

UDK 556.3: 004(575.1)

YER USTI VA YER OSTI SUV RESURLARINI BOSHQARISHNING MATEMATIK VA AMALIY MODELLARI

Abduvaitov A.¹

¹ Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
Samarqand filiali, Samarqand, O'zbekiston
aabduvaitov82@gmail.com

Annotatsiya. *Ushbu maqolada suv resurslarini optimal taqsimlash uchun matematik va amaliy modellarning tasnifi keltirilgan. Ishda, shuningdek, taqsimlangan sug'orish tizimlari uchun suv resurslarini boshqarishning yangi modelini ishlab chiqish zarurligi ham asoslab berilgan. Ushbu ilmiy ishda respublika va xorijiy tadqiqotchilarning suv resurslarini boshqarish sohasidagi ishlari atroflicha o'rganilgan.*

Kalit so'zlar: *suv resurslari, optimal taqsimot, taqsimlangan sug'orish tizimlari, matematik modellar, boshqaruv, tasnif.*

I. KIRISH

Yer osti suvlarining paydo bo'lish jarayonida yer usti suv molekulalari tog' g'avaklari va tuproq qatlami zarralari bilan ta'sirlashib, zarralar oraliqlaridan og'irlik kuchi ta'sirida o'tib, yer markazi tomon harakatlanadi va muayyan chuqurliklardagi suv o'tkazmaydigan qatlam ustida yig'iladi.

Gidrogeologik jarayon, tabiatda suvning aylanma harakatining bir qismi bo'lib, yer osti va yer usti suvlarining shu zanjir ichida, aylanishi, oqim sifatidagi tranzit harakatidan va sarflanishidan va qayta pasayishi va yoyilib ketishidan tashkil topadi, hamda bu jarayon yer osti suvlarini tog' jinslari, atmosfera, gidrosfera, tuproq qatlami va biosfera bilan bo'lgan o'zaro ta'sirda sodir bo'ladigan miqdoriy va sifat o'zgarishlarini o'z ichiga oladi. Yer osti suvlarining harakat xolati bilan bog'liq bo'lgan ijobiy va salbiy vaziyatlar yuzaga kelib turadi [5].

II. ASOSIY QISM

Yer osti gidrosferasidagi monitoring jarayonlarini modellashtirish, suv qat-

lamining holati va ularni saqlash, qayta ishlash va geobaza tuzilishining tarkibiy qismini tahlil qilish bo'yicha ma'lumotlarni matematik tahlil qilish usullari qo'llanildi, hamda xaritografik ma'lumotlarning o'lchamlari, turlari va formatlari tahlil qilindi. Matematik va turli xildagi ma'lumotlar bilan ishlashda geoaxborot tarmoqlarida ma'lumotlarni monitoring jarayonlari amalga oshirish va qabul qilingan yechimlarning algoritmlari va dasturiy kompleksi ishlab chiqildi. Kompyuterlashtirilgan tizim geoaxborot texnologiyalarning axborot va ekspert-analitik tashkil etuvchilarni o'z ichiga oladi va bu tashkil etuvchilar orasida axborot almashuvi algoritmlari va dasturiy vositalari bilan ishlash amallari bajariladi.

Hozirgi vaqtda dunyoning bir qator davlatlarida suv xo'jaligi ob'ektlarini oqilona boshqarish va matematik modellashtirish bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilib, ayrim ilmiy-amaliy natijalar olindi. Bularga chet ellik olimlar kiradi: M. Levent Kavvas, Jeyms Polsinelli, AfsharA. (AQSh), M. Qi, L. Cao, L.Xu, JZ hang (Xitoy), Sven-Yoaxim Kimmerle, R.Shoda, R.Shilling,

J.Thurso, B.Stoffel (Germaniya), Valeri Dos Santos, Mikael Rodrigues, Mamadu Diagne (Ispaniya), Park S. S., Kunj J. A., Xolli F. M. (Buyuk Britaniya), I.O. Starodumov, N. V. Vandina, L.A. Rastigin (Rossiya), u o'z asarlarida suv resurslarini o'rganish natijalarini keltirdi.

