LABORATORIYA SHAROITIDA YARIM DOIRA SHAKLIDAGI KANALDA YUZA BO‘YICHA TEZLIK TAQSIMOTI

Arifjanov Aybek Muxamedjanovich
“Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universiteti, texnika fanlari doktori., professor
texnika fanlari doktori
E-mail. www.obi-life@mail.ru
Parpiyev Sayfidin Fazliddinovich
Andijon davlat texnika instituti Tayanch doktorant
E-mail. sayfiddinparpiyev@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada yarim dumaloq po‘lat quvur kanalida suv oqimining sirt tezliklari taqsimoti laboratoriya sharoitida eksperimental o‘rganildi. Tadqiqotda suv tezligi besh nuqtada o‘lchanib, eng katta qiymat oqim markazida, eng kichiklari esa devorlar yaqinida qayd etildi. Natijalar tezlik taqsimotining gidravlik qonuniyatlarga mos holda notekis ekanini ko‘rsatdi. Muallif tomonidan qo‘llanilgan o‘lchash usuli yarim dumaloq kanallarda oqim xususiyatlarini aniqlashda amaliy ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: oqim tezligi taqsimoti, yarim doira shaklidagi kanal, po‘lat quvur, suyuqlik oqimi yuzasidagi tezlik, turbulent oqim, gidravlik xususiyatlar, eksperimental tadqiqot.

Аннотация. В данной статье экспериментально исследовано распределение поверхностных скоростей потока воды в полукруглом стальном трубном канале в лабораторных условиях. Скорости измерялись в пяти точках, при этом наибольшие значения зафиксированы в центральной зоне потока, а наименьшие — у стенок. Результаты показали неравномерность распределения скоростей в соответствии с гидравлическими закономерностями. Применённая методика измерений имеет практическое значение для изучения характеристик потока в полукруглых каналах.

Ключевые слова: распределение скорости потока, полукруглый канал, стальная труба, скорость на поверхности потока жидкости, турбулентный поток, гидравлические характеристики, экспериментальное исследование.

Abstract. This article presents an experimental study of the surface velocity distribution of water flow in a semi-circular steel pipe channel under laboratory conditions. Flow velocities were measured at five points, showing the highest values at the center and the lowest near the walls. The results confirmed the non-uniform velocity distribution consistent with hydraulic principles. The applied measurement method provides practical significance for analyzing flow behavior in semi-circular channels.

ISSN 3030-3907

Key words: flow velocity distribution, semi-circular channel, steel pipe, surface velocity of fluid flow, turbulent flow, hydraulic characteristics, experimental study.

Kirish.

Ochiq gidravlik kanallarda suv oqimining tezlik taqsimoti gidravlik jarayonlarning eng muhim xususiyatlaridan biridir. Kanal bo‘ylab oqim tezligining chuqurlik bo‘yicha o‘zgarishi oqimning energiya yo‘qotilishi, tubdagi cho‘kindilar harakati, eroziya jarayonlari hamda gidravlik inshootlarning barqaror ishlashiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli tezlik taqsimotini chuqurlik bo‘yicha aniqlash masalasi gidravlik va gidrotexnik tadqiqotlarning markaziy yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Tabiiy va sun’iy kanallarda tezlikning notekis taqsimlanishi bir qator muammolarga sabab bo‘ladi. Jumladan, tub qismidagi past tezliklar cho‘kindilarning to‘planishiga, sirt qismidagi yuqori tezliklar esa eroziya va energiya yo‘qotilishining ortishiga olib keladi. Shuning uchun oqimning chuqurlik bo‘yicha tezlik profilini aniqlash, uni tajriba va nazariy modellar yordamida tahlil qilish amaliy jihatdan muhim ahamiyat kasb etadi.

