ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -8

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 8

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

ОЧИҚ КАНАЛЛАРДА СУВ ВА ҚАТТИҚ ЗАРРАЛАРДАН ИБОРАТ ИККИ ФАЗАЛИ ОҚИМНИНГ ҲАРАКАТИ.

Н. М. Норметова

"Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти" Миллий тадқиқот университети

Abstract. This article considers the problem of numerical modeling of two-phase flow behavior consisting of water and solid particles in open channels. In open channels, silt, sand, and suspended sediment particles affect the flow velocity field, hydraulic resistance, and the process of sediment formation at the channel bed. Therefore, it is important to analyze the flow not merely as a single-phase water, but as a water–solid particle two-phase medium. The study is based on the continuity and motion equations for the water phase, and the concentration and settling velocity equations for the solid particles. The results of numerical modeling show that with an increase in particle concentration in open channels, hydraulic losses increase and the flow velocity distribution changes.

Keywords: open channel, two-phase flow, numerical modeling, solid particle, sediment, turbid water, hydraulic loss**.**

Аннотация. В данной статье рассматривается задача численного моделирования движения двухфазного потока, состоящего из воды и твердых частиц, в открытых руслах. В открытых каналах частицы ила, песка и взвешенных наносов влияют на поле скоростей потока, гидравлическое сопротивление и процесс формирования донных отложений. По этой причине важно анализировать поток не просто как однофазную воду, а как двухфазную среду «вода – твердые частицы». В исследовании за основу приняты уравнения неразрывности и движения для водной фазы, а также уравнения концентрации и скорости осаждения для твердых частиц. Результаты численного моделирования показывают, что с увеличением концентрации частиц в открытых руслах возрастают гидравлические потери и изменяется распределение скоростей потока.

Ключевые слова: открытое русло, двухфазный поток, численное моделирование, твердая частица, наносы (отложения), мутная вода, гидравлические потери.

Аннотация. Ушбу мақолада очиқ ўзанларда сув ва қаттиқ заррачалардан ташкил топган икки фазали оқим ҳаракатини сонли моделлаштириш масаласи кўриб чиқилган. Очиқ каналларда лойқа, қум ва муаллақ чўкинди заррачалари оқимнинг тезлик майдонига, гидравлик қаршиликка ва ўзан тубида чўкинди ҳосил бўлиш жараёнига таъсир кўрсатади. Шу сабабли оқимни фақат бир фазали сув сифатида эмас, балки сув–қаттиқ заррача икки фазали муҳити сифатида таҳлил қилиш муҳим ҳисобланади. Тадқиқотда сув

ISSN 3030-3907

фазаси учун узлуксизлик ва ҳаракат тенгламалари, қаттиқ заррачалар учун эса концентрация ва чўкиш тезлиги тенгламалари асос қилиб олинган. Сонли моделлаштириш натижалари очиқ ўзанларда заррачалар концентрацияси ортиши билан гидравлик йўқотишлар кўпайиши ва оқим тезлиги тақсимоти ўзгаришини кўрсатади.

Калит сўзлар: очиқ ўзан, икки фазали оқим, сонли моделлаштириш, қаттиқ заррача, чўкинди, лойқали сув, гидравлик йўқотиш.

КИРИШ.

Ҳозирги кунда жаҳон миқёсида очиқ ўзанларда икки фазали оқимларнинг ҳолатини тавсифловчи турли математик моделлар ишлаб чиқилмоқда ва улар қўлланиладиган амалий масалалар доираси кенгайиб бормоқда. Очиқ ўзанларда икки фазали оқимлар (сув–ҳаво, сув–чўкинди) мураккаб гидродинамик жараён бўлиб, уларни анъанавий эмпирик формулалар орқали тўлиқ тавсифлаш қийин. Шу сабабли сўнгги ўн йилликларда CFD (Computational Fluid Dynamics) асосидаги сонли моделлар кенг қўлланила бошланди. Шу муносабат билан очиқ ўзанлардаги оқимларни аниқ моделлаштириш, улар учун самарали ҳисоблаш алгоритмлари ва дастурий воситалар ишлаб чиқиш долзарб илмий вазифалардан бири ҳисобланади Очиқ ўзанларда сув ҳаракати ирригация, дренаж, сув олиш иншоотлари ва дарё гидравликасида муҳим аҳамиятга эга. Амалиётда очиқ каналлар орқали ҳаракатланаётган сув кўп ҳолларда тоза суюқликдан иборат бўлмай, таркибида қум, лойқа ва майда чўкинди заррачаларини сақлайди. Бундай оқимлар икки фазали оқимлар қаторига киради.

