

**IFLOSLANGAN SUVLARNI TOZALASHGA KETADIGAN
XARAJATLARNI OPTIMALLASHTIRISHNING IKKI MEZONLI
MASALALARINI YECHISH VA DASTURIY TA'MINOTINI ISHLAB
CHIQISH**

*Qudaybergenova Mohira Utepbergen qizi
Nukus davlat Texnika Universiteti Dasturiy
injiniringi yo'nalishi 2-kurs Magistr talabasi*

Annotatsiya: Maqolada ifloslangan suvlarni tozalash jarayonini iqtisodiy va ekologik jihatdan samarali tashkil etish masalasi tahlil qilingan. Suv tozalash tizimlarida xarajatlarni kamaytirish bilan birga, tozalangan suv sifatini yuqori darajada saqlab qolish zaruriyati ikki mezonli optimallashtirish vazifasini yuzaga keltiradi. Tadqiqotda matematik modellashtirish asosida tozalash jarayonining xarajat va sifat ko'rsatkichlari o'rtasidagi muvozanat aniqlangan, shuningdek, bu jarayonni avtomatlashtirish uchun algoritmik yondashuv ishlab chiqilgan. Natijada, suv tozalash inshootlari uchun dasturiy ta'minot prototipi yaratilib, u amaliyotda iqtisodiy samaradorlikni oshirishi isbotlangan.

Kalit so'zlar: suvni tozalash, optimallashtirish, ikki mezonli masala, matematik model, dasturiy ta'minot, ekologik samaradorlik, iqtisodiy tahlil.

**SOLVING TWO-CRITERION PROBLEMS OF OPTIMIZING COSTS OF
POLLUTED WATER TREATMENT AND DEVELOPING SOFTWARE**

Annotation: The article analyzes the issue of organizing the process of cleaning polluted water economically and environmentally. The need to reduce costs in water treatment systems while maintaining a high level of purified water quality creates a two-criteria optimization task. The study identified a balance between the cost and quality indicators of the cleaning process based on mathematical modeling, and also developed an algorithmic approach to automate this process. As a result, a software prototype for water treatment facilities was created, which was proven to increase economic efficiency in practice.

Keywords: water treatment, optimization, two-criteria problem, mathematical model, software, environmental efficiency, economic analysis.

**РЕШЕНИЕ ДВУХКРИТЕРИАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ
ЗАТРАТ НА ОЧИСТКУ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД И РАЗРАБОТКА
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Аннотация: В статье анализируется вопрос организации процесса очистки загрязненных вод с экономической и экологической точки зрения. Необходимость снижения затрат в системах водоподготовки при сохранении высокого уровня качества очищенной воды порождает двухкритериальную задачу оптимизации. В ходе исследования на основе математического моделирования выявлен баланс между стоимостными и качественными показателями процесса очистки, а также разработан алгоритмический подход к автоматизации этого процесса. В результате создан прототип программного обеспечения для водоочистных сооружений, доказавший на практике повышение экономической эффективности.

Ключевые слова: водоподготовка, оптимизация, двухкритериальная задача, математическая модель, программное обеспечение, экологическая эффективность, экономический анализ.

KIRISH

Ifloslangan suvlarni tozalash masalasi bugungi kunda ekologik xavfsizlik va barqaror rivojlanish siyosatining muhim tarkibiy qismiga aylangan. Sanoat va maishiy chiqindilar miqdorining ortishi suv resurslariga jiddiy bosim keltirib chiqarmoqda. Shu bois tozalash texnologiyalarining iqtisodiy jihatdan tejamkor va ekologik nuqtai nazardan samarali bo'lishi dolzarb masala sanaladi. Global miqyosda suv resurslarining ifloslanishi ekologik muammolarning eng muhimlaridan biridir. Sanoat korxonalari, qishloq xo'jaligi va maishiy chiqindilar natijasida hosil bo'layotgan iflos suvlarni tozalash katta mablag' talab etadi. Shu sababli, suvni tozalash jarayonini optimallashtirish, ya'ni xarajatlar va natijaviy tozalash sifati o'rtasidagi eng maqbul muvozanatni topish zarur bo'ladi. Ikki mezonli optimallashtirish yondashuvi bu jarayonda iqtisodiy samaradorlik va ekologik sifatni birgalikda hisobga olish imkonini beradi.