Mazkur mavzuning dolzarbligi shundan iboratki, suv resurslaridan samarali foydalanish, sug‘orish tizimlarini takomillashtirish va kanallar barqarorligini ta’minlashda tezlik taqsimoti haqidagi aniq ma’lumotlarga tayanish zarur. Hozirgi vaqtda turli nazariy modellarda (masalan, Prandtl, Logarifmik, Shezi va Manning tenglamalarida) tezlik profili turlicha ifodalanadi, ammo ularning tabiiy va muhandislik kanallari sharoitida amaliy qo‘llanish chegaralari yetarlicha o‘rganilmagan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi shundan iboratki, unda kanalning yuzasi bo‘yicha tezlik taqsimoti eksperimental va hisobiy ma’lumotlar asosida tahlil qilinadi, turli chuqurlik va sirt sharoitlarida olingan tezlik profillari taqqoslanadi hamda amaliy hisob-kitoblarga moslashtirilgan empirik bog‘lanishlar taklif etiladi. Ushbu natijalar gidravlik modellashtirishda, kanal shaklini optimallashtirishda va gidrotexnik inshootlar loyihalarida tezlik taqsimotini to‘g‘ri aniqlash imkonini beradi.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Striter va Uayt ilmiy ishlarida turbulent oqimning kvadratgacha qarshilik sohasi uchun Karman-Prantdl universal logorifmik qonuniyatidan foydalanishgan.

$$\frac{u}{u_*} = \frac{1}{k}\ln\frac{u_* y}{\nu} + B \qquad (1)$$

Silliq quvurlar uchun dastlab Nikuradze tajribalari bo‘yicha $\kappa \approx 0.4$ hamda $B \approx 5.5$ olingan bo‘lsa keyinchalik Uayt tomonidan bu qiymat uning izlanishlariga ko‘ra $\kappa \approx 0.41$ hamda $B \approx 5$ deb olindi.

ISSN 3030-3907

Bundan tashqari Uayt g‘adir-budir quvurlar uchun tezlik profilini quyidagicha yozishni taklif qildi

$$\frac{u}{u_*}=\frac{1}{k}\ln\frac{u_* y}{\nu}+B-\frac{1}{\kappa}\ln\left(1+0.3\frac{u_*\varepsilon}{\nu}\right) \quad (2)$$

Eksponential qonunga ko‘ra vaqt bo‘yicha o‘rtacha tezlik profili quyidagicha aniqlanadi(Striter)

$$u(r)=u_{\max}\left(\frac{y}{R}\right)^{1/n} \quad (3)$$

Bu yerda eksponenta n Reynolds soniga bog‘liq bo‘lib Reynolds soni $Re=3\times10^3$-10^5 oraliqda silliq quvurlar uchun n=7, g‘adir-budir quvurlar uchun n=4-5 .

Guo olib borgan tadqiqotlarda eksponential qonun bo‘yicha n qiymatini oqim profili tuzatish koeffitsiyenti α bilan almashtirdi.

$$\alpha=1+\frac{5n+1}{(2n)^2(n+2)} \quad (4)$$

Haqiqiy suyuqlik oqimining tezlik taqsimotidagi bir tekis emaslikning suyuqlik o‘tkazuvchi quvurlar uchun harakat tenglamasiga ta'siri hozirgacha hisobga olinmagan. Shu sababli Guo markazdan qochma kuch a'zosi avval turli oqim profillari uchun har bir suyuqlik zarrachasi bo‘yicha alohida hisobladi, keyin esa butun kesim yuzasida integrallanadi va shu asosda o‘zgartirdi.

Natijada quyidagi oqim turlariga mos "oqim profili tuzatish koeffitsiyentlari" aniqladi:quvurlarda laminar oqim uchun 1.333**,** silliq devorli quvurlarda turbulent oqim uchun: 1.015–1.040 g‘adir-budir quvurlarda turbulent oqim uchun 1.035–1.055.

Professor Borovkov va boshqa olimlar tomonidan olib borilgan ilmiy izlanishlarda relyef jihatdan farqlanuvchi 6 ta daryodagi tabiiy sharoitda o‘lchangan tezlik taqsimoti logorifmik tezlik taqsimoti va darajali tezlik taqsimoti bilan mos tushishi aniqlandi.

Keyinchalik ko‘plab tadqiqotlar quvurdagi oqimning xususiyatlari tekis chegara qatlamlaridagi oqimga yaqin ekanligini aniqladi[1]. Chegara qatlamini o‘rganish natijalarini hisobga olgan holda Milliken [3] faqat Reynolds soni, devordan nisbiy masofa va nisbiy g‘adir-budurlik orqali aniqlanadigan tezlikning universal taqsimotini aniqladi:

$$\frac{U}{u_*}=f\left(\frac{\delta u_*}{\nu};\frac{y}{\delta};\frac{k}{\delta}\right), \quad (5)$$

Bu yerda δ – chegara qatlam qalinligi

Silliq va g‘adir-budur sirtdagi oqim uchun Millikan L. Prandtlning bog‘liqliklariga o‘xshash logarifmik tezlik taqsimotlarini oldi.

