ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 9

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 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.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

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

SUV NASOS STANSIYALARI XAVFSIZLIK TIZIMINING NAZARIY ASOSLARNI TAHLIL QILISH

Sabirov Ulug‘bek Kuchkarovich
Andijon davlat texnika instituti professori, i.f.n.
E.mail: uqsabirovasu1951@gmail.com
0009-0002-7203-9476
Madaminjonov Xikmatullo Adaxamjon o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti magistranti
E.mail: xikmatullomadaminjonov65@gmail.com
0009-0005-2419-1846
Tel: +998938712421

Annotatsiya. Ushbu maqolada suv nasos stansiyalarida xavfsizlikni ta'minlashning nazariy asoslari tizimli ravishda o‘rganilib, mavjud intellektual va avtomatlashtirilgan tizimlarning qiyosiy tahlili keltirilgan. Suv ta'minoti tizimlarining muhim infratuzilmaviy ob'ekt sifatidagi ahamiyati, ularda yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan texnik, texnologik va ekologik xavflar tahlil qilingan. Xavfsizlikning asosiy turlari – texnik, funksional va axborot xavfsizligi – nazariy jihatdan asoslangan. Shuningdek, zamonaviy monitoring va diagnostika tizimlari (SCADA, ekspert tizimlar, neyron tarmoqlar, IoT asosidagi tizimlar) ularning afzalliklari va kamchiliklari nuqtai nazaridan taqqoslangan. Tahlil natijalariga ko‘ra, ekspert tizimlar va IoT sensorlarining gibrid kombinatsiyasi suv nasos stansiyalarida xavfsizlikni ta'minlashning eng maqbul yo‘nalishi sifatida tavsiya etilgan.

Kalit so‘zlar: suv nasos stansiyalari, xavfsizlik, nazariy asoslar, ekspert tizimlar, IoT, SCADA, intellektual tizimlar, monitoring, diagnostika.

Аннотация. В данной статье систематически изучены теоретические основы обеспечения безопасности на водонасосных станциях, а также представлен сравнительный анализ существующих интеллектуальных и автоматизированных систем. Проанализирована важность систем водоснабжения как важных инфраструктурных объектов, а также возможные технические, технологические и экологические риски. Теоретически обоснованы основные виды безопасности – техническая, функциональная и информационная. Кроме того, проведено сравнение современных систем мониторинга и диагностики (SCADA, экспертные системы, нейронные сети, системы на основе IoT) с точки зрения их преимуществ и недостатков. По результатам анализа гибридная комбинация экспертных систем и IoT-датчиков рекомендуется как наиболее оптимальное направление для обеспечения безопасности на водонасосных станциях.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: водонасосные станции, безопасность, теоретические основы, экспертные системы, IoT, SCADA, интеллектуальные системы, мониторинг, диагностика.

Annotation. This article systematically examines the theoretical foundations of ensuring safety at water pumping stations and provides a comparative analysis of existing intelligent and automated systems. The importance of water supply systems as critical infrastructure facilities, as well as potential technical, technological, and environmental risks, are analyzed. The main types of safety – technical, functional, and information security – are theoretically substantiated. Furthermore, modern monitoring and diagnostic systems (SCADA, expert systems, neural networks, IoT-based systems) are compared in terms of their advantages and disadvantages. Based on the analysis, a hybrid combination of expert systems and IoT sensors is recommended as the most optimal direction for ensuring safety at water pumping stations.

Keywords: water pumping stations, safety, theoretical foundations, expert systems, IoT, SCADA, intelligent systems, monitoring, diagnostics.

KIRISH.

Hozirgi globallashuv va texnologik taraqqiyot sharoitida suv resurslaridan oqilona foydalanish, suv ta'minoti tizimlarining uzluksiz va barqaror ishlashini ta'minlash hamda ularning xavfsizlik darajasini oshirish dolzarb ilmiy-texnik masalalardan biri hisoblanadi. Suv nasos stansiyalari suv ta'minoti, irrigatsiya, melioratsiya, sanoat va kommunal xo‘jalik tizimlarida muhim o‘rin egallab, ushbu obyektlarning ishonchli ishlashi aholi turmush darajasi, ishlab chiqarish jarayonlari hamda ekologik barqarorlik bilan chambarchas bog‘liqdir [1].

