

## **IRRIGATSIYA KANALLARIDAGI QIRG'OQ DEFORMATSIYASINI TADQIQ QILISH**

**Sobirov Feruz Choriyevich<sup>1</sup>,**

**Xazratov Alisher Normurodovich<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>"TIQXMMI" MTU Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish instituti

<sup>2</sup>Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti

### **ANNOTATSIYA**

*Ushbu maqolada grunt o'zanli irrigatsiya kanallaridagi yon devor deformatsiyasi jarayonini gidravlik hisoblashda mavjud usullar va yondoshuvlar tahlil qilingan. Shuningdek bog'langan grunt o'zanli Amu-Buxoro va Qarshi magistral kanallari misolida qirg'oq deformatsiyalanishi holatlari hamda ko'ndalang kesim bo'yicha tezlik taqsimotlari dala-tajriba ma'lumotlari taqdim qilingan. Mavjud usullarning yon devordagi urinma zo'riqishni hisoblashda oqim tezliklarining jonli kesim yuzasi bo'yicha notekis taqsimlanganligi natijada urinma zo'riqish qiymatlarining ham notekis taqsimlanishi to'liq hisobga olinmayotganligi asoslangan.*

**Kalit s'yzlap:** *ochiq o'zanli kanallar, qirg'oq deformatsiyasi, urinma zo'riqish, oqim tezligi taqsimoti, ruxsat etilgan tezliklar*

### **АННОТАЦИЯ**

*В статье проанализированы существующие методы и подходы к гидравлическому расчету процесса деформирования боковых откосов оросительных каналов с грунтовым руслом. Также на примере Аму-Бухарских и Каршинских магистральных каналов с связным грунтовым руслом представлены случаи береговой деформации и поперечного распределения скорости. Наши наблюдения показали, что существующие методы не в полной мере учитывают неравномерность распределения значений испытательных напряжений вследствие неравномерности распределения скоростей потока на поверхности живого сечения.*

**Ключевые слова:** *открытые каналы, береговая деформация, касательное напряжение, распределение скорости потока, допустимые скорости*

### **ABSTRACT**

*The article analyzes existing methods and approaches to hydraulic calculation of the process of deformation of lateral slopes of irrigation canals with a soil channel. Also, using the example of the Amu-Bukhara and Karshi main canals with a connected soil channel, cases of bank deformation and transverse velocity distribution are presented. Our observations have shown that existing methods do not*

*fully take into account the uneven distribution of test stress values due to the uneven distribution of flow velocities on the surface of the live section.*

**Keywords:** *open channels, bank deformation, shear stress, flow velocity distribution, permissible velocities*

## **KIRISH**

Qoplamali va qoplamasiz mustahkam ochiq o‘zanli kanallarni loyihalashning asosiy vazifasi bu hisobiy suv sarfida kuzatiladigan o‘zan va oqim chegarasidagi maksimal urinma zo‘riqishning kanal o‘zani materiali uchun ruxsat etilgan kritik urinma zo‘riqishdan oshib ketmasligini ta‘minlash hamda shunga qarab o‘zan qoplamasi turini tanlashdan iborat [1].

Ayni paytda mamlakatimizda 196.0 ming kilometrdan ortiq irrigatsiya kanallari mavjud bo‘lib, Mirishkor va Qarshi bosh kanali kabi grunt o‘zanli kanallar o‘zanlarida loyqa bosishi jarayoni kuzatilayotgan bo‘lsa, Amu-Buxoro mashina kanalining (ABMK) ba‘zi uchastkalarida intensiv qirg‘oq yuvilishi jarayoni kuzatilmogda, 1-rasm.



**1-Rasm. Amu-Buxoro mashina kanalining PK 950 da o‘ng qirg‘oq yuvilishi holati**

Dunyo bo‘yicha mustahkam o‘zanli kanallarni hisoblash uchun mavjud usullar shartli ikki guruhga bo‘lishimiz mumkin. Birinchi guruhdagi usullar rejim nazariyasiga asoslangan dinamik mustahkam kanallarni empirik formulalar bilan hisoblashga, ikkinchi guruhdagi usullarda kanalning statik mustahkamligini aniqlash

uchun urinma zo'riqish, ruxsat etilgan tezliklar, minimal energiya dissipatsiyasi tushunchalariga asoslanadi.