Tadqiqotning vazifalari:

– Sug'orish tizimlarida suv resurslarini boshqarish muammolarini o'rganish;

– Suv resurslarini boshqarishning matematik va amaliy modellarini ishlab chiqish;

– Sug'orish tizimlarida suv resurslarini boshqarish muammolarini modellashtirish algoritmlarini ishlab chiqish;

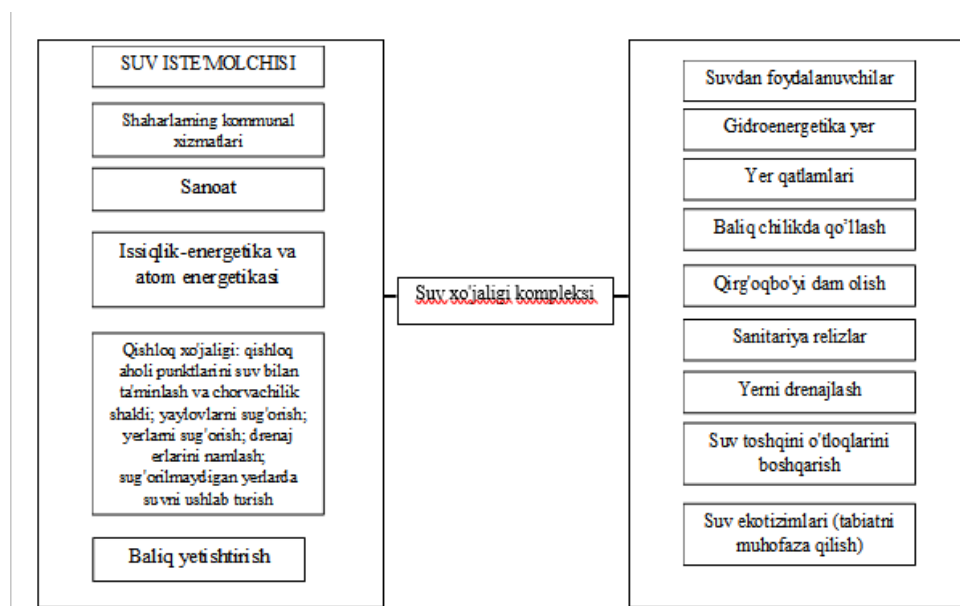
– sug'orish tizimlarida suv resurslarini boshqarishni modellashtirish muammolarini hal qilish uchun dasturiy majmuani ishlab chiqish.

Suv xo'jaligi kompleksi - bu yagona havzaning suv resurslarini birlashtiradigan turli suv foydalanuvchilari korxonalarini yig'indisidir. Quyidagi 1-rasmda

suv xo'jaligi kompleksi ishtirokchilarining guruhlanishi ko'rsatilgan.

Bugungi kunga qadar suv xo'jaligi ob'ektlarining dinamikasini modelashtirish masalasiga yagona tizimli yondashuv mavjud emas, faqat murakkablik darajasida farq qiluvchi alohida ob'ektlarning matematik modellarining keng sinfi mavjud. Shuning uchun ham suv xo'jaligi tizimlarida suv taqsimotining murakkab jarayonlarini kerakli darajada aniqlik bilan tavsiflovchi matematik modellarni tanlash juda muammoli vazifadir.

Sug'orish tizimlari kanallarini boshqarishni modellashtirish masalalarini yechishda qo'llaniladigan matematik modellarni tahlil qilib, ularni uchta asosiy guruhga bo'lish mumkin: statik modellar, konsentrlangan parametrlilik dinamik modellar va taqsimlangan parametrlilik dinamik modellar [1]. Ushbu modellar bir-biridan dastlabki taxminlar, kiruvchi ma'lumotlarning miqdori va turi, olingan natijalarning batafsillik darajasi bilan farqlanadi.

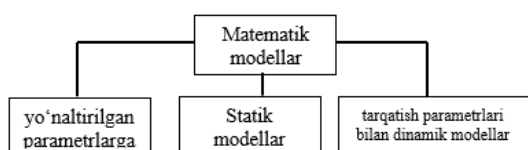


1-rasm. Suv xo'jaligi kompleksi.