Suv nasos stansiyalari murakkab texnik obyektlar bo‘lib, ularning faoliyati elektr energiyasi ta'minoti, mexanik qurilmalar, gidravlik jarayonlar hamda avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining o‘zaro uzviy bog‘liqligi asosida amalga oshiriladi. Ayniqsa, nasos agregatlarining qizib ketishi, vibratsiyaning me'yoridan oshishi, bosimning keskin o‘zgarishi, elektr dvigatellarining ishdan chiqishi hamda boshqaruv tizimidagi nosozliklar xavfsizlik darajasining pasayishiga sabab bo‘ladi [2].

Amaliyot shuni ko‘rsatadiki, suv nasos stansiyalarida xavfsizlikni ta'minlashda ko‘p hollarda an'anaviy avtomatlashtirilgan boshqaruv va himoya tizimlaridan foydalaniladi. Ushbu tizimlar texnologik jarayonlarni nazorat qilish va boshqarish imkonini bergan bo‘lsa-da, murakkab va noaniq ish sharoitlarida ularning moslashuvchanligi cheklangan. An'anaviy tizimlar, asosan, oldindan belgilangan algoritmlar asosida ishlaydi va real vaqt rejimida o‘zgaruvchan xavf-

ISSN 3030-3907

xatarlarni chuqur tahlil qilish, avariya holatlarini oldindan prognozlash imkoniyatiga ega emas [4].

So‘nggi yillarda axborot texnologiyalari va sun'iy intellekt sohasidagi jadal rivojlanish texnologik jarayonlar xavfsizligini ta'minlashda yangi yondashuvlarni shakllantirmoqda. Intellektual tizimlar, jumladan, ekspert tizimlari, neyron tarmoqlar, mashinaviy o‘rganish va aqlli monitoring texnologiyalari yordamida katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlash, nosozliklarni erta aniqlash, xavf-xatarlarni baholash hamda optimal boshqaruv qarorlarini qabul qilish imkoniyati paydo bo‘lmoqda [3].

Mazkur maqolaning asosiy maqsadi – suv nasos stansiyalarida xavfsizlikni ta'minlashning nazariy asoslarini tizimli ravishda o‘rganish va mavjud intellektual tizimlarning qiyosiy tahlilini amalga oshirish. Maqolada quyidagi vazifalar belgilangan: suv nasos stansiyalarida yuzaga keladigan asosiy xavf omillarini tahlil qilish; xavfsizlikni ta'minlashning nazariy modellarini o‘rganish; zamonaviy monitoring va diagnostika tizimlarining ishlash prinsiplarini tahlil qilish; ushbu tizimlarning afzalliklari va kamchiliklarini taqqoslash.

MATERIALLAR VA USULLAR.

Ushbu maqola suv nasos stansiyalarida xavfsizlikni ta'minlashning nazariy asoslari va mavjud tizimlarni o‘rganishga qaratilgan tahliliy tadqiqotdir [7]. Tadqiqotda sifatli (kvalitativ) tahlil usullari – adabiyotlarni tizimli ko‘rib chiqish, taqqoslash va umumlashtirish usullari qo‘llanilgan.

Adabiyotlarni tanlash ilmiy ma'lumotlar bazalari (Google Scholar, IEEE Xplore, ScienceDirect) orqali amalga oshirildi [8]. Qidiruv kalit so‘zlar asosida olib borildi. Tanlash mezonlari sifatida maqolalarning 2018-2024 yillar oralig‘ida nashr etilganligi va suv nasos stansiyalari yoki sanoat xavfsizligi sohasiga tegishliligi belgilandi [13].