### ADABIYOTLAR SHARHI

Respublikamizda shaharsozlik normalari va qoidalari bo'yicha (SHNQ 2.06.03-12) ruxsat etilgan tezliklar usuli foydalanilib kelinayotgan bo'lib, ushbu usulga ko'ra kanallarni loyihalashda kanaldagi o'rtacha tezlik quyidagicha bo'lishi kerak:

$$g_l < g < g_{yu} \quad (1).$$

ShnQ bo'yicha ochiq o'zanli kanallar turli o'zan materiallari uchun ruxsat etilgan maksimal tezliklar qiymatlari S.Ye.Mirxulava metodikasi va tajribalariga asoslangan bo'lib, unda bog'langan grunt materiallari uchun qiymatlar keltiriladi, [2, 10, 11].

Alluvial oqim oqadigan o'zan materialini tashkil etuvchi grunt zarralariga ta'sir qiluvchi urinma zo'riqish  $\tau_0$  ma'lum bir kritik miqdor  $\tau_{cr}$  dan kichik bo'lsa oqim ushbu zarralarni harakatga keltira olmaydi. Yuvilish jarayoni sodir bo'lishi uchun nisbiy ko'taruvchi kuch  $\eta_*$  birdan katta bo'lishi zarur bo'ladi [3, 12].

$$\eta_* = \frac{\tau_0}{\tau_{cr}} > 1.$$

bunda  $\tau_{cr}$  - kritik urinma zo'riqish,  $N / m^2$

Kanal yon devorida joylashgan bog'langan va bog'lanmagan gruntlar xossalari o'rtasidagi katta farq tufayli ularning flyuvial yuvilish natijasidagi massiv o'pirilishi hodisalari har xil yuz beradi.

Bog'langan grunt o'zanli kanal yon devorlarini yuvilishga mustahkamlikka tekshirishda ho'llangan perimetr bo'yicha urinma zo'riqish qiymatining taqsimotini hamda yon devor uchun urinma zo'riqishning kritik qiymatini aniq bilish zarur hisoblanadi.

Kanal yon devorlarining yuvilishiga mustahkamligini hisoblashda kanal ko'ndalang kesimi bo'yicha oqim tezliklarining taqsimoti va shunga mos ravishda oqim va o'zan material chegarasidagi urinma zo'riqishning taqsimoti nafaqat kanal ko'ndalang kesimi shakliga balki kanalning planda burilishiga ham bog'liq hisoblanadi. Kanalning burilish uchastkalarida oqim strukturasi o'zgaradi va agar burilish qancha katta bo'lsa ko'ndalang oqimlar paylo bo'lishi ehtimoli shuncha oshadi. Oqim burilish joyiga kirganda, markazdan qochma kuchlar tezroq harakatlanuvchi yuza oqimlarni tashqi qavariq qirg'oqqa va tub yaqinidagi sekinroq harakatlanuvchi oqimni esa esa ichki qirg'oqqa yo'naltiradi [4].

Shuningdek, Rozovskiy, Engelund, Kikkavalar tomonidan taqdim etilgan bog‘lanishlardan xulosa qilish mumkinki, kanal kengligining oqim chuqurligiga nisbati  $B/h$  oshishi bilan kanal burilishi uchastkasidagi ko‘ndalang oqimlar sezilarli kamaya boradi.

Kanaldagi oqimda ushbu ko‘ndalang oqimlar ta’siri oshib ketmasligi uchun respublikamizda hozirda amalda bo‘lgan shaharsozlik normalari va qoidalari “Sug‘orish tizimlari. Loyihalash normalari” - SHNQ 2.06.03-12 bo‘yicha kanallar burilishlari radiuslarining kattaligi suv sathi bo‘yicha ular kengligining besh baravar o‘lchamidan kam bo‘lmasligi kerak [2]. Shunga qaramay, ushbu qoidalar asosida qurilgan trapesiadal grunt o‘zanli kanallarda ham qirg‘oq deformatsiyasi kuzatilmoqda, 1-rasm.

Bog‘lanmagan gruntli qirg‘oqda yuvilishga qarshi mustahkamlik chuqurlik ortgani sari urinma zo‘riqishga nisbatan tezroq oshadi, shuning uchun kritik holatlar sayoz chuqurliklarda yuz beradi. Bog‘langan gruntli qirg‘oqlarda esa chuqurlik oshgani sari urinma zo‘riqish miqdori yuvilishga qarshi mustahkamlikka nisbatan tezroq oshadi. Natijada, massiv o‘pirilish kritik nuqtalari bunday qirg‘oqlarning chuqur qismida ro‘y beradi [4, 5].

