



## “НАСОС СТАНЦИЯСИНИНГ ИШЛАШ ЖАРАЁНИНИ ОПТИМАЛ БОШҚАРИШ АЛГОРИТМИ”

О.Ш.Эгамбердиев<sup>1</sup>

Тадқиқодчи

А.Хамдамов<sup>2</sup>

Тадқиқодчи,

Ж.Ўзбеков<sup>3</sup>

Тадқиқодчи

С.Рахмонқулова<sup>4</sup>

Тадқиқодчи

Н.Халилов<sup>5</sup>

Тадқиқодчи

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7148129>

### ARTICLE INFO

Received: 30<sup>th</sup> September 2022

Accepted: 03<sup>rd</sup> October 2022

Online: 05<sup>th</sup> October 2022

### KEY WORDS

### ABSTRACT

*Ушбу мақолада насос станциясини ишлаш режимини самарали бошқариш насос агрегатларининг миқдорини ва ишлаб турган насос агрегатларини тартиб рақамини аниқлашдан иборат, ҳамда берилган сув билан таъминлаш жадвалини (графикини) бажариш учун истеъмол қилинаётган энергия қувватини минимал қийматини таъминлашдан иборатдир.*

Ҳозирги кунда насос станциялари каскадларини сув билан таъминлаш жараёни марказий диспетчер хизмати ёрдамида амалга оширилади. Диспетчер томонидан қарор қабул қилиш жараёни реал вақтда сувни узатиш жараёнининг ҳолатини режалаштирилган жадвал билан таққослашга ва бу таққослаш натижасидан келиб чиққан ҳолда ўзининг шахсий тажрибаси ва интуицияси асосида мумкин бўлган вақт оралиғида самарали ташкил этиш учун амалга оширилади.

Насос станцияси нормал ишлатилганда диспетчер насос станцияларидан ҳар олти соат мобайнида ахборот олиб туради, истеъмолчилар параметрлари тўғрисида ҳар бир соатда маълумот олади ва уларни таҳлил қилади [8,9,10].

Диспетчер каскаддаги ҳолатга қараб, таҳлил натижасига асосланган ҳолда

сувни узатишни бошқариш жараёни учун қарор қабул қилади. Олинган натижалар асосида насос станцияларида насос агрегатлар ишга туширилади ёки тўхтатилади, насос станциялари самарадорлигини насос агрегатларининг куракларини маълум бир бурчакка буриш билан ўзгартиради. Яъни сув узатиш жараёнини бошқариш қўл билан диспетчерлик бошқарув асосида амалга оширилади [2,3,4].

Демак, сув узатиш жараёнини бошқариш қарор қабул қилишнинг энг содда усулларига асосланган. Курилмаларни ва бошқа техник воситаларни бошқариш жараёнлари қўлда, содда равишда олиб борилади. Диспетчер ва бошқариладиган объектлар орасидаги боғланиш эса телефон ёки факс курилмалари



ёрдамида амалга оширилади. Бундай бошқаришда электр энергияни сувни кўтариш учун ортиқча сарфлашга, сув ресурсларидан ортиқча фойдаланишга ва сувни исроф этишга натижада сув узатиш жадвалининг бажарилмаслигига олиб келади [2,8,9].

Ушбу тадқиқот ишининг асосий мақсади, электр энергияси истеъмолини минималлаштириш ва насос станциясининг турли иш режимларини тадқиқ этиш билан насос станцияси сув узатиш графигида сув узатиш хатолигини сезиларли даражада камайтиришдан иборат.

Ушбу масалани ҳал этишда бериладиган маълумотлар қуйидагилар:

- режалаштирилган сувни узатиш ҳажми;
- насос агрегатлари сони;
- насос станциясидаги ҳар бир насос агрегатининг ҳолати;
- ҳар бир насос агрегатининг босимли қувурдаги зарур босим таъминланишидан иборат.