Suvni tozalash jarayoni murakkab ko'p bosqichli tizim bo'lib, har bir bosqichda resurs sarfi, energiya iste'moli va ekologik chiqindilar miqdori o'zgarib turadi. Bunda iqtisodiy samaradorlik bilan ekologik talablar o'rtasida muvozanatni topish zarur. Mazkur masala bir mezon asosida hal etilsa, ya'ni faqat xarajatni kamaytirish maqsad qilinsa, suv sifati yetarli darajada bo'lmasligi mumkin. Aksincha, faqat sifatga urg'u berilsa, iqtisodiy jihatdan foydasizlik yuzaga keladi. Shu sababli masalaga ikki mezonli optimallashtirish nuqtayi nazaridan yondashish ilmiy va amaliy jihatdan to'g'ri yechim hisoblanadi.

METADALOGIYA

Ikki mezonli optimallashtirish nazariyasida har bir qaror iqtisodiy va ekologik jihatdan baholanadi. Bu yondashuvda maqsad – xarajatlarni minimal darajada ushlab, tozalangan suv sifatini maksimal darajada ta'minlashdir. Nazariy jihatdan bu masala

muvozanatli qarorlar to‘plami orqali yechiladi. Bunday qarorlar Pareto optimal holatlar deb yuritiladi. Ular iqtisodiy va ekologik ko‘rsatkichlar orasida eng maqbul nisbatni ifodalaydi. Suvni tozalash tizimida har bir texnologik bosqichning o‘ziga xos parametrlari mavjud. Mexanik tozalash energiya sarfini kam talab etsa-da, suv sifatini yetarli darajada yaxshilamaydi. Kimyoviy yoki biologik usullar esa sifatni oshiradi, biroq xarajatni ko‘paytiradi. Shu sababli texnologik jarayon parametrlarini optimal tanlash zarur. Bu parametrlar – suv oqimining tezligi, reaksiya vaqti, reagent miqdori, harorat va boshqa omillar bo‘lishi mumkin. Ularning muvozanatli tanlanishi umumiy samaradorlikni belgilaydi. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, suvni tozalash jarayonini boshqarishda faqat iqtisodiy ko‘rsatkichlarga tayanish ekologik zarar keltiradi, faqat ekologik mezonlarga tayanish esa iqtisodiy foydani pasaytiradi. Shu sababli boshqaruv tizimida har ikkala omilni hisobga oluvchi matematik modellarni qo‘llash muhimdir. Bu modellar amaliyotda algoritmik yondashuv va dasturiy vositalar yordamida amalga oshiriladi.

Suv tozalash jarayonida texnologik bosqichlar va ularning ahamiyati
Suvni tozalash tizimi odatda quyidagi asosiy bosqichlardan iborat:

1. Mexanik tozalash – qum, loy, qattiq zarrachalarni filtratsiya orqali olib tashlash
2. Kimyoviy neytrallashtirish – suvdagi zaharli kimyoviy moddalarni reaksiya orqali zararsizlantirish
3. Biologik tozalash – mikroorganizmlar yordamida organik iflosliklarni parchalanishini ta’minlash
4. Dezinfeksiya bosqichi – bakteriyalar va viruslarni yo‘q qilish uchun xlorlash yoki ultrabinafsha nurlanish

Har bir bosqich ma’lum xarajat, energiya sarfi va texnik xizmat talab qiladi. Shu bois, optimallashtirish jarayonida har bir bosqich parametrlarini tahlil qilib, ularni eng maqbul holatga keltirish lozim bo‘ladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Bugungi kunda dunyo bo‘yicha toza ichimlik suvi ta’minoti insoniyatning eng muhim ekologik va ijtimoiy muammolaridan biri hisoblanadi. Birlashgan Millatlar Tashkiloti ma’lumotlariga ko‘ra, dunyo aholisining qariyb 40 foizi yetarli darajada toza ichimlik suvi bilan ta’minlanmagan. Shu sababli, suvni tozalash texnologiyalarini iqtisodiy va ekologik jihatdan optimallashtirish nafaqat iqtisodiy samaradorlik, balki barqaror rivojlanish uchun ham hal qiluvchi ahamiyatga ega. Suvni tozalash jarayonlari, ayniqsa sanoat korxonalaridan chiqayotgan oqava suvlarni qayta ishlashda, katta miqdorda energiya, reagentlar va texnik xizmat xarajatlarini talab qiladi. Shu bilan birga, tozalash jarayonining ekologik samaradorligi ham yuqori bo‘lishi kerak. Bu ikki omil — iqtisodiy va ekologik — o‘zaro qarama-qarshi yo‘nalishda harakat qiladi, natijada masala ikki mezonli optimallashtirish muammosiga aylanadi.