Dunyoning aksariyat shaharlariga markazlashtirilgan suv ta'minoti tizimlari xizmat ko'rsatadi. Quyidagi 2-rasmda uning sxemasi ko'rsatilgan.



2-rasm. Markaziy suv ta'minotining tarkibiy qismlari.



3-rasm. Matematik modellarning turlari.

III. MASALANING YECHILSHI

Zamonaviy fanda suvning ochiq kanallarda harakatini tasvirlash uchun qisman differentsial tenglamalardan foydalaniladi

Sent-Venant. Eng keng tarqalgan shaklda ular shunday yozilishi mumkin:

- suv oqimi balansi tenglamasi

$$\frac{\partial Q}{\partial L} + \frac{\partial \omega}{\partial t} = 0 \quad (1)$$

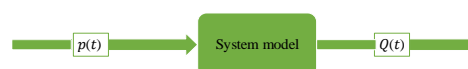
- dinamik muvozanat tenglamasi

$$i - \frac{\partial h}{\partial x} = \frac{Q^2}{K^2} + \frac{v}{g} \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} \quad (2)$$

bu yerda i - pastki qiyalik, Q , K , v - oqim tezligi, oqim moduli va o'rtacha kesma tezligi, ω , h - oqimning jonli kesimi va undagi chuqurligi, x - masofa, t - vaqt, g - tortishish konstantasi.

Daryo havzasini kirish omillarini - suyuq yog'ingarchilik va qor erishini havza oqimi gidrografiga aylantiruvchi konsentrlangan parametrlarga ega dinamik tizim sifatida ko'rish mumkin. Xuddi shu narsa daryo qismi uchun ham

amal qiladi. Sxematik ravishda bunday tizimlar quyidagicha ifodalanishi mumkin:



4-rasm. «Tizim modeli»

Bu yerda $p(t)$ - kiritish, a $Q(t)$ - t dan funksiyalar bo'lgan chiqish. Birlashtirilgan parametrlarga ega chiziqli dinamik tizimning kirishi va chiqishi o'rtasidagi munosabatning umumiy ifodasi nol boshlang'ich sharoitda quyidagi shaklda echilishi mumkin:

$$Q(t) = \int_0^t h(t, \tau) P(\tau) d\tau \quad (3)$$

funksiyasi t vaqt ichida tizimning t vaqtdagi bitta kirish impulsiga javobini ifodalaydi. Hidrologik tizimlarni $h(t, t)$ ta'sir funksiyasini o'z ichiga olgan tenglamalar ko'rinishida ifodalash uchun ko'plab taxminiy taxminlar mavjud.

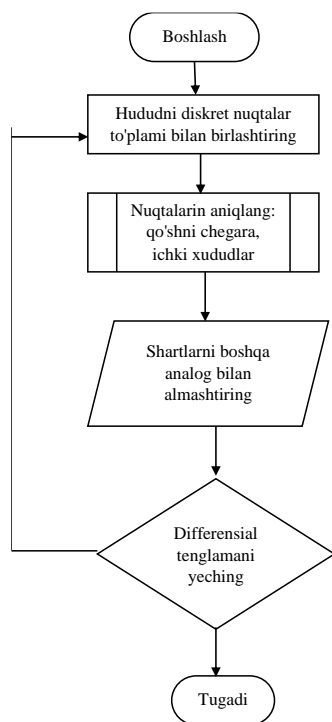
a_i va b_i koeffitsientlari vaqt bo'yicha doimiy bo'lsa, u holda tizim vaqt bo'yicha o'zgarmasdir va (3) tenglama Dyuhamel integraliga aylanadi:

$$Q(t) = \int_0^t h(t - \tau) P(\tau) d\tau. \quad (4)$$

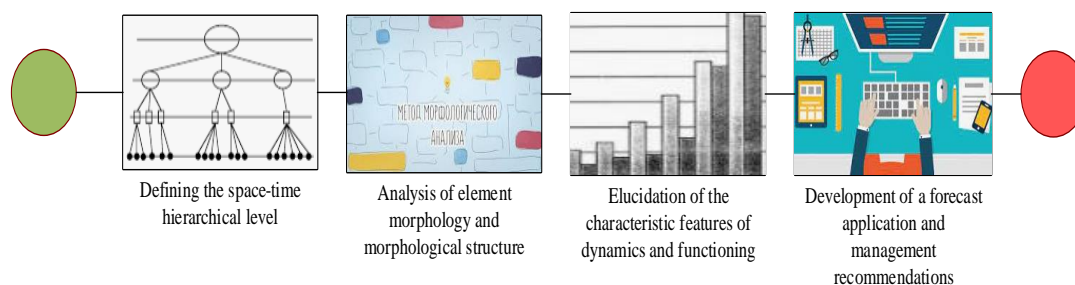
[2] da daryo uchastkalarida suvning beqaror oqimini hisoblash uchun modellardan foydalanilgan. Ularda daryo uchastkalari bir qancha kameralarga

bo‘linadi va kameralarning har biri uchun balans differensial tenglamasi tuziladi.

Deterministik usullar muammolarni kerakli aniqlik bilan hal qilishga imkon bermasa, biz qidiruv algoritmgiga tasodifiylik elementini ataylab kiritishimiz kerak. Keyin tasodifiylik o‘rganish ob‘ektining xatti-harakati va boshqaruv maqsadlari haqida ma’lumot to‘plash uchun xizmat qiladi. Birinchi marta qidiruvda tasodifiy xatti-harakatlarning foydalari haqidagi g‘oyani W.R. Ashby o‘zining “Miyaning qurilishi” kitobida ifodalagan, Rossiyada birinchilardan bo‘lib bu muammo bilan shug‘ullangan L.A. Rastrigin edi [2].



5-rasm. Differensial tenglamalarni sxema usulida yechish algoritmi.



6-rasm. Kichik suv havzalarini o‘rganish sxemasi.

Grid usulining mohiyati eritma joylashgan maydonni diskret nuqtalar to‘plami bilan almashtirishdir. Quyidagi 5-rasmda differensial tenglamalarni grid usuli yordamida yechishning eng oddiy algoritmi keltirilgan.

Farq sxemasining barqarorligi dastlabki ma’lumotlardagi va farq sxemasining o‘ng qismidagi kichik tebranishlar eritmaning bir xilda kichik vaqt o‘zgarishiga olib kelishini anglatadi. Cheklangan elementlar usuli gidrologiya muammolarini hal qilishning eng samarali usuli hisoblanadi, ammo u kam o‘rganilgan.

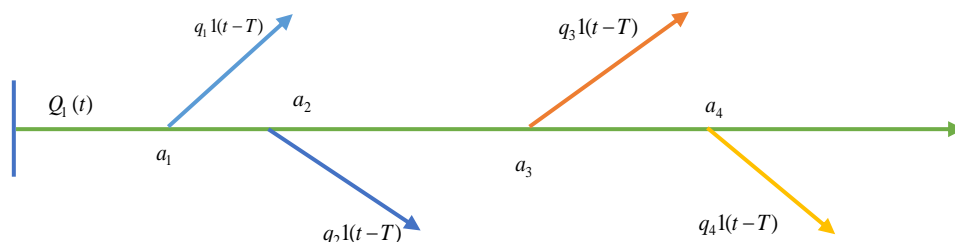
Kichik suv havzalari odatda morfometrik tahlil, aerofotosuratlar tahlili yordamida o‘rganiladi, bu erda siz qiyaliklarning tuzilishini, uzunligini, maydonlarini va o‘simlik qoplaminin xususiyatlarini batafsil ko‘rib chiqishingiz mumkin.

Kichik suv havzalarini o‘rganish sxemasi:

1. Fazo-vaqt ierarxik darajasining ta’rifi,
2. Element morfologiyasi va morfologik tuzilishini tahlil qilish,
3. Dinamika va faoliyatning xarakterli xususiyatlarini yoritib berish,
4. Prognoz qo‘llanilishi va boshqaruv tavsiyalarini ishlab chiqish. Quyidagi 6-rasmda kichik suv havzasini o‘rganish diagrammasi ko‘rsatilgan.