ISSN 3030-3907

Devoroldi qatlamdagi y<δ tezlik taqsimoti haqida bir qancha taxminlar ilgari surilgan.”Devoroldi” turbulentlik atamasi turbulentlikka to‘g‘ri keladi, uning tuzilishiga qattiq chegara mavjudligi bevosita ta’sir qiladi.Gofman [2] va Reyxard [4,5] devoroldi qatlam uchun $\frac{u}{u_*}$ ni aniqlashda o‘zlarining funksiyalarini taklif qilgan, ya'ni o‘zgaruvchining uchinchi darajali ko‘phad $\left(\frac{yu_*}{\nu}-\frac{\delta_в u_*}{\nu}\right)$ va eksponentasi; ammo, bu funksiya jiddiy muvaffaqiyatga olib kelmadi.

Rotta [3,6] devor yaqinidagi umumiy siljish kuchlanishi yopishqoqlik va turbulentlikning birgalikdagi ta'siri bilan aniqlanadi, deb taklif qildi. Turbulentlikning ta'sirini tasvirlash uchun u L. Prandtlning aralashtirish yo‘lining uzunligi haqidagi farazidan foydalangan va $\tau=\tau_0$ deb qabul qilgan. Shunday qilib $y\le\delta_в$ da oqim to‘liq yopishqoq deb hisoblanadi.U holda

$$\frac{u}{u_*}=\frac{1}{2\kappa\frac{u_*\kappa\left(y-\delta_в\right)}{\nu}}=\left(1-\sqrt{4\frac{u_*\kappa\left(y-\delta_в\right)}{\nu}}\right)+$$
$$\frac{1}{\kappa}\ln\left(2\frac{u_*\kappa\left(y-\delta_в\right)}{\nu}+\sqrt{1+4\left(\frac{u_*\kappa\left(y-\delta_в\right)}{\nu}\right)^2}\right)+\frac{u_*\delta_в}{\nu} \quad (6)$$

Rotta tomonidan qabul qilingan va shunday taxminga asoslangan o‘xshash yechim keyinchalik Mayles tomonidan berilgan [2-8].

Devoroldi qatlamdagi tezlik taqsimotini aniqlash uchun Klauzer [6] quyidagi ifodani taklif qildi

$$\frac{u}{u_*}=2,44\ln\frac{u_*y}{\nu}+4,9 \quad (7)$$

Biroq boshqa olimlar o‘zlarining tadqiqotlariga mos keladigan doimiyni boshqa qiymatlariga ko‘proq e’tibor qaratishdi.Taunsend [9]ma’lumotlariga ko‘ra erkin had qiymati 7 ga yaqin.Nikuradze tajribalari natijasiga ko‘ra universal doimiy κ 0,4 ga teng.

Erkin had C qiymati yopishqoq pastki qatlam qalinligiga bog‘liq deb hisoblanadi.Tajriba natijalariga ko‘ra $\frac{u_*\delta_в}{\nu}$ qiymati 5-6,7 oralig‘ida bo‘ladi.

$\frac{u_*\delta_в}{\nu}$ ning katta qiymatlari uchun logorifmik tezlik taqsimoti haqiqiysidan farqlanadi.Ushbu nomuvofiqlikni bartaraf etish uchun ko‘plab tadqiqotchilar tuzatish funksiyasini kirirtishni taklif qilishdi.

Shunga o‘xshash tuzatish funksiyasi Milliken [8-10] tomonidan kiritilgan.

Masalan silliq devor uchun Milliken quyidagini qabul qildi

ISSN 3030-3907

$$\frac{u}{u_*} = A\frac{1}{\kappa}\ln\frac{u_* y}{\nu} + C + \xi\left(\frac{y}{\delta}\right) \quad (8)$$

Bu yerda $\xi\left(\frac{y}{\delta}\right)$- ortiqcha tezlikni logarifmik taqsimlash uchun tuzatish funktsiyasi.

