accounting, and efficient management. Although traditional gates have a simple structure, they do not sufficiently take into account the hydraulic characteristics of the water flow, which results in excessive energy losses, errors in flow measurement, and difficulties in control. Modern energy-efficient gates are designed based on hydraulic principles, allowing for high accuracy in determining flow discharge. Innovative technologies such as ultrasonic sensors, automated control systems, and solar panels are applied for this purpose. As a result, flow measurement accuracy is improved, energy consumption is reduced, and the control process becomes simpler. The article justifies the need to consider hydraulic processes that occur when water passes under the gate in order to ensure

ISSN 3030-3907

automatic control and accurate flow evaluation. The constructive features and control system processes of the proposed gate, aimed at substantiating the characteristics of the “Smart Channel M-1” device, are examined in detail. Based on the research results, the possibilities of effective water resource monitoring and integration into a digital management system using modern energy-efficient and smart gates are presented.

Key words: gates, water discharge, flow velocity, contraction coefficient, automation, control system.

Kirish

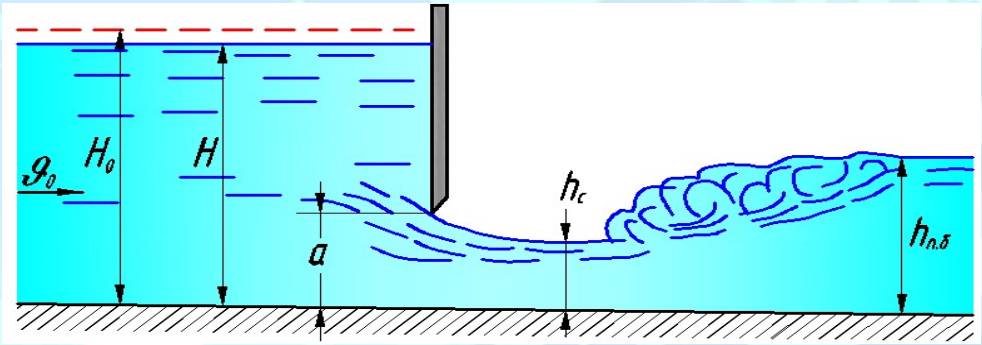
Hozirgi davrda butun dunyo miqyosida suv resurslari tanqisligi va ulardan oqilona foydalanish masalasi eng dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. O‘zbekiston singari qishloq xo‘jaligiga asoslangan davlatlarda bu muammo yanada keskinroq seziladi. Suvning katta qismi sug‘orma dehqonchilik, sanoat va ichimlik suv ta’minotida sarflanadi. Shunday sharoitda suv taqsimotini optimallashtirish va resurslardan samarali foydalanish uchun energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etish zarur. Ochiq sug‘orish inshootlarida suv sathi va sarfini o‘lchashda texnologik jarayonlar tomonidan qo‘yiladigan talablarga javob beruvchi “aqlli” qurilmalarni yaratishda ma’lum ishlar amalga oshirilgan (Arifjanov A. M, Tojiboyev S.J.2022)(Arifjanov, A. M., Fatxulloyev, A. M., Rakhimov, K. T., Otakhonov, M. Y., & Allayorov, D. S. 2022)(Dulhoste J.F., Georges D., Besancon G.2004). Mavjud ishlar tahlilidan ma’lumki, hozirgi kunda suv sarfi hisobini raqamlashtirish tekis harakatda va statsionar rejimda ishlaydigan sharoitlarda, jumladan gidropostlarda qo‘llanilmoqda (Arifjanov A. M, Tojiboyev S.J.2021)

Mazkur maqola zamonaviy energiya tejamkor zatvorlar orqali yuqoridagi muammolarni bartaraf etishga qaratilgan bo‘lib, ular gidravlik qonuniyatlar asosida loyihalanadi va ularga zamonaviy avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari integratsiya qilinadi. Suv sathi va oqim tezligini aniqlash uchun ultratovushli datchiklardan foydalanish, energiya manbai sifatida quyosh panellarini qo‘llash va suv taqsimotini real vaqt rejimida masofadan boshqarish imkoniyatlari bu tizimlarning afzalliklari hisoblanadi.Shu sababli, ushbu maqolada an’anaviy va zamonaviy zatvorlarning gidravlik jihatlari, suv sarfini ifodalash usullari, energiya tejamkor zatvorlarning samaradorligi hamda “Smart Channel M-1” qurilmasining suv xo‘jaligidagi qo‘llanilishi batafsil yoritiladi.