Yuqoridagi diagramma tadqiqotning chuqurligiga qarab farq qilishi mumkin, lekin u kichik suv havzalarini o'rganishning asosiy bosqichlarini tavsiflaydi.

Sug'orish tizimining mavjud suv resurslari o'rganilayotgan daryo havzasidagi suv miqdori bilan tavsiflanadi. Iqlim sharoiti, landshaft va atmosfera mintaqaning gidrologik siklini belgilaydi. To'g'ridan-to'g'ri suvni boshqarishga muqobil iqtisodiy usullardir. Ularning roli suvni tejashga erishish uchun sharoit yaratishdan iborat bo'lib, ularsiz suvni boshqarish usullari samarasiz bo'ladi.



7-rasm. Sug'orish kanali uchastkasining sxemasi.

Vazifaning asosiy maqsadi kanal qismining boshida suvni nazorat qilish orqali yon suv olish joylariga etkazib berilganda suv sarfini minimallashtirishdir [3]:

$$I = \int_0^t [Q(x, t) - Q^*]^2 dx dt + \int_t^T [Q(l, t) - Q^*]^2 dt \quad (5)$$

Quyidagi shartlar ostida:

$$\begin{cases} \frac{\partial Q(x, t)}{\partial t} + v \frac{\partial Q(x, t)}{\partial x} = q(x, t), \\ q(x, t) = -\sum_{i=1}^n q_i \delta(x - a_i) l(t - T), \\ Q(x, 0) = Q_0(x) \\ Q(0, t) = u(t) \\ x \geq 0, t \geq 0, \\ v > 0 \end{cases} \quad (6)$$

variatsiyalardagi tenglama quyidagi shaklga ega:

$$\frac{\partial \delta Q}{\partial t} + v \frac{\partial \delta Q}{\partial x} - \delta q = 0 \quad (7)$$

Shunday qilib, gidrotexnika inshooti bilan bog'langan uchastkalarining o'rta oqimida suv resurslari balansini o'rganish.

Sug'orish kanalining sxemasi. Kanalning tanlangan bo'limlarining matematik modeli sifatida biz Saint-Venant differentsial tenglamalarining soddalashtirilgan tizimini olamiz.

Sug'orish kanalining to'rtta suv olish joyi bo'lgan qismini ko'rib chiqaylik. Suv xo'jaligining vazifasi har bir suv olishning suv iste'moli vaqtida etkazib berishni ta'minlashdan iborat q_i .

Yuqoridagi tenglamalar sistemasi uchun differentsial tenglama chiziqli emas. Shuning uchun ham analitik yechimga erishish mumkin emas. Shunday qilib, yechim olish uchun siz raqamli usullarni qo'llashingiz kerak.

$$\delta(x - a_i) = \begin{cases} 1 \rightarrow (x - a_i) - \text{rational}, \\ 0 \rightarrow (x - a_i) - \text{irrational}. \end{cases}$$

$$l(t - \tau) = \begin{cases} -1 \\ 0 \\ 1 \end{cases}$$

Mavjud muammo chiziqli bo'lmaganligi sababli uni iterativ usul bilan hal qilish kerak.

Tenglama (7) bir nechta mustaqil o'zgaruvchilarni o'z ichiga oladi.