Shuningdek, kanal yon devori uchun kritik urinma zo‘riqish  $\tau_{cr}$  ning qiymati trapetsoidal kanalning yon qiyaligidan pastga ta’sir qiladigan grunt zarrasining qo‘shimcha gravitatsiya kuchi tufayli kanal tubidagi kritik urinma zo‘riqishdan ancha kichik bo‘ladi. Chunki qirg‘oqdagi zarraga ta’sir qiladigan gravitatsiya kuchi komponenti oqiziq harakatining boshlanishiga sabab bo‘ladigan oqimning gidrodinamik kuchiga yordam beradi [1, 6].

Shuning uchun ham bog‘langan grunt o‘zanli kanallar o‘zanining yuvilishga moyil bo‘lgan qismi sifatida kanal yon devorining chuqurlik bo‘yicha pastki yarim qismi yoki oqimning maksimal tezlik kuzatiladigan o‘zagiga eng yaqin bo‘lgan yon devor uchastkasi qabul qilinishi maqsadga muvofiq bo‘lib, kanal ko‘ndalang kesimi bo‘yicha boshqa vertikal uchun hisoblarni amalga oshirish zaruriyati mavjud emas deb hisoblaymiz.

### **MUHOKAMA**

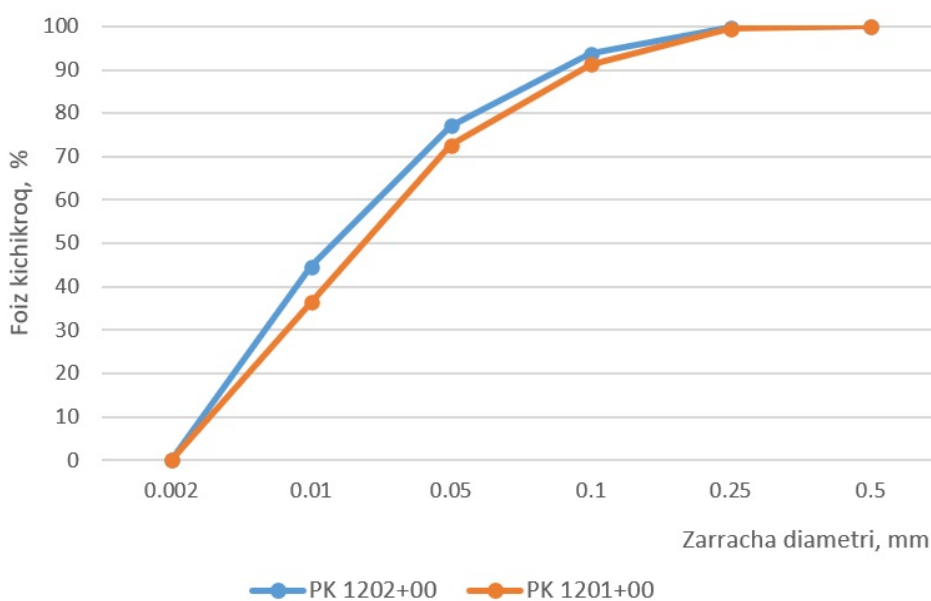
Oqim ta’siridagi eroziya yon devor yuzidagi grunt zarralarini ko‘chirishi tufayli qirg‘oqdagi massiv o‘pirilishning asosiy sabablaridan biri hisoblanadi. Shuning uchun grunt o‘zanli kanallar yon devorlarining oqim ta’sirida yuvilishini oldini olish maqsadida gidravlik hisoblar bajariladi. Tadqiqotimiz obekti Amu-Buxoro mashina kanali yon devorlari asosan bog‘langan gruntlardan tashkil topgan, 1-jadval.

**Amu-Buxoro mashina kanali o‘zani grunt zarrachalarining  
fraksion tarkibi**

1-jadval

Olingan joyi	Hamma fraksiyalar tarkibi (mm), % da						Jami fraksiya miqdori	$D_{10}$	$D_{30}$	$D_{50}$	$D_{60}$	Turli jinslilik koeffitsienti $Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$
	0,5>-0,25	0,25-0,10	0,10-0,05	0,05-0,01	0,01-0,002	<0,002						
PK 1202+00	0,3	6,0	16,6	32,5	39,4	5,2	100,0 %	0,00297	0,00704	0,0166	0,0290	9,73
PK 1201+00	0,6	8,2	18,6	36,2	34,1	2,3	100,0 %	0,00381	0,00850	0,02503	0,03608	9,48