Tahlil quyidagi bosqichlarda amalga oshirildi:

- Birinchi bosqichda suv nasos stansiyalarida yuzaga keladigan asosiy xavf omillari o‘rganilib, ular elektr, mexanik, gidravlik va inson omiliga bog‘liq turlarga tasniflandi [4].
- Ikkinchi bosqichda xavfsizlikni ta'minlashning nazariy modellari – ishonchlilik nazariyasi va xavflarni tahlil qilish usullari o‘rganildi [10].
- Uchinchi bosqichda mavjud monitoring va diagnostika tizimlari – SCADA, ekspert tizimlar, neyron tarmoqlar, IoT va gibrid tizimlar – taqqoslandi [11].
- To‘rtinchi bosqichda taqqoslash natijalari umumlashtirilib, O‘zbekiston sharoitiga mos tavsiyalar ishlab chiqildi [8].

Ushbu tadqiqotda real nasos stansiyasida eksperimental sinovlar o‘tkazilmagan va faqat ochiq manbalardagi adabiyotlar tahlil qilingan [12].

ISSN 3030-3907

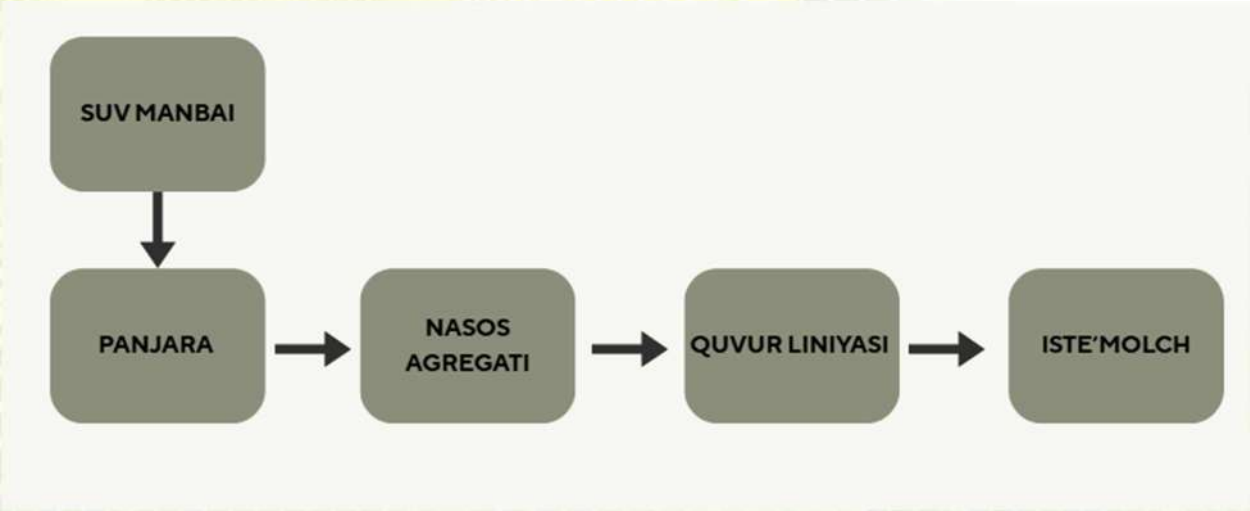
NATIJALAR.

1. Suv nasos stansiyalarining umumiy tavsifi va texnologik jarayonlari

Suv nasos stansiyalari suv resurslarini uzatish, taqsimlash va zarur bosim ostida yetkazib berishni ta'minlovchi muhim gidrotexnik va energetik obyektlar hisoblanadi. Ular aholini ichimlik suvi bilan ta'minlash, qishloq xo‘jaligi yerlarini sug‘orish, sanoat korxonalarining texnologik ehtiyojlarini qondirish vazifalarini bajaradi [1].

Suv nasos stansiyalarining asosiy vazifasi suvni bir sathdan ikkinchi sathga ko‘tarish yoki uni uzoq masofalarga uzatishdan iborat bo‘lib, bu jarayon mexanik energiyani gidravlik energiyaga aylantirish orqali amalga oshiriladi. Amaliyotda markazdan qochma, o‘qli va aralash oqimli nasoslar keng qo‘llanilib, ular elektr dvigatellar yordamida harakatga keltiriladi [2].