Талаб этиладиган параметрлар эса ишлаб турувчи насос агрегатларининг тартиб рақамлари ва ҳолати ҳисобланади. Бунда сувнинг талаб этилган ҳажмини, таъминлашда йўқотишлар минимал ва минимал электр энергия сарфланиши зарур. Фараз қилайлик, бошқарилаётган жараён қуйидаги соҳада бўлсин:

$$D = \begin{cases} j_{\min} < j < j_{\max}, \\ \underline{H}_c < H < \overline{H}_\sigma \end{cases} \quad (1)$$

Бу ерда  $j_{\min}$  ва  $j_{\max}$  – насос агрегатларининг куракларининг бурилиш бурчакларининг минимал ва

максимал мумкин бўлган қийматлари,  $\underline{H}_c$ ,  $\overline{H}_\sigma$  – насос станциясининг аванкамерадаги сув сатҳи ва сув чиқариш жойидаги сув сатҳи.

Юқоридаги (1) формуладаги шартни қаноатлантириш учун қуйидаги функцияларни минималлаштириш талаб этилади.

$$N_{nc} = \sum_{i \in M_p} c_{nc} \rightarrow \min$$

(2)

Бу ерда  $N_{nc}$  –насос станциясида истеъмол қилинган умумий электр энергияси;

$C_{nc}$  – қуйидаги кўринишда чегарани қаноатлантирган ҳолда  $i$ -чи насос станцияси истеъмол қилган электр энергия

$$\left| \sum_{i \in M_p} Q_i - Q_n \right| \leq \varepsilon$$

(3)

Юқорида келтирилган насос станциясини бошқариш масаласи «қийин ечиладиган масала» синфига тегишли бўлиб, бундай масалаларни самарали ечиш усуллари мавжуд эмас.

Аммо, дастлабки масалани қўйилишидан (2,3) ифодалар самарали ечим усулида ечиладиган масалага ўтиш мумкин. Юқоридаги масалада сувни узатишда нисбий хатоликни минималлаштириш муаммосини ҳал этиш мумкин. Хатоликни режали сувни узатиш ҳажми билан ( $Q_{режа}$ ) ҳақиқий сувни узатиш ҳажми орасидаги фарқ (тафовут) кўринишида қуйидагича ифодалаш мумкин:



$$\sum_{i=1}^m = \sum_{j=1}^{n_i} q_{ij} \cdot x_{ij}$$

(4)

Бунда насос станциясининг ишлаш жараёнини қуйидаги кўринишда ифодалаш мумкин:

$$\left| \sum_{i=1}^m \cdot \sum_{j=1}^{n_i} q_{ij} x_{ij} - Q_{plan} \right| \leq \varepsilon,$$

$$\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \leq 1, \quad (i = 1, 2, 3, \dots, m)$$

Бу масала ечимини топиш учун умумлашган тенгсизликлар усули самарали алгоритмидан фойдаланиши мумкин. Бунинг учун Буль дастурлаш масаласи ифодасини бошқача қуйидаги шаклга ўтказамиз:

$$f(x) = \frac{(a, x)}{(b, x)} = \frac{\sum_{k=1}^l a_k x_k}{\sum_{k=1}^l b_k x_k} \rightarrow \max_{x_k \in \{0;1\}}$$

(7)

Бу ерда матрица  $q_{ij}, c_{ij}, x_{ij}$  ( $i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n_i$ ) қуйидаги векторларга ўзгартирилган  $a_k, b_k, x_k$  ( $k=1,2,\dots,l$ ).

Маълумки, (4)-(6) ифодаларнинг ечимини (умумлаштирилган тенгсизликлар усули билан) аввал (7) масала ечимини топамиз. Бу ечим учун биринчи навбатда (6) шартни қаноатлантириши текширилади, сўнгра (5)шарт ҳам текширилади.

Агар (6) шарт бузилса у ҳолда дарҳол (6) ифодадаги ўзгарувчининг индекси  $i$  биттага орттирилиб, кейинги насос агрегатига ўтилади. Бу текшириш давомида жорий насос агрегатининг қолган ҳолатлари текширилмайди,

чунки насос агрегати фақат битта ҳолатда ишлатилиши мумкин [2,8,9,10].

Демак,(4)-(6) ифодаларнинг ечими (7) ифоданинг ҳам ечими бўлади. Бунда қувват минимал қийматга эришади ва (5) ва (6) шартлар бир вақтда бажарилади.

Қуйидаги 1-расмда (5) умумлашган тенгсизликлар усулидан фойдаланилган ҳолда насос станциясини оптимал (6) бошқариш алгоритми келтирилган[1]. Унда:

1.  $m, n_i, c_{ij}, q_{ij}, Q_{plan}$  ўзгарувчиларни киритиш.