Rotta [3-5] I.Nikuradzening tajribalari asosida yopishqoq pastki qatlam qalinligi $\delta_в$ni g‘adir-budirlik balandligi qiymati k ga bo‘gliqligini o‘rgandi.Aniqlangan bog‘liqlikka asoslanib quyidagicha xulosa qilindi, ya’ni $\frac{u_*\delta_в}{\nu}$ <5 da g‘dir-budirlikning $\frac{u_*\delta_в}{\nu}$ga ta’siri kichik, $\frac{u_*\delta_в}{\nu}$ >55 da esa samarali yopishqoq pastki qatlam mavjud bo‘lmagan to‘liq g‘adir-budir devor shartiga erishiladi.Ta’kidlanishicha Nikuradzening sun’iy g‘adir-budirligidan farq qiluvchi g‘adir-budirlikda 5 va 55 qiymatlarning o‘rniga bulardan katta farq qiluvchi boshqa qiymatlar bo‘lishi mumkin. Ammo, har qanday holatda, $\frac{u_*\delta_в}{\nu}$ ning ma'lum bir minimal qiymati borligini taxmin qilish mumkin, undan pastda devor gidravlik jihatdan silliq bo‘ladi.

Bu ma’lumot yordamida Hama [7] tezlik taqsimotini quyidagicha yozdi

$$\frac{u}{u_*} = A\ln\frac{u_* y}{\nu} + C - \left(A\ln\frac{u_* k}{\nu} + C - C_1\right) \quad (9)$$

Ushbu formuladan shuni ko‘rish mumkinki, silliq devor uchun devor g‘adir-budirligi ta'siri tezlik taqsimotining vertikal siljishi bilan g‘adir-budirlikning turi va qiymatiga mos ravishda namoyon bo‘ladi:

$$\frac{u}{u_*} = A\ln\frac{u_* y}{\nu} + C - C_1 \quad (10)$$

Klauzer[6-9,12] va Hama[7,13] xar-xil g‘dir-budirlik uchun $\frac{\Delta u}{u_*}$ qiymatini aniqladilar. Kvadrat qarshilikkacha bo‘lgan sohada $\frac{\Delta u}{u_*} = f\left(\frac{u_* k}{\nu}\right)$ ning g‘adir-budirlik xususiyatiga bog‘liq bo‘lgan egri chizig‘i butunlay boshqacha.

Bundan kelib chiqadiki, hozirgi vaqtda g‘adir-budir devor yaqinidagi tezlik taqsimotini topishga urinishlar hali to‘liq empirizm doirasidan tashqariga chiqmagan va bu taqsimotni ixtiyoriy turdagi g‘adir-budirlik uchun hisoblashning fizik jihatdan o‘z isbotini topgan, ishonchli usuli hali ham mavjud emas.

Shunday qilib, G.V.Jeleznyakov [11,14], daryolar bo‘yicha materiallarni qayta ishlashga asoslanib, 0,3 dan 1,04 gacha bo‘lgan κ qiymatini aniqladi. I.A.Rodionov [2], katta beton kanal bo‘ylab gidrometrik o‘lchovlardagi

ISSN 3030-3907

materiallarni qayta ishlab k = 0,4-0,63 ekanligini,M.I. Nazarov [12] katta qiyalikli toshli kanallar uchun κ ning 0,3 dan 0,84 gacha o‘zgarishini oldi.

V.F.Tolmaza [4,7], Qirg‘izistonning tog‘ daryolari bo‘yicha eksperimental ma’lumotlarni qayta ishlaganda, κ=0,5-1,3 ,N.N.Panov [3,11] o‘zining to‘rtburchakli kanalda o‘tkazgan tajribalariga, shuningdek, Bazin, Pauell, A.Ya.Slobodkinlarning to‘rtburchaklar kanallardagi tajribalari va Shlixtingning to‘g‘ri burchakli bosimli quvurdagi tajribalari ma’lumotlariga asoslanib κ to‘rtburchaklar kanalning kengligi bo‘ylab o‘zgarib, devorlarga qarab o‘sib borishini ta'kidlaydi. Bu o‘zgarish, uning o‘lchovlariga ko‘ra, 0,31 dan 0,7 gacha.