Suv nasos stansiyalarining texnologik jarayonlari yuqori darajada uzluksizlikni talab qiladi. Nasos agregatlarining to‘xtab qolishi yoki nosozligi suv ta'minotida uzilishlarga olib kelishi mumkin. Shu bois zamonaviy suv nasos stansiyalarida avtomatlashtirilgan boshqaruv va nazorat tizimlari keng joriy etilgan bo‘lib, ular texnologik parametrlarni real vaqt rejimida kuzatish imkonini beradi [4].



1-rasm. Suv nasos stansiyasining umumiy texnologik sxemasi.

Ushbu jarayonlarning har biri muayyan texnik qurilmalar va boshqaruv tizimlari ishtirokida amalga oshiriladi. Jumladan, suv qabul qilish inshootlari suv tarkibidagi yirik mexanik aralashmalarni ushlab qolish uchun mo‘ljallangan bo‘lsa, nasos agregatlari suvning zarur bosim va sarf bilan uzatilishini ta’minlaydi [17].

Suv nasos stansiyalarining texnologik jarayonlari yuqori darajada uzluksizlikni talab qiladi. Nasos agregatlarining to‘xtab qolishi yoki nosozligi suv ta’minotida uzilishlarga olib kelishi, ayrim hollarda esa butun hudud miqyosida jiddiy muammolarni yuzaga keltirishi mumkin. Shu bois zamonaviy suv nasos stansiyalarida avtomatlashtirilgan boshqaruv va nazorat tizimlari keng joriy etilgan

ISSN 3030-3907

bo‘lib, ular texnologik parametrlarni real vaqt rejimida kuzatish imkonini beradi [4].

2. Suv nasos stansiyalarida yuzaga keladigan xavf-xatarlar va avariya holatlari. Suv nasos stansiyalari yuqori quvvatli elektr dvigatellar, murakkab mexanik uzellar va bosim ostida ishlovchi gidravlik tizimlardan tashkil topgan texnologik obyektlar, ularning xavfsiz ishlashi ko‘plab omillarga bog‘liqdir. Amaliyotda suv nasos stansiyalarida yuzaga keladigan xavflar va avariya holatlari ko‘pincha texnik, texnologik hamda tashkiliy omillarning birgalikdagi ta'siri natijasida vujudga keladi [2].

1-jadval

Xavf turi	Kelib chiqish sabablari	Oqibatlari
Elektr xavfi	Qisqa tutashuv, izolyatsiya buzilishi, kuchlanish tebranishi	Uskunalar ishdan chiqishi, yong‘in
Mexanik xavf	Vibratsiya, podshipniklar yeyilishi, notekis yuklama	Nasos agregati ishdan chiqishi
Gidravlik xavf	Gidravlik zarba, bosimning keskin oshishi yoki pasayishi	Quvurlar yorilishi
Inson omili	Noto‘g‘ri boshqaruv, xato qarorlar	Avariya holati, tizim izdan chiqishi

Suv nasos stansiyalarida asosiy xavf turlari

1-jadval ma'lumotlaridan ko‘rinib turibdiki, suv nasos stansiyalarida xavf-xatarlarning aksariyati texnologik jarayonlar bilan bevosita bog‘liq bo‘lib, ularning vaqtida aniqlanmasligi og‘ir avariya holatlariga olib kelishi mumkin. Ayniqsa, elektr va mexanik nosozliklar texnologik jarayonlarning uzluksizligiga jiddiy xavf tug‘diradi [4].

Avariya holatlari suv nasos stansiyalarida, odatda, texnologik parametrlarning me'yoriy qiymatlardan chetga chiqishi natijasida yuzaga keladi. Suv bosimi va sarfining keskin o‘zgarishi, elektr dvigatellarning ortiqcha yuklanishi, harorat va vibratsiya ko‘rsatkichlarining oshishi uskunalarning tezkor eskirishiga va ishdan chiqishiga olib keladi [5].