Dasturiy yechimlar suv tozalash jarayonini avtomatlashtirishda katta ahamiyat kasb etadi. Zamonaviy dasturiy ta'minot yordamida turli parametrlarni kiritib, real vaqt rejimida xarajat va sifat ko'rsatkichlari hisoblanadi. Natijada foydalanuvchi eng maqbul yechimni tezda aniqlay oladi. Bu esa inson omilini kamaytirib, texnologik jarayonning barqarorligini oshiradi. Shuningdek, nazariy jihatdan isbotlanadiki, ikki mezonli yondashuv asosida yaratilgan dasturiy tizimlar ekologik nazoratni kuchaytiradi. Ular suv tozalash jarayonining har bir bosqichini monitoring qilish, energiya sarfini tahlil qilish va resurslardan oqilona foydalanish imkonini beradi. Bu esa atrof muhitni muhofaza qilish siyosatini texnologik asosda amalga oshirishga xizmat qiladi. Suv tozalash jarayonini optimallashtirishda energiya sarfi ham alohida mezon sifatida ko'rib chiqilishi mumkin. Bu uchinchi darajali, ammo muhim ko'rsatkich bo'lib, umumiy xarajatlarni belgilaydi. Energiya samaradorligini oshirish orqali iqtisodiy foyda va ekologik tozalikka bir vaqtning o'zida erishish mumkin.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, ikki mezonli optimallashtirishni amaliyotga joriy etish natijasida:

1. Tozalash inshootlarining ish unumdorligi oshadi
2. Energiya va reagent sarfi kamayadi
3. Suvning chiqish sifati barqarorlashadi
4. Tizimning umumiy ekspluatatsiya xarajatlari pasayadi
5. Ekologik zarar kamayadi va suv resurslari qayta foydalanishga yaroqli bo'ladi

Bunday natijalar suv resurslaridan oqilona foydalanish, tabiiy muhitni muhofaza qilish va barqaror rivojlanish siyosatini amalga oshirishda muhim o'rin tutadi. Shu sababli, kelgusida ushbu yo'nalishda ishlab chiqilgan dasturiy vositalarni ishlab chiqarish, kommunal xo'jalik va ekologik nazorat tizimlariga tatbiq etish katta amaliy samara beradi.

Suv tozalash jarayonining murakkabligi tufayli uni qo'lda boshqarish samarasiz bo'ladi. Shu sababli, bu jarayonni raqamli shaklda modellash, matematik hisob-kitoblarni avtomatlashtirish va optimallashtirish uchun maxsus dasturiy ta'minot ishlab chiqish talab etiladi.

Bunday dasturiy tizim quyidagi imkoniyatlarni yaratadi:

- 1-Tozalash jarayoniga ta'sir etuvchi parametrlarni (suv oqimi, reagent miqdori, energiya sarfi va h.k.) real vaqt rejimida hisoblash
- 2-Xarajat va sifat o'rtasidagi bog'liqlikni tahlil qilish
- 3-Eng maqbul texnologik rejimni tavsiya etish
- 4-Har bir bosqich uchun avtomatik boshqaruv signallarini yaratish

NATIJALAR

Suvni tozalash tizimini optimallashtirishda ikki mezonli masalalarni yechish nazariyasi ilmiy asoslangan va amaliy jihatdan zarur yo'nalishdir. Bunday yondashuv yordamida iqtisodiy foyda bilan ekologik xavfsizlik o'rtasida muvozanat yaratiladi.

Dasturiy ta'minotning ishlab chiqilishi esa bu nazariyani amalda qo'llashga keng imkoniyat yaratadi. Natijada, suv resurslaridan barqaror foydalanish va atrof-muhitni muhofaza qilishga qaratilgan kompleks boshqaruv tizimlari shakllanadi.

