



GIDROTEXNIKA INSHOOTLARIDA SUV SATHINI ROSTLASHDA  
TIZIMNING MATEMATIK MODELII.

**Tojiboyev Suhrobxon Ja'farovich**

*Qarshi Xalqaro Universiteti Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent*

[Suxrobxon.uz@gmail.com](mailto:Suxrobxon.uz@gmail.com)

Telefon: +998916421733

**Annotatsiya.** *Ushbu maqolada gidrotexnika inshootlarida suv sathini avtomatik rostdash tizimining matematik modeli ko'rib chiqilgan. Suv sathining o'zgarishiga ta'sir etuvchi omillar tahlil qilinib, avtomatik rostdash tizimining funksional va tarkibiy sxemalari ishlab chiqilgan. Tizimning dinamik xususiyatlarini aniqlashda amplituda va faza-chastota xarakteristikalaridan foydalanilgan. Shuningdek, avtomatik rostdash tizimining turg'unligi baholanib, rostdash koeffitsiyentlarini aniqlash masalalari yoritilgan. Olingan natijalar gidrotexnika inshootlarida suv sathini samarali boshqarish va avariya holatlarining oldini olish imkonini beradi.*

**Kalit so'zlar:** *gidrotexnika inshootlari, suv sathi, matematik model, avtomatik rostdash tizimi, funksional sxema, tarkibiy sxema, amplituda xarakteristikasi, faza-chastota xarakteristikasi, turg'unlik, rostdash koeffitsiyenti.*

**Abstract.** *This article examines the mathematical model of an automatic water level control system in hydraulic engineering structures. Factors affecting water level fluctuations are analyzed, and functional as well as structural diagrams of the automatic control system are developed. Amplitude and phase-frequency characteristics are used to determine the dynamic properties of the system. In addition, the stability of the automatic control system is evaluated, and issues related to determining control coefficients are discussed. The obtained results make it possible to effectively manage water levels in hydraulic structures and prevent emergency situations.*

**Keywords:** *hydraulic engineering structures, water level, mathematical model, automatic control system, functional diagram, structural diagram, amplitude characteristic, phase-frequency characteristic, stability, control coefficient.*

**Аннотация.** *В данной статье рассмотрена математическая модель системы автоматического регулирования уровня воды в гидротехнических сооружениях. Проанализированы факторы, влияющие на изменение уровня воды, а также разработаны функциональная и структурная схемы системы автоматического регулирования. Для определения динамических характеристик системы использованы амплитудная и фазо-частотная характеристики. Кроме того, проведена оценка устойчивости системы автоматического регулирования и рассмотрены вопросы определения коэффициентов регулирования. Полученные результаты позволяют эффективно управлять уровнем воды в гидротехнических сооружениях и предотвращать аварийные ситуации.*





## TANQIDIY NAZAR, TAHLILIIY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'OYALAR



**Ключевые слова:** гидротехнические сооружения, уровень воды, математическая модель, система автоматического регулирования, функциональная схема, структурная схема, амплитудная характеристика, фазо-частотная характеристика, устойчивость, коэффициент регулирования.

### KIRISH

Bugungi kunda suv resurslaridan samarali foydalanish, sug'orish tizimlari va gidrotexnika inshootlarining ishonchli ishlashini ta'minlash muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Suv xo'jaligi obyektlarida suv sathining me'yoriy qiymatda saqlanishi qishloq xo'jaligi ekinlarini suv bilan ta'minlash, suv resurslarini tejash hamda gidrotexnika inshootlarining xavfsiz ishlashini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

### Dolzarbligi

Magistral kanallar va ularning tarmoqlarida suv sarfining keskin o'zgarishi natijasida suv sathining me'yoridan oshib ketishi yoki kamayishi kuzatiladi. Bunday holatlar nasos stansiyalarining to'xtashi, avariya vaziyatlari, toshqin va jala suvlari oqimi ta'sirida yuzaga kelishi mumkin. Natijada kanal qirg'oqlarining yemirilishi, inshootlarning shikastlanishi hamda suv taqsimotining buzilishi kabi salbiy oqibatlar kelib chiqadi. Shu sababli suv sathini avtomatik rostlash tizimlarini takomillashtirish va ularning matematik modellarini ishlab chiqish dolzarb ilmiy-amaliy masala hisoblanadi.