Tenglamalar sistemasidagi qo'shimcha shartlar bir necha nuqtada, boshqacha aytganda, mustaqil o'zgaruvchining turli qiymatlarida o'rnatilganligi sababli, bu

masala chegaraviy masala hisoblanadi. Quyidagi shartlar:

$$Q(x, 0) = Q_0(x), Q(0, t) = u(t), x \geq 0, t \geq 0, v > 0 - \text{chekka (yoki chegara).}$$

Funksiyaning o'zgarishini quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$\delta I = \int_0^l 2[Q(x, T) - Q^*] \delta Q(x, T) dx \quad (8)$$

O'zgaruvchi λ kiritilganda:

$$\iint_{\infty}^{Tl_1} \left[\frac{\partial \delta Q}{\partial t} + v \frac{\partial \delta Q}{\partial x} - \delta q \right] \lambda dx dt \quad (9)$$

hamda (9) dan (8) ayirish natijasida quyidagi hosil bo'ladi:

$$\delta I = \int_0^l 2(Q(x, T) - Q^*) \delta Q(x, T) dx - \int_0^T \int_0^{l_1} \left[\frac{\partial \delta Q}{\partial t} + v \frac{\partial \delta Q}{\partial x} - \delta q \right] \lambda dx dt, \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \iint_{0^0}^{Tl} \left[\lambda \frac{\partial \delta Q}{\partial x} \right] dx dt &= \int_0^l [\lambda \delta Q]_0^T - \int_0^T \left[\frac{\partial \lambda}{\partial x} \delta Q \right] dt = \\ &= \int_0^l [\lambda(x, T) \delta Q(x, T) - \lambda(x, 0) \delta Q(x, 0) - \\ &\quad - \int_0^T \left[\frac{\partial \lambda}{\partial x} \delta Q \right] dt] dx \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \iint_{0^0}^{Tl} \left[\lambda \frac{\partial \delta Q}{\partial x} \right] dx dt &= \int_0^T [\lambda \delta Q]_0^l - \int_0^l \left[\frac{\partial \lambda}{\partial t} \delta Q \right] dt = \\ &= \int_0^T [\lambda(l, T) \delta Q(l, T) - \lambda(0, t) \delta Q(0, t) - \\ &\quad - \int_0^l \left[\frac{\partial \lambda}{\partial t} \delta Q \right] dt] dx \end{aligned}$$

(8) va (9) iboralarni hisobga olib, funksiyaning o'zgarishini quyidagi shaklda yozamiz:

$$\delta I = \int_0^e [2[Q(x, T) - Q^*] \delta Q(x, T)] dx - \int_0^T v [\lambda(l, t) \delta Q(l, t) - \lambda(0, t) \delta Q(0, t) +$$

$$\begin{aligned} &+ \int_0^l \left[\frac{\partial \lambda}{\partial x} \delta Q \right] dx] dt + \\ &+ \int_0^l \lambda(x, T) \delta Q(x, T) - \lambda(x, 0) \delta Q(x, 0) + \\ &+ \int_0^T \left[\frac{\partial \lambda}{\partial t} \delta Q \right] dt] dx \end{aligned}$$

Biz boshlang'ich va chegaraviy shartlarning o'zgarishini hisoblaymiz:

$$\delta Q(x, 0) = 0, \delta Q(0, t) = \delta u(t)$$

Funksional o'zgarishlarni boshlang'ich va chegaraviy shartlarning o'zgarishini hisobga olgan holda qayta yozamiz:

$$\begin{aligned} \delta I &= \iint_{0^0}^{lT} \left(\frac{\partial \lambda}{\partial t} - v \frac{\partial \lambda}{\partial x} \right) \delta Q dx dt + \\ \delta &+ \int_0^l [2[Q(x, T) - Q^*] + \lambda(x, T)] \delta Q(x, t) dx + \\ &+ \int_0^T v [\lambda(l, t) \delta Q(l, t) - \lambda(0, t - 1) \delta Q(0, t) \\ &\quad - \lambda(0, t) \delta u(t)] dt \end{aligned}$$

Biz o'zgaruvchini tanlaymiz λ , shunda u boshlang'ich va chegara shartlari bilan quyidagi tenglamani qondiradi:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \lambda}{\partial t} - v \frac{\partial \lambda}{\partial x} &= 0 \\ \lambda(x, t) &= -2[Q(x, T) - Q^*] \\ \lambda(0, t) &= 1, \lambda(l, t) = 0, \end{aligned}$$

Keyin funksiyaning o'zgarishi quyidagi shaklga ega bo'ladi:

$$\delta I = \int_0^T [v \lambda(l, t) \delta Q(l, t) - \lambda(0, t) \delta u(t)] dt.$$