Tadqiqot natijalari. Gidrotexnik inshootlardagi zatvorlar ostidan o‘tayotgan suv sarfini baholashda ikki xil holat, ya’ni zatvor ostidan suvning erkin o‘tishi va ko‘milgan holatda o‘tishi alohida ahamiyatga ega.

ISSN 3030-3907

To‘g‘ri to‘rtburchakli zatvor ostidan suvning erkin o‘tishida suv oqimining miqdoriga pastki b’efdagi oqim sathi ta’sir qilmasa, zatvor ostidan suv erkin holatda o‘tganda (1-rasm) suv sarfi quyidagicha aniqlanadi:



1-rasm. Oqimning zatvor ostidan suv erkin o‘tish holati

$$Q = \mu a b\sqrt{2g(H_0 - \varepsilon a)} \qquad (1)$$

bu yerda: $H_0 = H + \dfrac{\alpha \vartheta_0^2}{2g}$ - to‘la napor; H - geometrik napor;

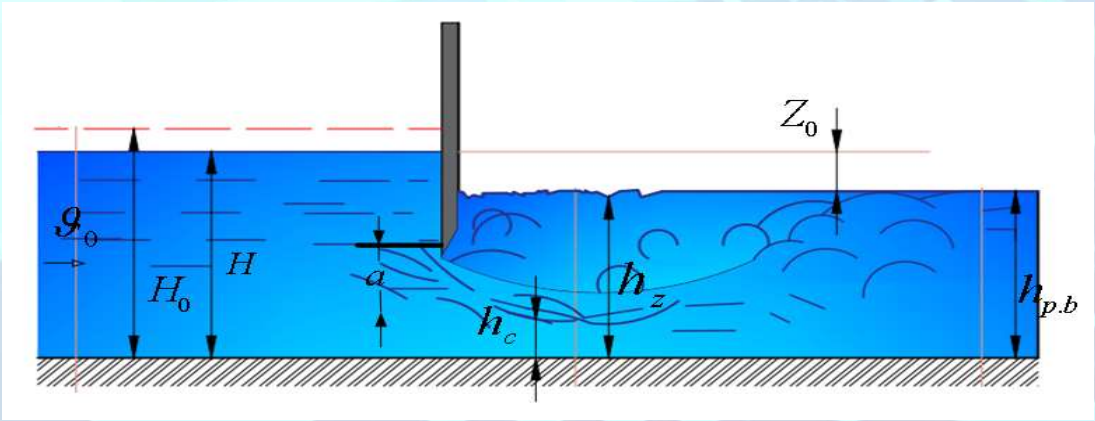
a - zatvorning ochilish balandligi; b - zatvor eni; ϑ_0 - zatvor oldidagi oqim tezligi; ε – siqilish koeffitsienti; μ - sarf koeffitsienti; g - erkin tushish tezlanishi;

Keltirilgan (1) formuladan samarali foydalanishda ε,μ -qiymatlarini tajribalarda aniqlash lozim bo‘ladi. Adabiyotlar tahlilidan ma’lumki yuqorida keltirilgan sxema uchun bu qiymatlar turlicha o‘zgaradi.

Agar oqim zatvor ostidan to‘liq ko‘milgan holatda o‘tsa (2-rasm), suv sarfi quyidagicha aniqlangan:

$$Q = \mu\, ab\sqrt{2gZ_0} \qquad (2)$$

bu yerda: Z_0 – b’eflardagi sathlar farqi;