### Maqsadi

Gidrotexnika inshootlarida suv sathini avtomatik rostlash tizimining matematik modelini ishlab chiqish, tizimning funksional va tarkibiy sxemalarini tahlil qilish hamda uning dinamik xususiyatlarini aniqlashdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun avtomatik rostlash tizimi elementlari tanlandi, tizimning funksional va tarkibiy sxemalari tuzildi, amplituda hamda faza-chastota xarakteristikalari asosida tizimning dinamik tavsiflari va turg'unlik ko'rsatkichlari tadqiq qilindi.

### ASOSIY QISM

Gidrotexnika inshootlari yordamida har xil suv xo'jaligi tadbirlari amalga oshiriladi, suv sathi va suv sarfi rostlanadi, uni manbadan ma'lum sifatda va istalgan vaqtda kerakli miqdorda olib, zarur joylarga yetkazib beriladi.

Bosh kanal va uning tarmoqlariga beriladigan suv sarfi ayrim davrlarda hisobiy suv sarfidan yuqori bo'ladi va natijada kanaldagi normal suv sarfining ko'tarilishiga olib keladi. Kanaldagi suv sarfini oshishi bosh kanal va tarmoqlarda avariya yuz berganda, katta kanaldan suv oluvchi nasos stansiyalarining to'xtashi, toshqin va jala suvlarining kanalga quyilishiga sabab bo'ladi.

Kanaldagi suv sarflarining oshishi suv sathi ko'tarilishiga olib keladi va ba'zi bir hollarda suv kanal qirg'og'i ustidan oshib quyilishi mumkin. Suv sarflarining hisobiy qiymatdan oshishi kanalning buzilishiga olib keladi. Kanal buzilishlarining oldini olish uchun unda avariya holatidagi suv tashlagichlar o'rnatiladi. Kanallarda avariya holati uchun suv

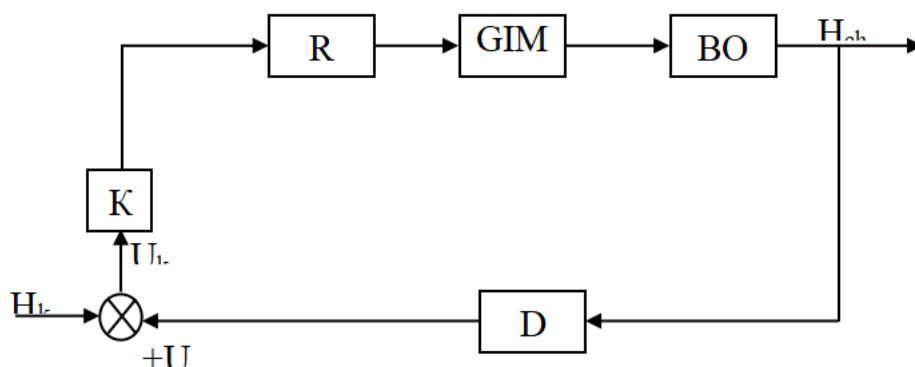




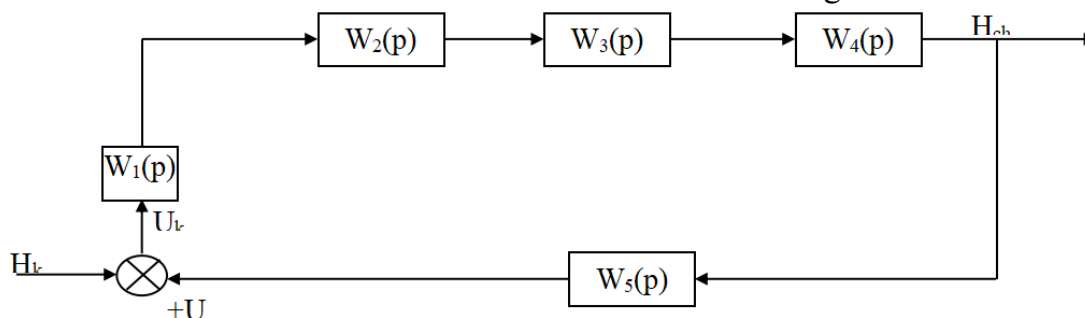
tashlagichlar avtomatik va boshqariladigan turlarga bo‘linadi. Biz tuzayotgan modelimiz avtomatik rostlanayotgan tizim uchundir.