3. An'anaviy avtomatlashtirilgan tizimlar tahlili

Suv nasos stansiyalarida xavfsizlikni ta'minlashning an'anaviy avtomatlashtirilgan tizimlari elektromexanik relelar, datchiklar va oddiy logik sxemalar asosida ishlaydi [6].

ISSN 3030-3907

2-jadval

Tizim turi	Asosiy vazifasi	Afzalliklari	Kamchiliklari
Releli tizimlar	Himoya va signalizatsiya	Oddiy tuzilma	Moslashuvchan emas
PLC tizimlari	Avtomatik boshqaruv	Ishonchlilik	Prognoz yo‘q
SCADA tizimlari	Monitoring va nazorat	Vizualizatsiya	Faqat nazorat
Avtomatik himoya	Favqulodda o‘chirish	Tezkorlik	Reaktiv xarakter

An'anaviy tizimlarning qiyosiy tahlili

Releli-mantiqiy boshqaruv va himoya tizimlari suv nasos stansiyalarida avtomatlashtirishning dastlabki va eng sodda shakli hisoblanadi. Ushbu tizimlar texnologik jarayonlarning asosiy parametrlarini nazorat qiladi. Biroq ular faqat oldindan belgilangan holatlarga javob qaytaradi va murakkab texnologik jarayonlarni tahlil qila olmaydi [6].

PLC asosidagi avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari suv nasos stansiyalarida eng keng tarqalgan an'anaviy yechimlardan biri hisoblanadi. Ular releli tizimlarga nisbatan ixcham, ishonchli va moslashuvchan hisoblanadi [15]. Shu bilan birga, PLC asosidagi tizimlar asosan deterministik algoritmlar asosida ishlaydi va nosozliklarni faqat sodir bo‘lgandan keyin aniqlaydi.

SCADA tizimlari texnologik jarayonlarni markazlashgan holda kuzatish va boshqarish uchun mo‘ljallangan. Ularning asosiy ustunligi – ma'lumotlarni vizualizatsiya qilish va dispetcherlik nazoratini ta'minlashdir. Biroq SCADA tizimlari mustaqil boshqaruv vositasi emas, balki nazorat va monitoringga yo‘naltirilgan tizim hisoblanadi [14].

Avtomatik himoya va signalizatsiya tizimlari texnologik parametrlarning ruxsat etilgan chegaradan chiqib ketishini aniqlash va tezkor choralar ko‘rish uchun mo‘ljallangan. Ular tezkor ishlashi bilan ajralib tursa-da, nosozlik sabablarini chuqur tahlil qilish va kelajakdagi xavflarni bashorat qilish imkoniyatlariga ega emas [16].

Tahlil shuni ko‘rsatadiki, an'anaviy tizimlar xavfsizlikni ta'minlashda samarali bo‘lgan bo‘lsa-da, ularning asosiy kamchiliklari – passiv monitoring, inson omili bog‘liqligi va murakkab nosozliklarni oldindan bashorat qilmasligidir [6].

ISSN 3030-3907

4. Intellektual tizimlarning qiyosiy tahlili

So‘nggi yillarda sanoat va infratuzilma obyektlarining murakkablashuvi an'anaviy avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining imkoniyatlarini cheklab qo‘ymoqda. Suv nasos stansiyalarida texnologik jarayonlar ko‘p parametrli va uzluksiz xarakterga ega. Bunday murakkab tizimlarda xavfsizlikni faqat oddiy mantiqiy algoritmlar asosida ta'minlash yetarli samara bermaydi [8].

Intellektual tizimlar sun'iy intellekt, mashinaviy o‘rganish, ekspert tizimlari, neyron tarmoqlar va noaniq mantiq kabi zamonaviy axborot texnologiyalariga asoslanadi. Ushbu tizimlar katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilish, yashirin bog‘lanishlarni aniqlash va real vaqt rejimida optimal qarorlar ishlab chiqish imkonini beradi [10].