Karman parametri κ-turbulentlik nazariyasi formulalarida haqiqiy turbulentlikning o‘zgaruvchan holatini hisobga oladigan yagona qiymat. κ parametr turbulentlikning mahalliy xususiyatlari bilan bog‘liq bo‘lganligi sababli, pastdan turli masofalarda κ qiymati har xil bo‘lishi va jonli kesimning turli sohalarida oqim turbulizatsiyasi darajasiga ta'sir qiluvchi omillarga bog‘liq.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Tadqiqotlar maxsus jihozlangan laboratoriyalarda olib borildi.Tadqiqotni olib borish uchun diametri 165 mm, uzunligi 3 m hamda 30 yil mobaynida ekspluatatsiyada bo’lgan po’lat quvur ikki qismga bo’lindi,uning bir qismida tekis harakat ta’minlangan holda tadqiqotlar o’tkazildi.Suyuqlik oqimining nuqtalardagi tezligini aniqlash uchun GMSM-1 mikrovertushkadan foydalanildi.

Mikrovertushka parragi diametri 15 mm bo’lganligi sababli o’lchash ishlari devordan 20 mm masofada olib borildi.





1-rasm.Suyuqlik oqmini mikrovertushka yordamida o’lchash jarayoni

MUHOKAMA VA NATIJALAR. O’lchash natijasiga ko’ra oqim vertikallaridagi o‘rtacha tezliklar quyidagini tashkil etdi

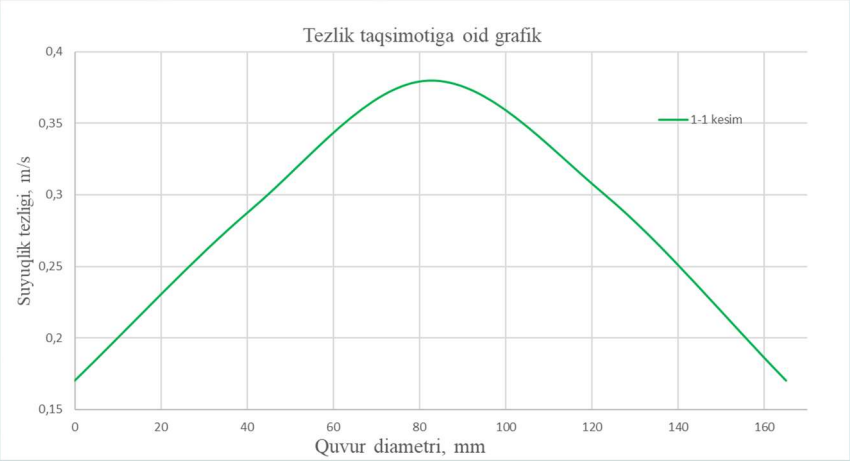
1-jadval.

Oqim vertikallaridagi o‘rtacha tezliklar

V ertikallar tartibi	B-vertikall ar or	h-vertikall ardagi	W - vertikall ar or	K uzatish nu	O ‘ rtacha arifmeti	V ertikallar or asidagi

ISSN 3030-3907

0		0	Chap qirg’oq			
	20		33,655			5,5
1		16,5		8	0,17	
	21		454,685			101,5
2		25,3		8	0,29	
				13	0,28	
	21		715,685			215
3		28		8	0,38	
				13	0,35	
				19	0,19	
0		0	O‘ng qirg’oq			
	20		33,655			5,5
1		16,5		8	0,17	
	21		454,685			102
2		25,3		8	0,3	
				13	0,28	
	21		715,685			217
3		28		8	0,38	
				13	0,35	
				19	0,19	



2-rasm.Suyuqlik yuzasi bo‘yicha tezlik taqsimoti grafigi

XULOSA VA TAKLIFLAR. Laboratoriya sharoitida o‘tkazilgan tajriba natijalariga ko‘ra, yarim dumaloq kesimga ega po‘lat quvur kanalida suv oqimining sirt qismidagi tezliklar qiymati 0,17 dan 0,38 m/s gacha o‘zgarishi aniqlangan. Eng yuqori tezlik oqimning markaziy qismida, eng past qiymatlar esa devorlar yaqinida

ISSN 3030-3907

qayd etilgan. Bu holat oqimning gidravlik qonuniyatlariga muvofiq bo‘lib, devorlar yonida ishqalanish kuchlarining ortishi tufayli tezlik kamayishini tasdiqlaydi.