Икки фазали оқимларда сув асосий фаза, қаттиқ заррачалар эса иккинчи фаза сифатида иштирок этади. Қаттиқ заррачалар оқимнинг тезлик майдонига, турбулентлик даражасига, гидравлик қаршиликка ва ўзан тубида чўкинди тўпланишига таъсир қилади. Айниқса, заррачалар концентрацияси юқори бўлган ҳолларда очиқ ўзаннинг сув ўтказиш қобилияти пасайиши мумкин.

Шу сабабли очиқ ўзанларда икки фазали оқим ҳаракатини сонли моделлаштириш гидравлик жараёнларни чуқурроқ баҳолаш ва чўкинди ҳаракатини олдиндан прогноз қилиш имконини беради.

Тадқиқотнинг асосий мақсади — очиқ ўзанларда сув ва қаттиқ заррачалардан ташкил топган икки фазали оқим ҳаракатини сонли моделлаштириш орқали оқим тезлиги, заррачалар концентрацияси ва гидравлик йўқотишлар ўртасидаги боғлиқликни аниқлашдан иборат.

Ушбу мақсадга эришиш учун қуйидаги вазифалар белгиланди:

- очиқ ўзанда икки фазали оқимнинг ҳисоблаш схемасини шакллантириш;

ISSN 3030-3907

- сув фазаси учун узлуксизлик ва ҳаракат тенгламаларини танлаш;
- қаттиқ заррачалар концентрацияси ва чўкиш тезлигини ҳисоблаш;
- заррачалар концентрациясининг оқим тезлигига таъсирини баҳолаш;
- икки фазали оқимда гидравлик йўқотишларни аниқлаш.

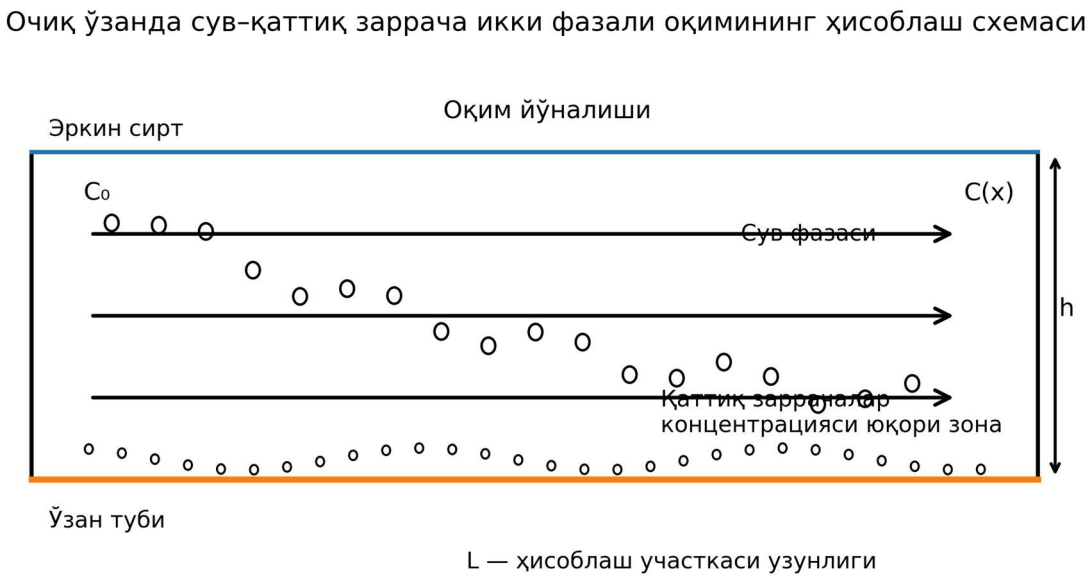
МАСАЛАНИНГ ҚЎЙИЛИШИ.

Тадқиқот объекти сифатида тўғри бурчакли кесимга эга бўлган очиқ ўзан қабул қилинди. Ўзан бўйлаб сув ва қаттиқ заррачалар аралашмаси ҳаракатланади. Оқим турбулент режимда, сув эса сиқилмайдиган суюқлик сифатида қаралди.

Асосий кириш параметрлари қуйидагилардан иборат:

$$B,\ h,\ L,\ Q,\ d_p,\ \rho w,\ \rho s,\ C$$

бу ерда: B — ўзан кенглиги, м; h — оқим чуқурлиги, м; L — ҳисоблаш участкаси узунлиги, м; Q — сув сарфи, м³/с; d_p — заррача диаметри, м; ρw — сув зичлиги, кг/м³; ρs — қаттиқ заррача зичлиги, кг/м³; C — заррачалар концентрацияси.



1-расм. Очиқ ўзанда сув–қаттиқ заррача икки фазали оқимининг ҳисоблаш схемаси.