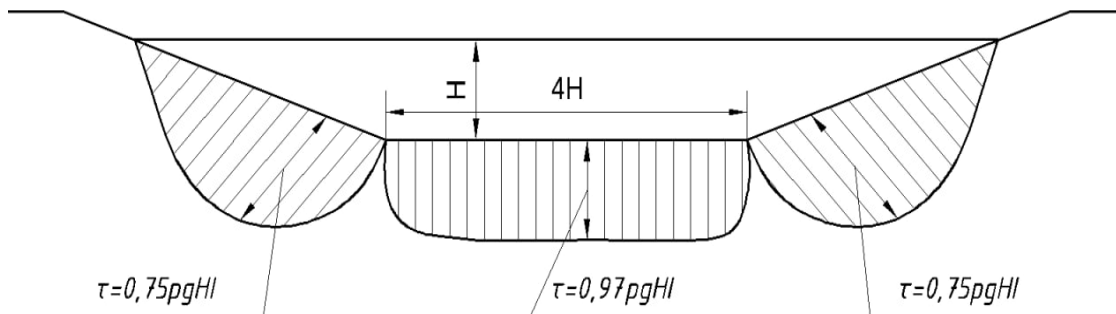
Grunt o‘zanli kanallar ko‘ndalang kesimi deformatsiyasini tadqiq qilishda oqim va o‘zan chegarasidagi urinma zo‘riqish  $\tau_0$  ning ko‘ndalang kesim bo‘yicha taqsimotini aniqlash boyicha Olsen, Florey, Leyn va boshqa bir qator olimlar tomonidan tadqiqotlar olib borilganiga qaramasdan ushbu tadqiqot natijalari unchalik ham ishonarli emasligicha qolmoqda.



2 -rasm. ABMK o‘zan gruti zarrachalarining kumulyativ fraksion tarkib grafigi



Olsen va Floreylar tomonidan membrana analogiyasi usuli bo'yicha urinma zo'riqishning trapetseidal kanal ko'ndalang kesimi bo'yicha tipik taqsimoti namunasi quyidagi 3-rasmda keltiriladi [6].



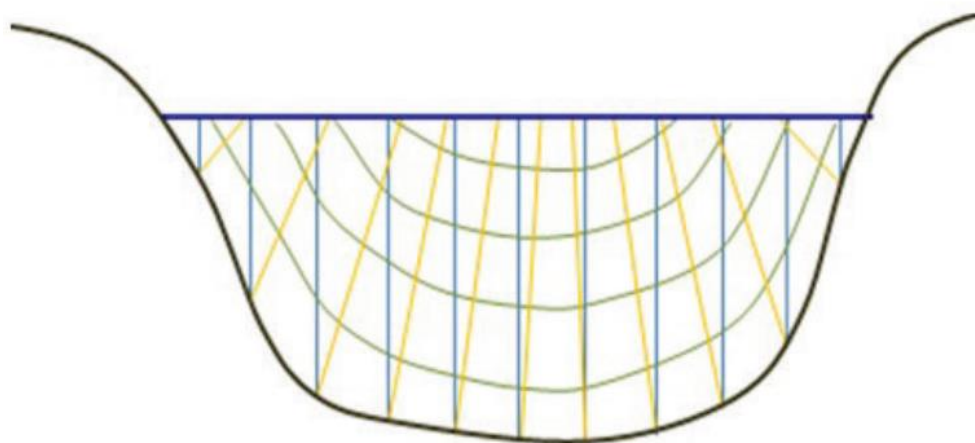
### **3-rasm. Trapetseidal kanal ko'ndalang kesimi bo'yicha urinma zo'riqishning tipik taqsimoti**

Ko'pgina tadqiqotchilar (Engelund, Lundgren va Jonson, Knayt, Shiono, Abril va boshqalar) turli shakldagi kanallarning ho'llangan perimetrlari atrofida vaqt bo'yicha o'rtachalashtirilgan chegaraviy urinma zo'riqishning ho'llangan perimetr bo'ylab taqsimlanishini bashorat qilishga yoki o'lchashga harakat qilishdi. Ushbu tadqiqotlar asosan laboratoriya sharoitida qulaylik uchun to'g'ri burchakli, trapesoidal yoki yoysimon ko'ndalang kesimlardan foydalangan holda o'tkazilgan.