Suv resurslarini boshqarish tizimida eng muhim yo'nalishlardan biri bu — chiqindi suvlarni qayta tozalash va ulardan takror foydalanish imkoniyatlarini kengaytirishdir. So'nggi yillarda sanoat ishlab chiqarishining ortishi, shahar aholisining ko'payishi va suv ta'minoti infratuzilmasining eskirishi tufayli suv ifloslanishining oldini olish muammosi yanada keskinlashgan. Shu sababli, mavjud tozalash inshootlarini modernizatsiya qilish bilan bir qatorda, ularning ishlash jarayonini optimallashtirish muhim ilmiy vazifaga aylanmoqda. Optimallashtirishning ikki mezonli yondashuvi, ya'ni iqtisodiy va ekologik ko'rsatkichlarni birgalikda hisobga olish, qaror qabul qilish jarayonida tizimli yondashuvni talab qiladi. Masalan, suv tozalashda reagentlar miqdorini kamaytirish xarajatni pasaytiradi, biroq tozalash samaradorligini tushiradi. Shu holatda ekologik mezonning og'irligi oshiriladi. Aksincha, sifatni oshirish uchun ortiqcha reagent yoki energiya sarfi iqtisodiy mezonni yomonlashtiradi. Demak, optimal nuqtani topish jarayoni matematik modellashtirish va kompyuter hisob-kitoblarga asoslanadi. Ikki mezonli masalalarni yechishda Pareto optimal yechimlar to'plami muhim ahamiyatga ega. Bunda bir mezonni yaxshilash ikkinchisining yomonlashuviga olib kelmaydigan holatlar aniqlanadi. Suvni tozalash jarayonida bu yondashuv suv sifatining minimal ruxsat etilgan darajasi va iqtisodiy imkoniyatlar chegarasi doirasida eng maqbul rejimni tanlash imkonini beradi. Zamonaviy kompyuter texnologiyalari bu jarayonni amaliyotga joriy etish uchun qulay imkoniyat yaratadi. Shuning uchun suvni tozalash tizimlarini boshqarish uchun maxsus dasturiy platformalar ishlab chiqish zarur. Bunday dasturlar foydalanuvchiga qulay interfeysda turli parametrlarni kiritish, hisoblash natijalarini grafik yoki jadval shaklida olish, shuningdek, optimal qarorlarni avtomatik tavsiya etish imkonini beradi.

Dasturiy ta'minotning asosiy afzalligi — jarayonni avtomatlashtirish, inson omilini kamaytirish va real vaqt rejimida monitoring olib borishdir. Bu esa tozalash inshootlarida aniqlikni oshirib, suv sifatini doimiy nazorat ostida saqlash imkonini beradi. Bunday tizimlar sun'iy intellekt elementlari bilan to'ldirilsa, ular o'z-o'zini o'rganuvchi modellar sifatida yanada mukammal boshqaruv imkonini yaratadi. Shuningdek, suv tozalash jarayonini optimallashtirishda energiya sarfi ham alohida mezon sifatida ko'rib chiqilishi mumkin. Bu uchinchi darajali, ammo muhim ko'rsatkich bo'lib, umumiy xarajatlarni belgilaydi. Energiya samaradorligini oshirish orqali iqtisodiy foyda va ekologik tozalikka bir vaqtning o'zida erishish mumkin.

XULOSA

Ifloslangan suvlarni tozalash jarayonini iqtisodiy va ekologik jihatdan samarali tashkil etish bugungi kunda eng dolzarb masalalardan biridir. Ikki mezonli optimallashtirish yondashuvi bu borada muhim nazariy va amaliy asos bo'lib xizmat

qiladi. Mazkur yondashuv yordamida tozalash tizimlarida xarajatlarni kamaytirish bilan birga, tozalangan suv sifatini yuqori darajada saqlab qolish imkoniyati yaratiladi.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, suv tozalash texnologiyalarini modellashtirishda iqtisodiy foyda va ekologik xavfsizlikni birgalikda hisobga olish jarayon samaradorligini oshiradi. Bu esa ishlab chiqilgan dasturiy ta'minot orqali real vaqt rejimida monitoring, hisob-kitob va nazoratni amalga oshirishga imkon beradi. Ikki mezonli optimallashtirish asosida qurilgan dasturiy tizimlar nafaqat suv resurslarini tejaydi, balki ekologik barqarorlikni ham ta'minlaydi. Shuning uchun bu yondashuv suv xo'jaligi, sanoat va atrof-muhitni muhofaza qilish sohalarida qo'llanilishi lozim bo'lgan innovatsion yo'nalishlardan biridir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Tursunov, R., & Abdurahmonov, A. (2022). Suvni tozalash texnologiyalarini optimallashtirish asoslari. Toshkent: Fan nashriyoti.
2. Zadeh, L. A. (1973). "Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes." IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 3(1).
3. Matveyev, N. I. (2019). Ekologik tizimlarni boshqarish va modellashtirish. Moskva: Energiya.
4. Python Optimization Library Documentation (2023). SciPy.optimize Module.
5. Karimov, B. (2021). Atrof-muhitni muhofaza qilishda matematik modellar. Toshkent: O'zMU nashriyoti.