1-расмда очиқ ўзанда сув ва қаттиқ заррачалардан ташкил топган икки фазали оқимнинг ҳисоблаш схемаси келтирилган. Оқим йўналиши бўйлаб заррачалар концентрацияси C_0 дан C(x) гача ўзгаради. Оғирлик кучи таъсирида қаттиқ заррачалар ўзан тубига яқин соҳада кўпроқ тўпланади, юқори қатламларда эса концентрация нисбатан камаяди.

Очиқ ўзандаги ўртача оқим тезлиги қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$v = \frac{Q}{(B \cdot h)}$$

ISSN 3030-3907

Оқимнинг Рейнольдс сони:

$$Re = \frac{vR}{\nu}$$

бу ерда R — гидравлик радиус, ν — сувнинг кинематик қовушқоқлик коэффициенти.

Оқимнинг Фруд сони:

$$\rho w(\frac{\partial u_i}{\partial t} + u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j}) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j}[(\mu+\mu t)] \frac{\partial u_i}{\partial x_j}] + \rho w\, g_i + Ffs$$

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{gh}}$$

Сиқилмайдиган оқим учун узлуксизлик тенгламаси қуйидагича ифодаланади:

$$\frac{\partial u_i}{\partial x_i} = 0$$

Сув фазаси ҳаракати умумий кўринишда Рейнольдс бўйича ўртачаланган ҳаракат тенгламаси билан ифодаланади:

Қаттиқ заррачаларнинг чўкиш тезлиги қуйидаги ифода орқали ҳисобланади:

$$w_s = \frac{((\rho s - \rho w)\cdot g \cdot d_p^{\,2})}{(18\mu)}$$

Заррачалар концентрациясининг оқим бўйича тарқалиши конвекция–диффузия тенгламаси орқали ифодаланади:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u\frac{\partial C}{\partial x} + w\frac{\partial C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z}(Ds\frac{\partial C}{\partial z}) - w_s \frac{\partial C}{\partial z}$$

Икки фазали оқимда умумий гидравлик йўқотиш сув фазасидаги ишқаланиш йўқотиши ва қаттиқ заррачалар таъсиридаги қўшимча йўқотишлар йиғиндиси сифатида қабул қилинади:

$$h\Sigma = hf + hs$$

$$hs = \frac{\alpha \cdot C \cdot v^2}{(2g)}$$

бу ерда α — заррачалар таъсир коэффициенти.

Сонли моделлаштириш натижалари шуни кўрсатадики, очиқ ўзанда қаттиқ заррачалар концентрацияси ошиши билан оқимнинг гидравлик қаршилиги ортади. Бу ҳолат оқимнинг ўртача тезлигига ва ўзан тубида чўкинди ҳосил бўлиш жараёнига таъсир қилади.

Оқим чуқурлиги бўйича тезлик бир хил тақсимланмайди. Ўзан тубига яқин соҳада ишқаланиш таъсири кучли бўлганлиги сабабли тезлик паст бўлади, эркин сиртга яқин соҳада эса тезлик нисбатан юқори бўлади. Қаттиқ заррачалар концентрацияси юқори бўлган ҳолатларда тезлик майдони янада нотекис шаклланади.

ISSN 3030-3907

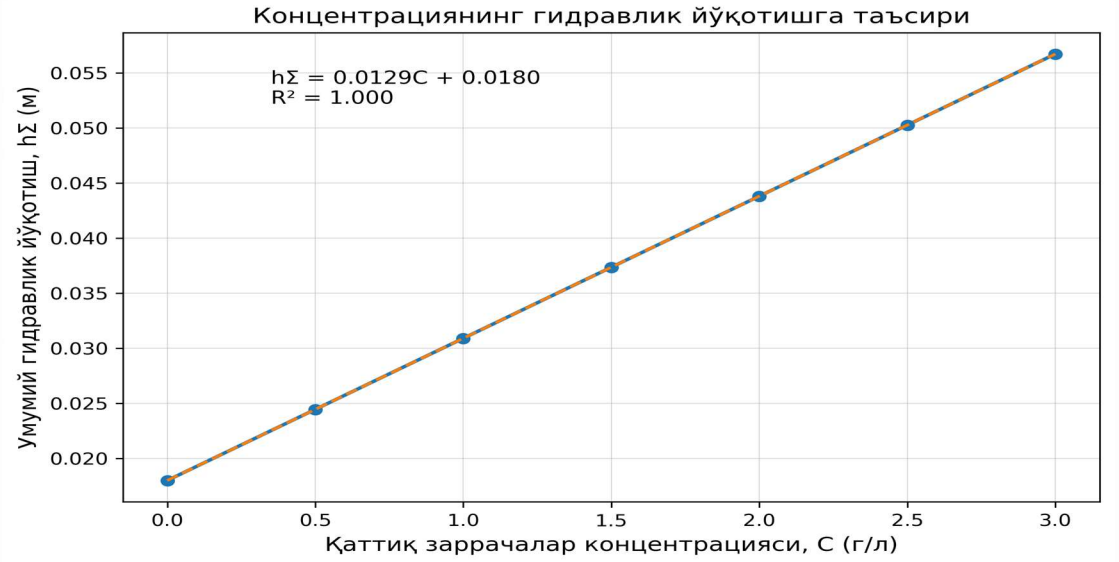
Заррачалар концентрацияси ҳам чуқурлик бўйича нотекис тақсимланади. Оғирлик кучи таъсирида заррачалар ўзан тубига интилади, турбулент диффузия эса уларни юқори қатламларга тарқатади. Натижада ўзан тубига яқин соҳада концентрация юқори, эркин сиртга яқин соҳада эса нисбатан паст бўлади.