Da Silva va Yalinga ko'ra logarifmik tezlik taqsimoti qonuniyati butun chuqurlik bo'yicha umuman olganda yaxshi natijalar bersa ham vertikal bo'yicha tubdan  $0.15 \div 0.2h$  masofada eng aniq natijalarni beradi [7].

HES-RAS dasturining "Qirg'oq mustahkamligi va yon devor tovonni eroziyasi" modelida urinma zo'riqishning ho'llangan perimetr bo'yicha taqsimotini hisoblashda jonli kesim yuzasi vertikal bo'lmagan zonalar-radial prizmalarga bo'linadi. Bunda ushbu radial prizmalar tezlik izotaxlari (bir xil qiymatdagi tezliklar konturi) ga perpendikulyar bo'lgan chiziqlar chegaralanadi va har bir prizma uchun gidravlik radius alohida hisoblanadi [8]

Kean (2001) ga ko'ra kanal tubi va devorlari bir xil g'adir budurlikka ega bo'lsa unda kanal tubi va yon devori tutashgan joyni (tovonni) ikkiga bo'ladigan bisektrisa chizig'i izotaxlarga normal bo'ladi [8, 9]



**4 - rasm. Kanal ko‘ndalang kesimini vertikal (ko‘k chiziqlar) va izotaxlarga perpendikulyar (sariq chiziqlar) prizmalarga bo‘lish [8]**

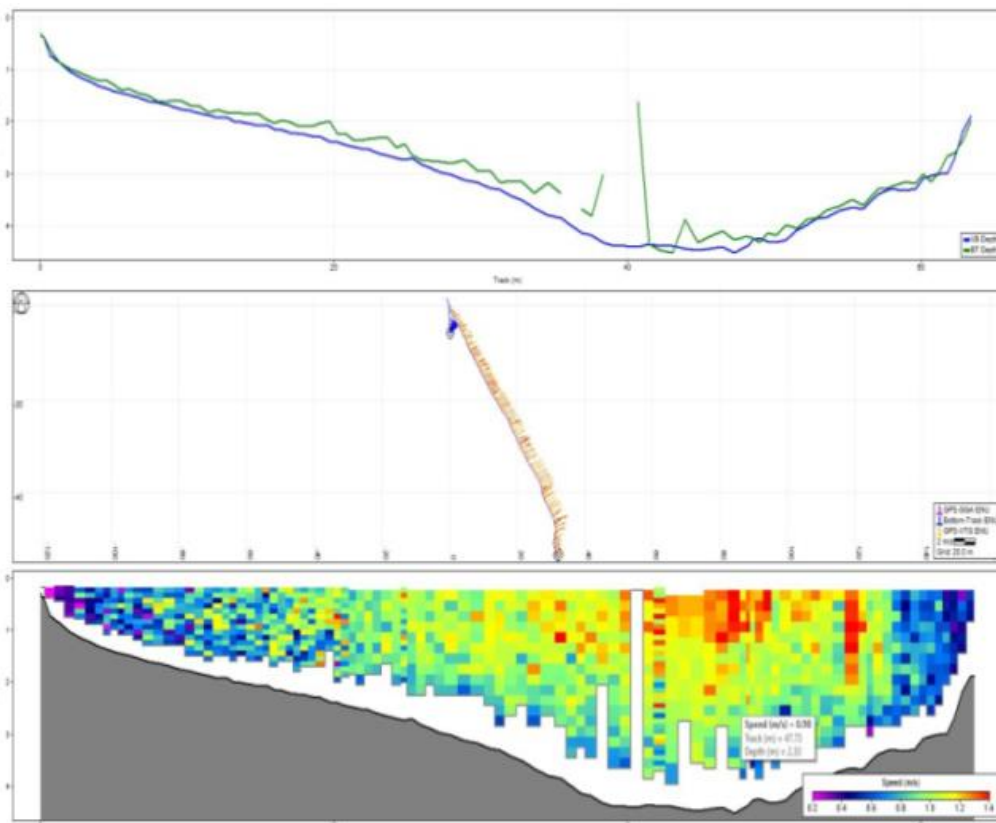
Shuning uchun urinma zo‘riqishning izotaxlar yordamida radial taqsimotini aniqlashda birinchi qilinadigan ish yon qirg‘oq tovonni ikkiga bo‘ladigan chiziq-bisektrisini topish hisoblanadi. Kanal yon devoridagi nuqtalar har biri uchun radial prizmalar hosil qilinadi va har bir prizma uchun gidravlik radius  $R_i$  hisoblanadi [8].