2-rasm. To‘g‘ri burchakli zatvor ostidan suvning ko‘milgan holda o‘tishi

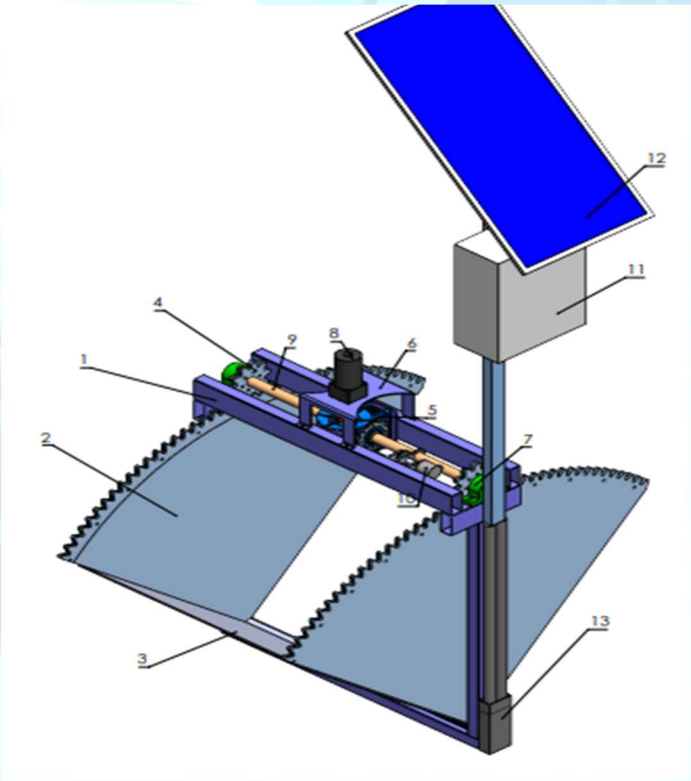
Bu holatda yuqorida keltirilgan μ- aniqlash ancha murakkab hisoblanadi. An’anaviy zatvorlarda suv oqimi asosan erkin toshuvchi yoki qisman bosimli shaklda harakatlanadi. Bu holatda oqimning gidravlik tavsiflari aniq bo‘lmaydi, oqim tezligining notekis taqsimlanishi sababli suv sarfi hisobida xatoliklar yuzaga

ISSN 3030-3907

keladi. Zamonaviy energiya tejamkor zatvorlarda esa ushbu kamchiliklarni bartaraf etish uchun oqimni barqarorlashtiruvchi konstruktiv yechimlar qo‘llanadi. Shuningdek, energiya tejamkor zatvorlarda:

- **ultratovushli datchiklar** yordamida suv sathi va oqim tezligi aniq o‘lchanadi;
- **elektr yoki quyosh energiyasi asosida ishlovchi boshqaruv tizimi** zatvor holatini avtomatik tarzda boshqaradi;
- **real vaqt rejimida monitoring** qilish imkoniyati mavjud bo‘lib, suv taqsimoti va sarfini onlayn nazorat qilish mumkin.

Natijada, energiya tejamkor zatvorlarning ishlash prinsipi nafaqat mexanik to‘siq vazifasini bajaradi, balki suv resurslarini samarali boshqarishning zamonaviy usulini ham ta’minlaydi. Huddi shunday zatvorlar tipiga Smart Solution System tomonidan ishlab chiqarilayotgan Smart Channel M-1 qurilmasi (3-rasm) misol bo‘la oladi. Ushbu qurilma ya’ni zamonaviy aqlli zatvor yuqoridagi barcha xususiyatlarga ega bo‘lib, ishlab chiqarishda ancha qulayligi hamda tannarxining arzonligi bilan ko‘pgina fermer xo‘jaliklari tomonidan keng ko‘lamda ishga tushirilmoqda.



3-rasm. Smart Channel M-1 qurilmasi

ISSN 3030-3907

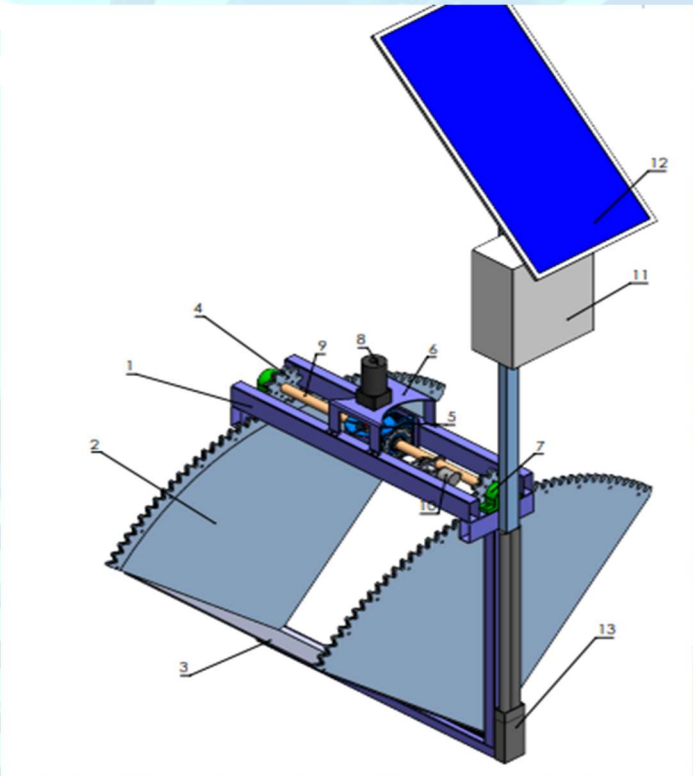
1-jadval

Smart Channel M-1 qurilmasini ishlash sharoiti. Tabiiy metrologik shart – sharoitlar