Shunday qilib, to'g'ri to'lqinli modelda suvni optimal boshqarish uchun zarur shart quyidagicha ifodalanadi: boshqaruv optimal bo'lishi uchun quyidagi shart bajarilishi kerak

$$\lambda(l, t) \delta Q(l, t) - \lambda(0, t) \delta u(t) = 0 \quad (11)$$

cheklash zonasi ichida. Tenglamaning (11) chap tomonidagi mos qiymatlar, agar

pastki chegaralarni boshqarishga erishilgan bo'lsa, ijobiy bo'lmagan va yuqori chegaralarni boshqarishga erishilgan bo'lsa, manfiy bo'lmashligi kerak [4].

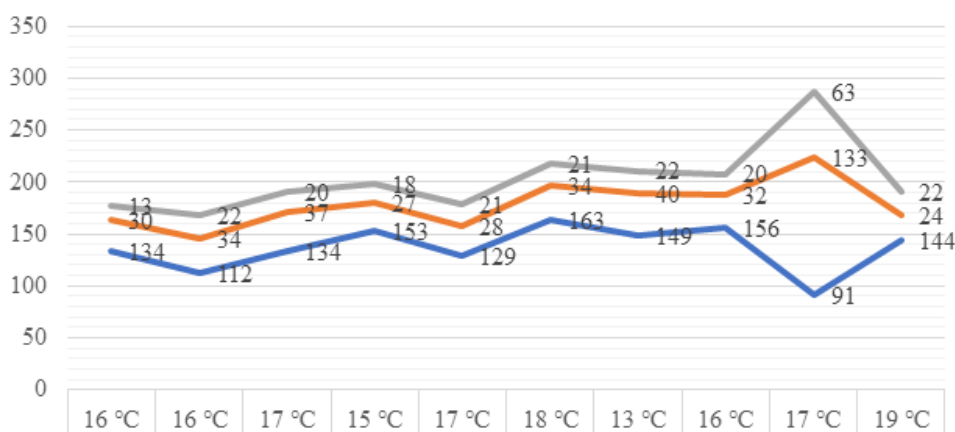
Ushbu tadqiqotda qayta ishlash va tajribalar o'tkazish uchun Zarafshon daryosining o'rta oqimida o'rganildi:

Ushbu maqolada doirasida Zarafshon daryosining o'rta oqimida sug'orish tizimining suv resurslarini boshqarishni modellashtirish muammosini hal qilish uchun 2010-2020 yillar davomida uchta kanal bo'yicha (10 yil davomida) kunlik suv iste'moli o'rganildi: Suv iste'moli to'g'risidagi ma'lumotlar ushbu maqola ishi doirasida ishlab chiqilgan dasturning

yakuniy hisob-kitobi kunigacha olinadi. Shuningdek, o'rganilgan materiallarda har bir kanalning oylik oqim tezligi million m^3 /sek ekanligi aniqlandi.

Zarafshon daryosining o'rta oqimida uzoq muddatli statistik ma'lumotlarni tuzish uchun uzunligi 112,9 km qismi tanlab olindi. Zarafshon daryosining quvvati $57 m^3/s$, bog'langan maydoni 26871 ga, shundan 124 ga paxta, 4211 ga don, 22536 ga boshqa ekinlar yetishtirilishi aniqlandi.

Samarqand shahar xudidan oqib o'tadigan Zarafshon daryosi suv oqimining tezligi o'rtacha yillik haroratga bog'liqligi aniqlandi (8-rasm).



8-rasm. Oqim tezligining haroratga bog'liqligi.

IV. XULOSA

Maqolada suv resurslarini boshqarishning matematik modellarini tahlil qilish amalga oshirilgan bo'lib Sen-Venant qisman differensial tenglamalari model sifatida tanlangan. Kerakli konvergensiya shartlarini joriy etish bilan suv resurslarini boshqarishning matematik apparati ishlab chiqiladi. Tahlilning asosiy prinsipial jihati shundaki u suvlarining turli xil yondashuvlarini yer qatlamlarining filtrlash jarayonini o'rganishga olib keladi [6-7]. Umumiy holatda, yer osti suvlarining oqimlaridan suv omborlarining gidrologik rejimi mustaqil ravishda meteorologik va

gidrologik omillar ta'siri ostida shakllanadi.