Shunga qaramasdan kanal ko‘ndalang kesimi bo‘yicha oqim tezligi hamda urinma zo‘riqish taqsimotini **izotaxlar qurish orqali** aniqlashning quyidagi asosiy kamchiliklari mavjud:

1. Izotaxlar o‘lchangan tezliklar o‘rtasida silliq va uzluksiz o‘zgarish bor taxmin qiladi, ammo aslida oqim tezligi ko‘ndalang kesim bo‘yicha mutlaqo notekis taqsimlangan bo‘lishi mumkin.

2. Murakkab ko‘ndalang kesim shakliga va o‘zgaruvchan kanal tubi nishabligiga ega bo‘lgan yer o‘zanli kanallarda tezliklar yo‘nalishining o‘zgarishi hisobiga izotaxlar ko‘ndalang kesim taqsimotini aniq ifodalay olmaydi.

3. Kean tomonidan taklif qilingan variantda oqimning maksimal tezliklar kuzatiladigan o‘zagi ko‘ndalang kesim markazida va oqim suv sathi sirtida bo‘ladi. Aslida esa Buxoro va Qashqadaryo viloyatlaridagi irrigatsiya kanallarida akustik dopler velosimetr yordamidagi ko‘p sonli o‘lchovlar esa oqim maksimal tezliklari markazlari ikki yoki undan ko‘p joyda va notekis tarqalganligini kuzatish imkonini berdi.



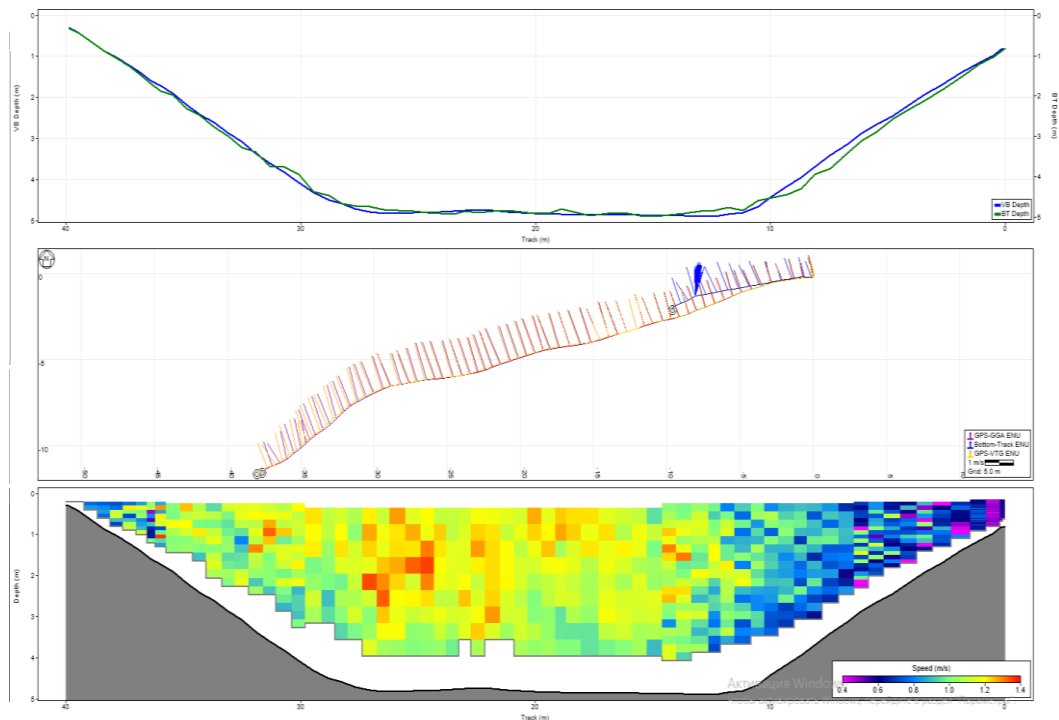
**5 - rasm. “ABMK” kanalining PK 1201 uchastkasida River TB-5M akustik dopler profilometri ma’lumotlari**

4. Kanalning ko‘ndalang kesim bo‘yicha juda kam burchakka burilishi ham oqim tezlik markazining ko‘ndalang kesim markazidan siljishiga olib keladi. Bundan tashqari, hozirgacha kam o‘rganilgan kanaldagi oqim tezliklarining yer sharining o‘z o‘qi atrofida harakatlanishi hisobiga yo‘nalishini o‘zgartirishi hamda kanalning o‘zining janubdan shimolga yoki shimoldan janubga kabi tomonlar yo‘nalishining turlicha pozitsiyada joylashganligi ko‘ndalang kesim bo‘yicha tezliklar notekis taqsimlanishiga olib keladi.