Atrof muhit (havo) harorati	-20°C dan + 85°C gacha
Havoning nisbiy namligi	65±30 %
Atmosfera bosimi	95±15 kPa (700±110 mm sim.ust)
Suvning harorati	+1°C дан + 60°C gacha
Shamol tezligi	30 m/s gacha
Suvning loyqaligi	15 kg/m^3 gacha
Zilzila kuchi	5 ball gach

Smart Channel M-1 qurilmasining tarkibiy qismlari

1-korpus
2-yon ko‘taruvchi qanotlar
3-zatvor
4-shesterniya
5-reduktor
6-motor maxkamlagich
7- podshipnik korpus
8- DC motor
9-val
10-encoder
11-shit
12-quyosh paneli
13-o‘lchov datchiklari



4-rasm. Smart Channel M-1 qurilmasi Smart Channel M-1 qurilmasining tarkibiy qismlari

Smart Channel M-1 – suv sarfini aniqlash bo‘yicha tadqiqotlar “Smart Solution System” va “TIQXMMI” MTU laboratoriyasida olib borildi.

ISSN 3030-3907

2-jadval

Mavjud va yangi zatvorlar orasidagi farqlar

Ko‘rsatkich	Mavjud zatvorlar	Zamonaviy energiya tejamkor zatvorlar
Hisoblash usuli	Empirik koeffitsientlar bilan, katta xatolik	Sensor va algoritmlar asosida, aniq natija
Oqimni boshqarish	Mexanik, qo‘l kuchi bilan	Avtomatlashtirilgan, masofadan boshqaruv
Energiya sarfi	Yuqori	Juda past, quyosh energiyasi ham qo‘llaniladi
Samaradorlik	65–75%	90–95% gacha
Xizmat muddati	20–25 yil	40 yildan ortiq

Shu sababli, gidravlik hisoblashlarda energiya tejamkor zatvorlardan foydalanish nafaqat suvni tejaydi, balki inshootlarning ishlash muddatini uzaytiradi, suv taqsimotini yanada samarali amalga oshirishga imkon beradi. Ushbu zatvorlarga misol qilib Smart Channel M-1 qurilmasini keltirishimiz mumkin.

Smart Channel M-1 qurilmasi:

•suv sarfini yuqori aniqlikda hisoblash va ma’lumotlarni masofadan uzatish uchun xizmat qiluvchi qurilma xisoblanadi. Smart Channel M-1 qurilmasi sug‘orish kanallari bilan bir qatorda qishloq xo‘jaligi maxsulotlarini yetishtirishda, sug‘orma dehqonchilik bilan faoliyat olib boruvchi “Klaster”, “Fermer xo‘jaliklari”, “Baliqchilik xo‘jaliklari” suv olish quloqlariga o‘rnatish va suv sarfi hisobini raqamlashtirish maqsadida ishlab chiqarilgan.

•suv sarfini aniqlashda yupqa devorli suv o‘tkazgichdan o‘tayotgan suv sarfini aniqlash prinsipiga asoslangan. Mazkur qurilma oqimning sarfini yuqori aniqlikda hisoblaydi. Oqimning tezligi va chuqurligini aniqlash bo‘yicha ultratovushli datchiklarning qo‘llanilishi natijasida yuqori samaradorlikka erishilgan. Qurilma boshqa analoglaridan farqli ravishda, rejalashtirilgan joyiga o‘rnatilishi uchun maxsus kalibrlash ishlari amalga oshirish va shu kabi muammolarning yo‘qligi undan foydalanish samaradorligini yanada oshiradi.

•mustaxkam va sifatli korpus, suv sarfini rostlash va boshqarish uchun zatvor, suv tezligi va sathini aniqlash bo‘yicha ultratovushli datchiklar, quyosh paneli, malumotlarni masofadan uzatush tizimidan tashkil topgan.