Ҳисоблаш натижалари жадвали

1-жадвал.

Қаттиқ заррачалар концентрацияси ортиши билан умумий гидравлик йўқотишнинг ўзгариши.

C, г/л	hΣ, м	Изоҳ
0.0	0.0180	тоза сув оқими
0.5	0.0245	жуда кам концентрация
1.0	0.0309	кам концентрация
1.5	0.0374	ўртача концентрация
2.0	0.0438	сезиларли таъсир
2.5	0.0503	қаршилик ортади
3.0	0.0567	юқори йўқотиш



2-расм. Қаттиқ заррачалар концентрациясининг умумий гидравлик йўқотишга таъсири.

2-расмдан кўриниб турибдики, қаттиқ заррачалар концентрацияси ортиши билан умумий гидравлик йўқотиш hΣ ҳам ортиб боради. Бу ҳолат икки фазали оқимда заррачалар сув фазаси билан ўзаро таъсирлашиб, оқимда қўшимча қаршилик ҳосил қилиши билан изоҳланади. Графикдаги чизиқли боғланиш концентрация ва гидравлик йўқотиш ўртасида тўғри пропорционал муносабат мавжудлигини кўрсатади.

Ушбу мақолада очиқ ўзанларда икки фазали оқим ҳаракатини баҳолаш учун сув фазаси, қаттиқ заррачалар концентрацияси, чўкиш тезлиги ва

ISSN 3030-3907

гидравлик йўқотишларни ўзаро боғловчи сонли моделлаштириш ёндашуви таклиф этилди. Модел орқали қаттиқ заррачалар концентрациясининг оқим тезлиги ва гидравлик йўқотишларга таъсири миқдорий баҳоланди.

Тадқиқот натижалари ирригация каналларида чўкинди тўпланишини прогноз қилиш, очиқ ўзанларнинг сув ўтказиш қобилиятини баҳолаш, сув олиш иншоотларида лойқа ҳаракатини таҳлил қилиш ва чўкиндига қарши гидротехник тадбирларни асослашда қўлланилиши мумкин.

ХУЛОСА.

Очиқ ўзанларда лойқали сув ҳаракатини бир фазали оқим сифатида қараш етарли эмас. Қаттиқ заррачалар оқим тезлиги, концентрация тақсимоти ва гидравлик йўқотишларга таъсир кўрсатади.Заррачалар концентрацияси ўзан тубига яқин соҳада юқори бўлиб, эркин сиртга яқин соҳада камаяди.Заррачалар концентрацияси ортиши билан умумий гидравлик йўқотишлар кўпаяди.

Таклиф этилган сонли модел очиқ каналларда чўкинди ҳаракатини баҳолаш ва гидротехник ечимларни асослашда фойдаланилиши мумкин.

АДАБИЁТЛАР

1. . Арифжанов А.М. (2018). *Гидравлика.* Т.: «Фан ва технология».
2. Арифжанов А.М., Фатхуллоев А.М. (2020). *Каналлар гидравликаси ва ўзан жараёнлари.* Муҳандислик факультетлари учун дарслик.
3. Арифжанов А.М., Самиев Л.Н. (2014)**.** *Гидрология ва оқим соҳасини тартибга солиш.* Ўқув қўлланма. Т.: «ТАФАККУР-БЎСТОНИ».
4. Chen X., Li Y., Niu X. A general two-phase turbulent flow model applied to the study of sediment transport in open channels. International Journal of Multiphase Flow, 2011.
5. Jha S.K., Bombardelli F.A. Toward two-phase flow modeling of nondilute sediment transport in open channels. Journal of Geophysical Research: Earth Surface, 2010.
6. Jha S.K., Bombardelli F.A., Cantero M.I. Two-phase modeling of turbulence in dilute sediment-laden open-channel flows. Environmental Fluid Mechanics, 2009.
7. Chauchat J. A comprehensive two-phase flow model for sediment transport. Geoscientific Model Development, 2017.
8. Lai Y.G. Two-dimensional depth-averaged flow modeling with sediment transport. Journal of Hydraulic Engineering, 2010.

ISSN 3030-3907