Ushbu maqolada kanallardagi suv oqimi tezligi haroratning funksiyasi sifatida ko'rib chiqildi hamda uning o'zgarish dinamikasi havo haroratiga bog'liqligi ko'rsatilib o'tildi.

ADABIYOTLAR

- [1] E.B.Aydarov, A.B.Aydarova. Suv resurslarini optimal boshqarishni o'rgatishning innovatsion usullari. Ta'limda zamonaviy axborot texnologiyalaridan foydalanishning innovatsion usullari. 133-135-betlar. 2020.

- [2] E.B.Aydarov, A.B.Aydarova. Tarqalgan sug'orish tizimlarining suv resurslarini boshqarish jarayonlari. Fundamental fan va amaliyot integratsiyasi: muammolar va istiqbollar. Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi. 151-153-bet. 2018.
- [3] A. B. Aydarova. Sug'orish tizimlarida suv resurslarini boshqarishning matematik modellari. Texnik fanlar. 5-jild, 3-son. 64-70-bet. 2020.
- [4] A. B. Aydarova. Suv resurslarini optimal boshqarish shartlari. Ta'lim fanlari bo'yicha akademik tadqiqotlar. 1-jild, 3-son. p. 234-239. 2020.
- [5] M. S. Yoqubov, A. B. Aydarova. ULM mintaqalarida suv resurslarini oqilona taqsimlash modellari. Ilmiy taraqqiyot. p. 15-16. 2017 yil.
- [6] Djumanov J., Abduvaitov A. Geoaxborot tizimlari va texnologiyalari asosida yer osti suvlari holatining monitoringi/ Axborot fanlari va kommunikatsiya texnologiyalari bo'yicha xalqaro konferensiya: ilovalar, tendensiyalar va imkoniyatlar, ICISCT 2021, 2021.
- [7] Djumanov J., Xushvaqtoev S., Mirsoatov A., Anorboev E., Ma'mirov F. /Gidrogeologik tadqiqotlarda geoaxborot texnologiyalarini qo'llash /Axborot fanlari va kommunikatsiya texnologiyalari bo'yicha xalqaro konferensiya: ilovalar, tendensiyalar va imkoniyatlar, ICISCT 2021, 2021

Поступила в редакцию 18.10.2022

Citation: Abduvaitov A. (2022). Yer usti va yer osti suv resurslarini boshqarishning matematik va amaliy modellari. Raqamli texnologiyalarning nazariy va amaliy masalalari xalqaro jurnali. 2(2). – B. 129-137.

MATHEMATICAL AND PRACTICAL MODELS OF SURFACE AND GROUNDWATER RESOURCES MANAGEMENT

Abduvaitov A.¹

¹ Samarkand branch of Tashkent University of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Samarkand, Uzbekistan
aabduvaitov82@gmail.com

Abstract. *This article presents a classification of mathematical and practical models for the optimal distribution of water resources. The paper also substantiates the need to develop a new model of water management for distributed irrigation systems. In this scientific work, the work of republican and foreign researchers in the field of water resources management has been comprehensively studied.*

Keywords: *water resources, optimal distribution, distributed irrigation systems, mathematical models, management, classification.*

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Абдуваитов А.¹

¹Самаркандский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хорезми, Самарканд, Узбекистан
aabduvaitov82@gmail.com

Аннотация. В данной статье представлена классификация математических и практических моделей оптимального распределения водных ресурсов. В работе также обоснована необходимость разработки новой модели управления водными ресурсами для распределенных оросительных систем. В данной научной работе всесторонне изучен труд республиканских и зарубежных исследователей в области управления водными ресурсами.

Ключевые слова: водные ресурсы, оптимальное распределение, распределенные оросительные системы, математические модели, управление, классификация.