Gidrotexnika inshootlarida suv sathini rostlash dinamik xususiyatlarini aniqlash maqsadida tizimning matematik modelini ishlab chiqamiz. Avtomatik rostlash tizimining elementlarini tanlab, ularning funksional va tarkibiy sxemalarini tuzamiz. Tarkibiy tuzilish sxemasidan avtomatik rostlash tizimining dinamik xususiyatlarini aniqlashda foydalanamiz. Avtomatlashtirish tizimlaridagi funksional sxemalar qurilmalar, bloklari alohida elementlarni boshqaruv tizimi tarkibida ularning ish jarayonida bir-biri bilan ta’sirini ifodalaydi. Grafik ravishda avtomatika elementining alohida qismlari to‘rtburchak shaklida ular orasidagi bog‘lanishlar esa signalning o‘tish yo‘liga mos yo‘nalishdagi strelkalar bilan ko‘rsatiladi.

Gidrotexnika inshootlarida suv sathini rostlashning funksional sxemasi 1-rasmda keltirilgan. Bu sxema kuchaytirgich K, rostlagiya va gidravlik ijro mexanizmi IM. O‘zgaruvchan tok elektrlari kanalidagi suv sarfi boshqaruv obyektiga nisbatan tashqi ta’sir hisoblanadi. Datchik o‘rnida esa sezgir element va o‘zgartgichdan foydalanamiz.



1- rasm. Hidrotexnika inshootlarida suv sathini rostlashning funksional sxemasi



## 2. Tarkibiy sxemasi

$$W_1(p) = \frac{1}{0,02p^2 + 0,2p + 1}$$

$$W_2(p) = \frac{2}{p + 1}$$





$$W_3(p) = \frac{2p+2}{p+1}$$

$$W_4(p) = 6$$

$$W_5(p) = 0,5$$

Avtomatik roslash tizimining barqarorligini Nayskvist-Mixaylov mezoni bo'yicha aniqlash

Tizimni amplituda faza-chastota xarakteristikasini aniqlash orqali tizim uchun kechishi vaqti topiladi. Xarakteristikani qurishda bizga amplituda chastota va faza-chastota xarakteristikalari kerak bo'ladi .

$$A(\omega) = \frac{K}{\sqrt{T^2\omega^2 + 1}} \quad \text{Amplituda chastota xarakteristikasi}$$

$$\varphi(\omega) = -\arctg T\omega \quad \text{Faza-chastota xarakteristikasi}$$

Keltirilgan avtomatlashtirish vositalarini tanlash bo'yicha elementlarning statik va dinamik xususiyatlaridan foydalanamiz

**k = 1,2**

**T=800 s**

**ϕ = 600 s**

$$A(\omega) = \frac{K}{\sqrt{T^2\omega^2 + 1}}$$

$$A_1(\omega)_1 = \frac{1,2}{\sqrt{800^2 \cdot 0,0014^2 + 1}} = \frac{1,2}{1,5} = 0,8$$

$$A_2(\omega) = \frac{1,2}{\sqrt{800^2 \cdot 0,0021^2 + 1}} = \frac{1,2}{2,16} = 0,74$$

$$A_{31}(\omega)_1 = \frac{1,2}{\sqrt{800^2 \cdot 0,0028^2 + 1}} = \frac{1,2}{2,45} = 0,49$$

$$A_4(\omega) = \frac{1,2}{\sqrt{800^2 \cdot 0,0035^2 + 1}} = \frac{1,2}{2,97} = 0,4$$

$$A_5(\omega)_1 = \frac{1,2}{\sqrt{800^2 \cdot 0,0042^2 + 1}} = \frac{1,2}{3,5} = 0,34$$

$$A_6(\omega)_1 = \frac{1,2}{\sqrt{800^2 \cdot 0,0049^2 + 1}} = \frac{1,2}{4,04} = 0,3$$