O‘rtacha sirt tezligi 0,26–0,28 m/s atrofida bo‘lib, oqimning nisbatan barqaror, ammo to‘liq turbulent holatda kechayotganini ko‘rsatadi. Olingan natijalar yarim dumaloq po‘lat quvurlarda tezlik taqsimoti notekis bo‘lishini va markaziy oqim zonasida energiya yo‘qotishlarining minimal darajada ekanini isbotlaydi.

Shunday qilib, tadqiqot natijalari yarim dumaloq kanallarda sirt tezliklarni aniqlash orqali oqimning gidravlik xususiyatlarini baholash mumkinligini hamda bu usul amaliy gidravlik hisoblarda qo‘llanishi mumkinligini ko‘rsatdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO’YXATI

1. 1.Arifjanov, A., 2020. Hydraulic Friction Coefficient at Hydraulic Mixing Movement in Pressure Pipelines. J. Adv. Res. Dyn. Control Syst. 12, 1332–1336. https://doi.org/10.5373/JARDCS/V12SP7/20202233
2. 2.Arifjanov, A., Atakulov, D., Parpiyev, S., Ibragimova, Z., Makhmudov, B., 2024a. RETRACTED: Assessment of hydraulic friction in polypropylene pipes. E3S Web Conf. 538, 01025. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202453801025
3. 3.Arifjanov, A., Samiyev, L., Eshboyev, N., Xodjimuxamedova, S., Akramov, J., Makhmudov, B., 2024b. The analysis of groundwater table variations in Termez district of Surkhandarya region, Uzbekistan: A spatio-temporal approach. BIO Web Conf. 141, 02018. https://doi.org/10.1051/bioconf/202414102018
4. 4.Arifjanov, Apakhodjaeva, Abduraimova, Dalabaev, 2020. Kinematic flow parameters during liquid movement in pressurized water pipelines. Int. J. Psychosoc. Rehabil.
5. 5.Parpiyev S. Magistral suv quvurlarining gidravlik hisobini takomillashtirish. – Andijon: Mashinasozlik ilmiy-texnika jurnali, 2024.134-142 bet
6. 6.Parpiyev S., Ermatov Q. Naporli quvur ichki yuzasini torkretlash usuli yordamida qayta tiklash. – Andijon: Mashinasozlik ilmiy-texnika jurnali, 2025.231-237 bet.
7. 7.Арифжанов А.М. Закономерности и методы расчета движения взвесенесушего потока в руслах. Автореферат дисс. д.техн. наук.-2002.-С. 32.
8. 8.Арифжанов А.М., Рахимов Қ.Т., Абдураимова Д.А., Бабаев А.Р. Определение гидравлических параметров трубопровода при движении двухфазного потока // Фарғона Политехника институти илмий техник журнали - 2018 йил (Махсус сон), 169-172 бет.
9. 9.Арифжонов А.М. Бабаев А.Р. Determination of hydraulic parameters of hydro-transport in pressure pipelines // International Journal of Advanced Research in Sci-ence, Engineering and Technology, - 2019. №6.

ISSN 3030-3907

10. 10.Арифжанов А.М., Худайкулов С.И., Латипов Н.К. Кинематические характе-ристики взвесенесущего потока в открытых руслах // Естественные и техниче-ские науки. - 2004. - № 3, - С. 150-152. ISSN,1684 -2626.
11. 11.Арифжанов А.М., Х.Ш.Илхамов, Н.К.Латипов, Исследование распределения взвешенных частиц в потоке жидкости. Узбекский журнал проблемы механики. 1-2-1996г.с-45-49.
12. 12.Арифжанов А.М., Фатхуллоев А.М., Динамика взвесенесущего потока в руслах. Фан. – Т, 2014. – 124 С.
13. 13.Arifdjanov A.M., Rahimov Q.T. Abduraimova D. Hydrotransport of exceptional flow in pipelines with various pulls // European Science Review. – Austria, Vienna, 2017.-124-126p.
14. Арифжанов А. М. и др. Установившееся неравномерное движение взвесенесущего потока в верхнем бьефе гидроузла //Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2015. – №. 5-2. – С. 204-207.

ISSN 3030-3907