Xulosa. Zamonaviy energiya tejamkor zatvorlar an’anaviy mexanik zatvorga nisbatan bir qator ustunliklarga ega: ular oqim gidravlik ko‘rsatkichlarini aniqroq hisoblash, energiya yo‘qotishlarini kamaytirish va avtomatlashtirilgan

ISSN 3030-3907

boshqaruv orqali samaradorlikni oshirish imkonini beradi. Zamonaviy qurilmalar oqimning barqarorligini ta’minlab, suv resurslarini tejashga xizmat qiladi. Smart Channel M-1 qurilmasi tajribasi shuni ko‘rsatmoqdaki, zamonaviy zatvorlar nafaqat qishloq xo‘jaligida, balki sanoat va ichimlik suv ta’minotida ham keng qo‘llanishi mumkin. Kelajakda bunday qurilmalarni yanada takomillashtirish, sun’iy intellekt asosida avtomatlashtirish hamda yirik gidrotexnik tizimlarda integratsiyalash muhim vazifalardan biri bo‘lib qoladi.

ADABIYOTLAR

1. Arifjanov A. M, Tojiboyev S.J. Gidrotexnika inshootlaridagi zatvorlar uchun elektr yuritmasini tanlash // “O‘zbekgidroenergetika. Jurnal – Toshkent, 2022. №14; B. 47-49

2. Arifjanov A. M, Tojiboyev S.J. Qarshi magistral kanalidagi pk-792 to‘suvchi inshootning suvni chiqarish qismida sathni avtomatik rostlab suv isrofini kamaytirish //“O‘zbekistonda suv resurslaridan samarali foydalanishning muammolari va yechimlari” mavzusida Respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy anjumani materiallari – Qarshi, 2021 yil, B. 247-252.

3. Arifjanov, A. M., Fatxulloyev, A. M., Rakhimov, K. T., Otakhonov, M. Y., & Allayorov, D. S. (2022). Changes in hydraulic parameters in canals with sides lining. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, , 1112(1) doi:10.1088/1755-1315/1112/1/012129

4. Arifjanov, A., Fatxullaev, A. Natural Studies for Forming Stable Channel Sections (2020) Journal of Physics: Conference Series, 1425 (1). DOI: 10.1088/1742-6596/1425/1/012025.

5. Aybek Arifjanov, Suhrob Tadjiboyev, Umida Vokhidova and Ismoil Juraboyev, “Hydraulic model of digitalization of water accounting under the sluice gate” E3S Web of Conferences 538, 01024 (2024) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202453801024.

6. Elzabieta Kubrak, Janusz Kubrak, Adam Kiczko and Michal Kubrak “Flow Measurments Using a Sluice Gate; Analysis of Applicability” Water 2020, 12(3), 819; https://doi.org/10.3390/w12030819.

7. Carlos Bonilla, Bruno Brentan, Idel Montalvo, Joaquin Izquierdo “ Digitalization of Water Distribution Systems in Small Cities, a Tool for Verification and Hydraulic Analysis: A Case Study of Pamplona, Colombia” Water 2023, 15(21), 3824; https://doi.org/10.3390/w15213824.

8. Silva, C.O.; Rijo, M. Flow rate measurements under sluice gates. J. Irrig. Drain. Eng. 2017, p.143.

ISSN 3030-3907

9. Mohammed Javad Monem and Zeinab Hosseinzade. Construction and Evaluation of Automatic pivot weir control system // ICID 21st International Congress on Irrigation and Drainage, 15-23 October 2011, Tehran, Iran. p.450.
10. Suntaranont B. et al. Energy aware flash flood monitoring stations using a ga-fuzzy logic control mechanism //2015 IEEE Tenth International Conference on Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing (ISSNIP). – IEEE, 2015. – p. 1-6.
11. Dulhoste J.F., Georges D., Besancon G. Nonlinear control of openchannel water flow based on collocation control model // Journal of Hydraulic Engineering. 2004. – p. 254–266.
12. Erbisti P. C. F. Design of hydraulic gates. – CRC Press, 2014. – p. 231-234.
13. Serikbaev B.S., Barayev F.A., Sherov A.G., Serikbaeva E.B., Omarova G.E., Djumanazarova A.T.. Gidromeliorativ tizimlardan foydalanish, darslik. – T.: TIMI, 2014: – 295 b
14. Sauida M. F. Calibration of submerged multi-sluice gates //Alexandria Engineering Journal. – 2014. – T. 53. – №. 3. – p. 663-668
15. Rajaratnam, N.; Subramanaya, K. Flow equations for the sluice gate. J. Irrig. Drain. Eng. ASCE 1967, 93, -p. 167–186
16. Rao R.V., Zhmud V.A. The review of the Indo-Russian Joint Workshop on Computional Intelligence and Modern Heuristics in Automation and Robotics. Научный вестник НГТУ. 2010. № 4 (41). p.179–182.

ISSN 3030-3907