## TANQIDIY NAZAR, TAHLILIIY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'OYALAR



$$\varphi_1 = -\arctg 800 \cdot 0,0014 = -\arctg 1,12 = 55^\circ$$

$$\varphi_2 = -\arctg 800 \cdot 0,0021 = -\arctg 1,68 = 62^\circ$$

$$\varphi_3 = -\arctg 800 \cdot 0,0028 = -\arctg 2,24 = 96^\circ$$

$$\varphi_4 = -\arctg 800 \cdot 0,0035 = -\arctg 2,8 = 109^\circ$$

$$\varphi_5 = -\arctg 800 \cdot 0,0042 = -\arctg 3,36 = 114^\circ$$

$$\varphi_6 = -\arctg 800 \cdot 0,0049 = -\arctg 3,92 = 121^\circ$$

$$\alpha = \omega\tau$$

$$\alpha_{11} = 0,0014 \cdot 600 = 30^\circ$$

$$\alpha_2 = 0,0021 \cdot 600 = 50^\circ$$

$$\alpha_3 = 0,0028 \cdot 600 = 70^\circ$$

$$\alpha_4 = 0,0035 \cdot 600 = 90^\circ$$

$$\alpha_5 = 0,0042 \cdot 600 = 100^\circ$$

$$\alpha_6 = 0,0049 \cdot 600 = 220^\circ$$

$$B_1D_1 = \frac{OB_1}{Tn\omega} = \frac{0,4}{200 \cdot 0,0035} = 0,6$$

$$B_2D_2 = \frac{OB_2}{Tn\omega} = \frac{0,34}{200 \cdot 0,0042} = 0,4$$

$$B_3D_3 = \frac{OB_3}{Tn\omega} = \frac{0,3}{200 \cdot 0,0049} = 0,3$$

$$B_1E_1 = \frac{0,}{400 \cdot 0,0035} = 0,3$$

$$B_2E_2 = \frac{0,}{400 \cdot 0,0042} = 0,23$$

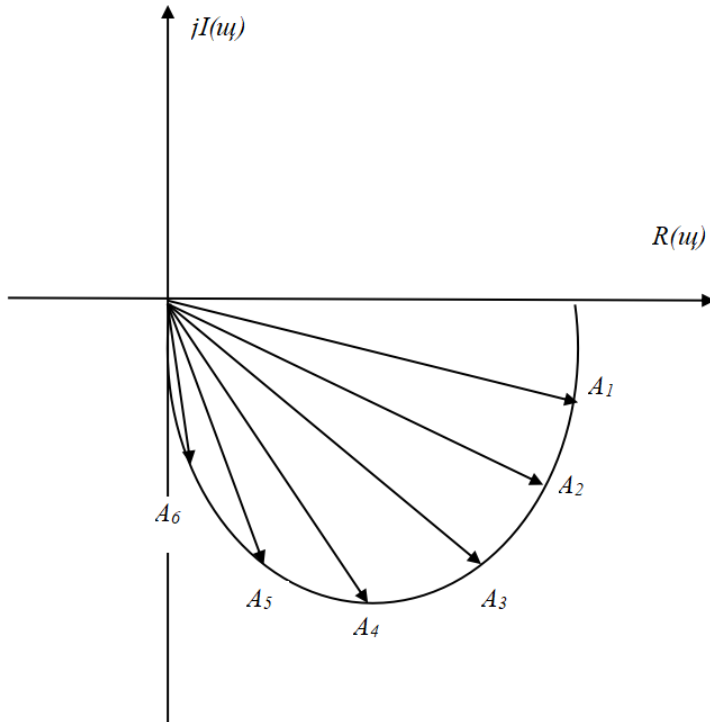
$$B_3E_3 = \frac{0,}{400 \cdot 0,0049} = 0,2$$

To'plangan tizim uchun turg'unlik aniqlangandan so'ng roslash koeffitsiyenti (kr) lari aniqlanadi. Bunday tizim turg'unlik chegarasi va roslash koeffitsiyenti godografida ko'riladi.