Ushbu murakkabliklar nafaqat Kean tomonidan taklif qilingan idealistik usulning balki boshqa urinma zo‘riqish taqsimotini aniqlash bo‘yicha analitik usullarning ham murakkab geometriyaga ega yer o‘zanli kanallar uchun aniq natijalar bermasligini ko‘rsatib beradi.

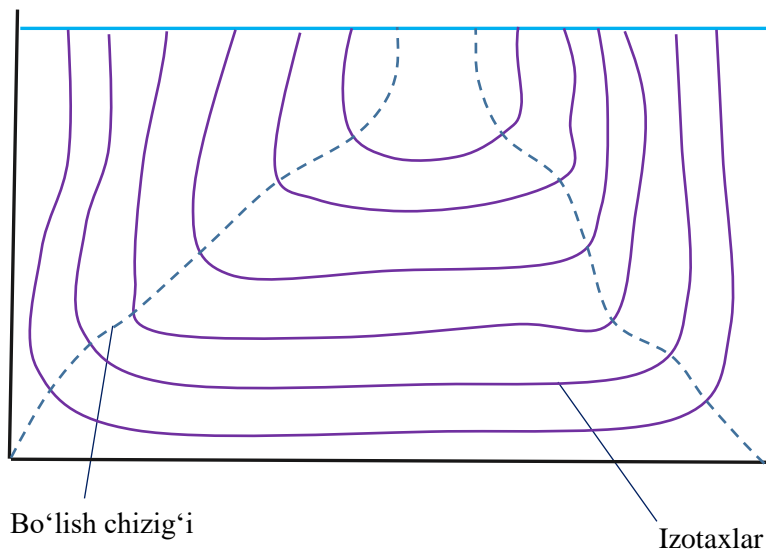
**Ko‘ndalang jonli kesim yuzasini grafik usulda bo‘lish orqali** gidravlik radius qiymatlarini har bir qism uchun alohida hisoblash usuli 1938-yilda ilk bor Keulegan tomonidan taklif qilingan bo‘lib bunda poligonal kanal pastki burchagidan chiqarilgan bissektisa yordamida kesim uchta seksiyalarga bo‘lingan. Ammo kesimni seksiyalarga bo‘lish chizig‘ini o‘tkazish uchun bissektisalarni tanlash sababi yetarlicha asoslanmagan.





**6 - rasm. Qarshi magistral kanalining PK 178 uchastkasida River TB-5M akustik dopler profilometri ma'lumotlari**

1942 yilda Eynshteyn tomonidan poligonal kanal ko'ndalang kesimni kanal yon devorlari va oqim tezligi izotaxlarini hisobga olgan holda o'tkazilgan chiziqlar bilan bo'lish usuli taklif qilindi, 7-rasm. Bunda har bir seksiyalarda alohida o'rtacha tezliklar bo'lishi taxmin qilingan, natijada kanal yon devorlari urinma zo'riqish har bir seksiyadagi alohida gidravlik radius qiymatlari yordamida hisoblash imkoniyati yaratilgan.



**7 - rasm. Eynshteynga ko'ra oqim jonli kesim yuzasini bo'lish usuli**

Eynshteyn usuli kanal yon devorlari uchun urinma zo‘riqish qiymatlarini alohida hisoblash imkoniyatini yaratganligiga qaramasdan biz tomonimizdan tabiiy-dala sharoitida olib borilgan o‘lchash ishlari natijalari oqim tezliklarining jonli kesim yuzasi bo‘yicha notekis taqsimlanganligi natijada urinma zo‘riqish qiymatlarining ham notekis taqsimoti mavjudligini ko‘rsatadi 5-6-rasmlar. Bu esa Eynshteyn va Keulegan tomonidan taklif qilingan usullarni takomillashtirish zarurligini ko‘rsatadi.