2.  $c_{ij}$  ва  $q_{ij}$  ларни бир ўлчовли массивга  $a_k$  ва  $b_k$  ( $k=1,2,\dots,l$ ) ўтказиш.

3. Ҳар бир ўтказувчи  $x_k$  учун функциянинг қийматини ҳисоблаш ва биринчи ечимни топиш (бунда  $x_k=0, k=1,2,\dots,l; k \neq k_1$ ), бунда функциянинг ҳисобланган қийматлари функциянинг максимал қийматига мос келади.

4. Янги элементларни кетма-кет киритиш билан функциянинг қийматларини ҳисоблаш, мумкин яъни:

$$f_k^{(l)} = \frac{\sum_{k=1}^{l-1} a_{k_i}^* + a_k}{\sum_{k=1}^{l-1} b_{k_i}^* + b_k}, \quad (k = 1, 2, \dots, l; k \neq k_i, i = 1, 2, \dots, l-1)$$

(9)

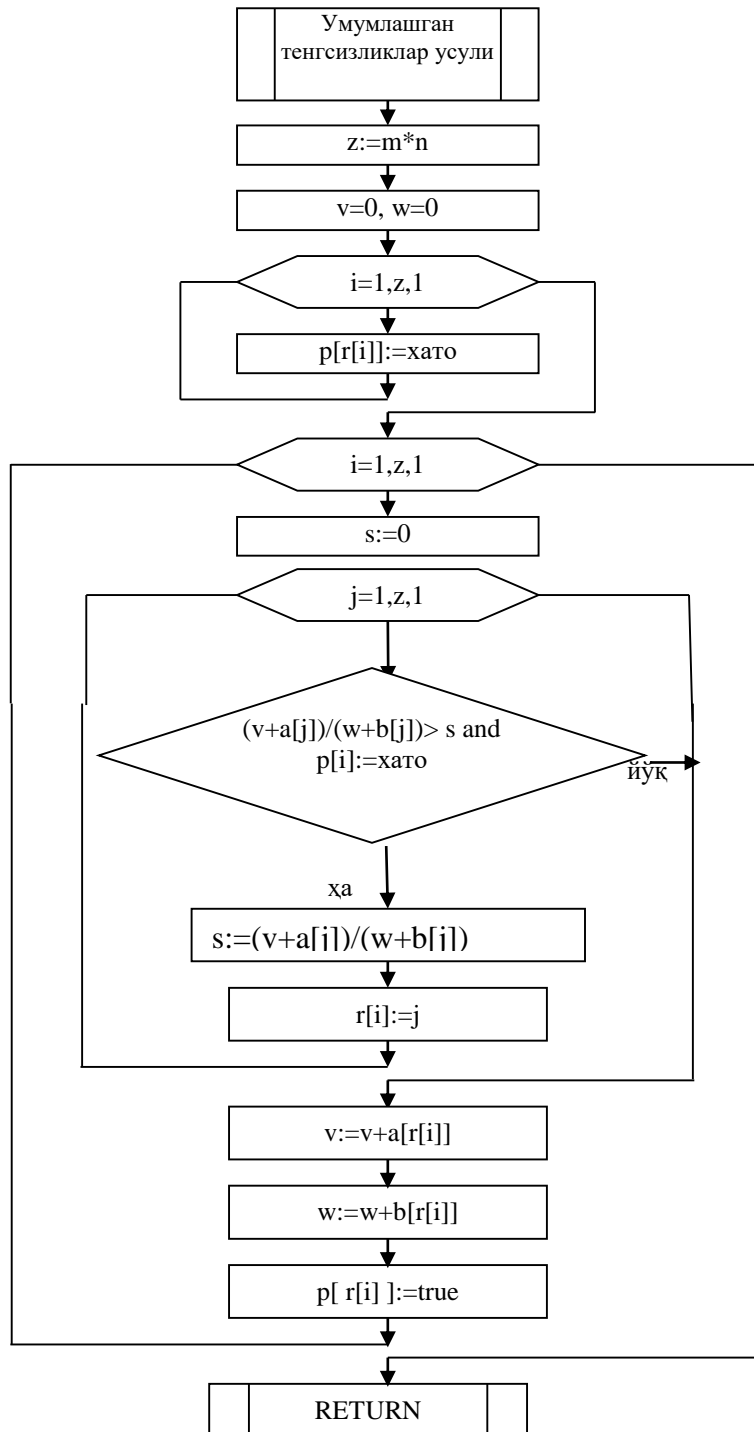
5. Бу жараёни кетма-кет такрорлаб ва қолган элементларни бирлаштириб, тартибга солинган қаторни  $x^*1, x^*2, \dots, x^*l$  ҳосил қиламиз.