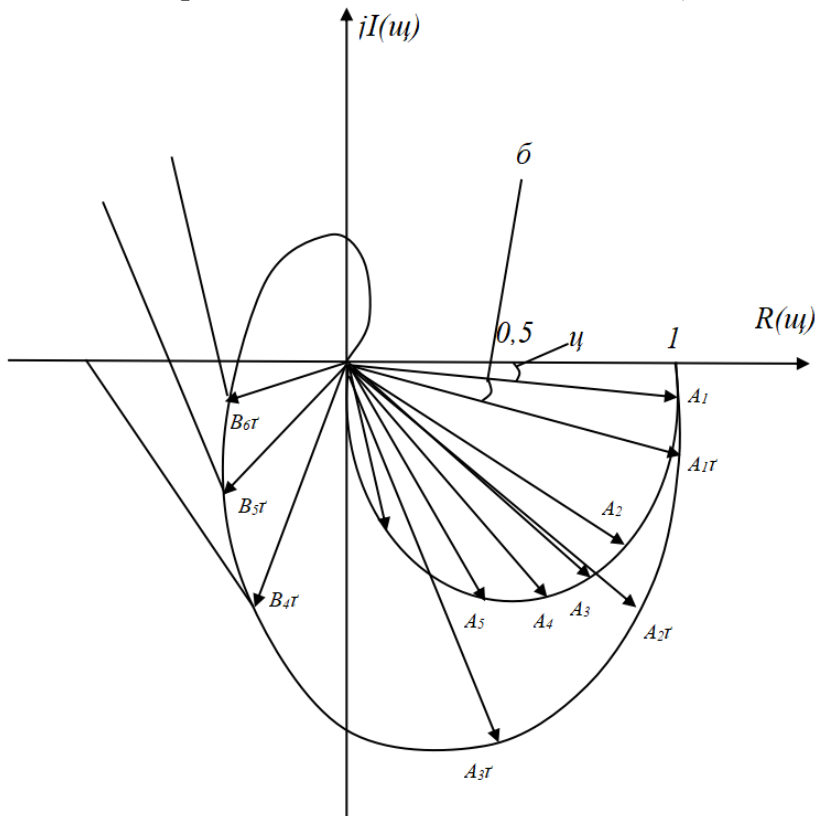
$$K_{p1} = \frac{1}{OB_1} = \frac{1}{0,6} = 1,7$$

$$K_{p2} = \frac{1}{OB_2} = \frac{1}{0,34} = 2,9$$

$$K_{p3} = \frac{1}{OB_3} = \frac{1}{0,3} = 3,3$$



3.-rasm. Amplituda faza chastota xarakteristika (kechikish vaqtiga ega bo'lmagan)



4-rasm. Amplituda faza chastota xarakteristika (kechikish vaqtiga ega bo'lgan)

### XULOSA

Gidrotexnika inshootlarida suv sathini avtomatik rostdash tizimining matematik modeli ishlab chiqildi va uning asosiy dinamik tavsiflari tahlil qilindi. Tizimning funksional hamda tarkibiy sxemalari yordamida boshqaruv jarayonining ishlash prinsipi o'rganildi. Amplituda





## TANQIDIY NAZAR, TAHLILIIY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'OYALAR



va faza-chastota xarakteristikalari asosida tizimning turg'unlik holati baholandi hamda rostlash koeffitsiyentlari aniqlandi. Tadqiqot natijalari avtomatik rostlash tizimlaridan foydalanish suv sathini me'yoriy qiymatlarda ushlab turish, gidrotexnika inshootlarining ishonchliligini oshirish va favqulodda holatlarning oldini olishda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatdi.

### Adabiyotlar ro'yxati.

1. Газиева Сув хўжалигидаги технологик жаранларни автоталаштириш Т. 2007 й.
2. Автоматизация и АСУТП В М.З. Ганкин Комплексная водохозяйственных систем. М. 1990 г.
3. Ключев А. С., Глазов Б. В., Миндин М. Б. Техника чтения схем автоматического управления и технической контроле, Энерго-атомиздательство, 1983.
4. И.Ф Бородин, Н.М. Недилько Автоматизация технологических процессов. М.,, Агропромиздат, 1986. -386 с
5. Arifjanov A. et al. Groundwater Level Analyse In Urgench City With Using Modflow Modeling And Forecasting System //E3S Web of Conferences. EDP Sciences, 2021. Т. 263. С. 03010.
6. Arifjanov A. et al. RETRACTED: Hydraulic model of digitalization of water accounting under the sluice gate //E3S Web of Conferences. - EDP Sciences, 2024. Т. 538.С. 01024.
7. O'G T. S. J. F. et al. Gidrotexnik inshootlarda suv hisobini raqamlashtirishda innovatsion texnologiyalar //Илм-фан ва инновацион ривожланиш/Наука и инновационное развитие. 2024. Т. 7. №. 3. -С. 93-99.