## **XULOSA**

Shuni ta’kidlash kerakki, ochiq o‘zanli ko‘ndalang kesimidagi yuvilish hisobiga o‘zan deformatsiyalarini ro‘y bermasligini ta’minlash uchun hisoblashlarda faqatgina o‘zandagi o‘rtacha oqim tezligini asosiy mezon sifatida qabul qilib olinishi yetarli emasligini Amu-Buxoro mashina kanalidagi mavjud holat ko‘rsatib turibdi. Chunki, kanal o‘zanining ayniqsa yon devorlar yuvilishiga kanal ko‘ndalang kesimi bo‘yicha oqim tezliklarining, oqim va o‘zan materiali chegarasidagi urinma zo‘riqish va dinamik tezlikning taqsimoti hamda yon devorlar qiyaligi, ko‘ndalang kesim shakli (o‘zan kengligining chuqurlikka nisbati) kabilar ham muhim rol o‘ynaydi.

Bundan tashqari kanal yon devor qiyaligi darajasi, oqim tarkibidagi muallaq oqiziqalar xususiyati, o‘zan materialining xususiyati, qirg‘oqdagi vegetatsiyaning, grunt suvlarining, ekspluatatsiya jarayonining yon devor yuvilishiga ta’siri mavjudligini ham e’tirof qilgan holda kanal yon devorlarida oqim ta’sirida yuvilish hisobiga deformatsiya jarayonini Amu-Buxoro mashina kanali sharoitida qirg‘oqlar deformatsiyasining dastlabki va asosiy sababchisi ekanligini ko‘rsatdi. Bunda oqim ta’sirida qirg‘oqlar yuvilishi hisobiga ularning qiyalik koeffitsiyentlari kamayishi natijasida qiyaliklar yanada tikroq bo‘ladi va qirg‘oqning massiv o‘pirilish hodisasi kuzatiladi.

Murakkab gidravlik jarayon hisoblangan qirg‘oqlar deformatsiyasini tadqiq qilishdagi mavjud usullarda tabiiy-dala sharoitida oqim tezliklarining jonli kesim yuzasi bo‘yicha notekis taqsimlanganligi natijada urinma zo‘riqish qiymatlarining ham notekis taqsimlanishi to‘liq hisobga olinmayotganligini ko‘rsatdi.

Bundan tashqari bog‘langan grunt o‘zanli kanallar o‘zanining yuvilishga moyil bo‘lgan qismi sifatida kanal yon devorining chuqurlik bo‘yicha pastki yarim qismi yoki oqimning maksimal tezlik kuzatiladigan o‘zagiga eng yaqin bo‘lgan yon devor uchastkasi qabul qilinishi maqsadga muvofiq bo‘lib, kanal ko‘ndalang kesimi bo‘yicha boshqa vertikal uchun hisoblarni amalga oshirish zaruriyati mavjud emas deb hisoblaymiz.

## **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

1. Sturm, T. W. (2001). Open channel hydraulics (Vol. 1, p. 1). New York: McGraw-Hill.
2. SHNQ 2.06.03-12. “Sug‘orish tizimlari. Loyihalash normalari”. O‘zbekiston Respublikasi Davarxitektqurilish. Toshkent, 2012 y. 120 bet
3. Da Silva, A. M. F., & Yalin, M. S. (2017). Fluvial processes. CRC Press
4. Garcia, M. (Ed.). (2008, May). Sedimentation engineering: processes, measurements, modeling, and practice. American Society of Civil Engineers.
5. Terzaghi, K., Peck, R. B., & Mesri, G. (1996). Soil mechanics in engineering practice. John wiley & sons.
6. Te Chow, V. (1959). Open channel hydraulics.
7. Da Silva, A. M. F., & Yalin, M. S. (2017). Fluvial processes. CRC Press.
8. HEC-RAS USDA-ARS Bank Stability & Toe Erosion Model (BSTEM), Technical Reference & User’s Manual.
9. Kean, J. W., & Smith, J. D. (2000). Computation of Sediment Erosion from the Base of Cut Banks in River Bends. V. Processes, 31.
10. Eshev, S., Linkevich, N., Rahimov, A., Khazratov, A., Mamatov, N., & Sharipov, E. (2023, March). Calculation of its dynamically stable cross-section in the steady motion of the channel flow. In *American Institute of Physics Conference Series* (Vol. 2612, No. 1, p. 050007).
11. Khazratov, A. N., Bazarov, O. S., Jumayev, A. R., Bobomurodov, F. F., & Mamatov, N. Z. (2023). Influence of cohesion strength in cohesive soils on channel bed erosion. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 410, p. 05018). EDP Sciences.
12. Eshev, S., Rahmatov, M., Khazratov, A., Mamatov, N., Sagdiyev, J., & Berdiev, M. (2021). Critical flow velocities in cohesive saline soils. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 264, p. 03071). EDP Sciences.