6. Бир ўлчамли массивлардан  $a_k$  ва  $b_k$  ( $k=1,2,\dots,l$ ) икки ўлчамли массивларга  $c_{ij}, q_{ij}$  ( $i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n_i$ ) ўтамыз.

7. Масаланинг ечими ҳосил қилган биринчи тартибли элементлар

$n_i$  сонларига мос келади. Бу элементлар (5) ва (6) шартларни қаноатлантиради.

8. Натижаларни экранга, файлга ёки босмага (принтерга) чиқариш мумкин.



1-расм. Насос станциясини оптимал бошқариш алгоритми.

**Хулоса:** Диспетчер сув узатиш жараёнида қарор қабул қилишнинг энг

содда усулларига асосланган алгоритми мавжуд:



- асосий мақсад, электр энергияси истеъмолини минималлаштириш ва насос станцияси турли режимларини тадқиқ этиш билан насос станциясининг сув узатиш графигида хатоликни сезиларли даражада камайтириш мумкин;

- бундай бошқариш стратегияси ҳар бир насос станциясида ва гидротехник иншоотларда амалга оширилади ва натижада электр

энергиясидан самарали фойдаланиш имконияти яратилади;

- насос станцияси нормал иш режимида ишлатилганда диспетчер насос станцияларидан ҳар олти соатда маълумот олиб туради;

- насос станцияларини оптимал бошқариш алгоритми сув ресурсларидан самали фойдаланиш асосини яратади.

## References:

1. Baratov R.J., Algoritmlar va programmalash // O'quv qo'llanma 2018, 302s
2. M.Mamajonov, D.Bazarov Nasos stansiyalaridan foydalanish va diagnostikasi, Darslik, Toshkent, 2019. – 348 бет.
3. T.Tursunov, D.Bazarov, M.Berdiyev Hidroenergetik inshootlar. TIQXMMI, 2019 у. 224 б.
4. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Математической моделирования систем // Учеб. Для вузов, 3-й изд., . Виш.школа, 2001, 343 с.
5. Д.Л.Йгоренков, А.Л.Фрадков, В.Ю.Харламов., Основий математического моделирования Построение и анализ моделей с примерами на языке matlab.
6. Kamilov M.M., Ergashev A.K. Konspekt leksiy po dissiplinne «Matematicheskoy modelirovaniye» dlya studentov napravleniya 5521900 «Informatika i informatsionniy texnologiy»
7. Erkinov.B, Tolipov.J, Chulliyev.Ya, Nazarov.O. International Jornal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology (ISSN: 2350-0328) Indanezya 2019yil 30-sentyabr. www.ijarset.com p. 10923-10930
8. N.B.Pirmatov, A.T. Panoev, R. J. Baratov , Ya.E.Chulliyev, S.Ruziyev, A.Mustafoqulov. Achievement of electric energy savings through controlling frequency convertor in the operation process of asynchronous motors in textile enterprises. (SCOPUS) VII International Scientific Conference INTEGRATION, PARTNERSHIP & INNOVATION IN CONSTRUCTION SCIENCE & EDUCATION, 11-14th November, 2020, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (MSE).
9. R. Baratov, T.Bon, Ya.Chulliyev, Yu.Shoyimov, M.Abdullayev Modeling and simulation of water levels control in open canals using Simulink. (SCOPUS) IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 939(2021) 012028 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/939/1/012028. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/939/1/012028/meta>
10. R.Baratov, Ya.Chulliyev, S.Ruziyev. Smart system for water level and flow measurement and control in open canals. (SCOPUS) II –ой международный конференции CONMECHYDRO



– 2021 (International Scientific Conference Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering, April 1, 2021, E3S Web of Conferences 264, 04082(2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126404082> CONMECHYDRO-2021.

11. <https://water.gov.uz/uz/posts/1545735855/1198>