3-jadval

Tizim turi	Aniqlik darajasi	Real vaqt rejimi	Narx	Xizmat qilish qulayligi
Ekspert tizim	Yuqori	Ha	O‘rta	Oson
Neyron tarmoq	Juda yuqori	Yo‘q (o‘qitish kerak)	Yuqori	Murakkab
IoT asosidagi tizimlar	O‘rta	Ha	Past	Oson
Gibrid tizimlar	Yuqori	Ha	Yuqori	O‘rta

Intellektual tizimlarning qiyosiy tahlili

3-jadvalda keltirilgan qiyosiy tahlil shuni ko‘rsatadiki, ekspert tizimlar va IoT asosidagi tizimlar o‘zining o‘rtacha narxi va xizmat ko‘rsatish qulayligi bilan ajralib turadi. Neyron tarmoqli tizimlar eng yuqori aniqlik darajasiga ega bo‘lsa-da, ular real vaqt rejimida ishlash imkoniyatiga ega emas.

Intellektual tizimlarni joriy etishning muhim jihati – moslashuvchanlikdir. Texnologik jarayon sharoitlari doimiy ravishda o‘zgarib turadi. Intellektual tizimlar ushbu o‘zgarishlarga moslashib, boshqaruv strategiyasini avtomatik ravishda optimallashtira oladi. Bu esa nafaqat xavfsizlik darajasini oshiradi, balki energiya samaradorligini yaxshilashga ham xizmat qiladi [4].

Shuningdek, intellektual xavfsizlik tizimlari inson omiliga bog‘liq xatoliklarni kamaytiradi. Ekspert tizimlari tajribali mutaxassislarning bilimlariga asoslangan holda tavsiyalar beradi va xavfli holatlarda avtomatik qarorlar qabul qiladi [12].

ISSN 3030-3907

Intellektual tizimlardan foydalanish suv nasos stansiyalarida kompleks xavfsizlik tushunchasini shakllantiradi. Bunda texnologik, elektr, mexanik va ekologik xavfsizlik yagona axborot muhitida birlashtiriladi [13].

5. Suv nasos stansiyalarida xavfsizlikni ta’minlashda intellektual tizimlardan foydalanish zarurati

So‘nggi yillarda sanoat va infratuzilma obyektlarining murakkablashuvi, texnologik jarayonlarning ko‘p parametrli va uzluksiz xarakterga ega bo‘lishi an’anaviy avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining imkoniyatlarini cheklab qo‘ymoqda. Xususan, suv nasos stansiyalarida texnologik jarayonlar suv sarfi, bosim, elektr energiyasi iste’moli, mexanik tebranishlar, harorat va boshqa ko‘plab parametrlarning o‘zaro bog‘liqligi bilan tavsiflanadi. Bunday murakkab tizimlarda xavfsizlikni faqat oddiy mantiqiy algoritmlar yoki qat’iy belgilangan chegaraviy qiymatlar asosida ta’minlash yetarli samara bermaydi [20].

An’anaviy avtomatlashtirilgan tizimlar (releli himoya, PLC, SCADA) asosan reaktiv xarakterga ega bo‘lib, xavfli holat sodir bo‘lgandan keyingina javob qaytaradi. Bu esa ko‘plab hollarda avariyaning oldini olish emas, balki uning oqibatlarini kamaytirish bilangina cheklanadi. Suv nasos stansiyalarida esa avariyalar suv toshqinlari, uskunalarning jiddiy shikastlanishi, elektr xavfsizligining buzilishi va ekologik muammolarni keltirib chiqarishi mumkin [14] [21]. Shu sababli xavfsizlikni oldindan bashoratlash, nosozliklarni erta aniqlash va aqlli qarorlar qabul qilish imkoniyatiga ega tizimlarga ehtiyoj ortib bormoqda.

Intellektual tizimlar sun’iy intellekt, mashinaviy o‘rganish, ekspert tizimlari, neyron tarmoqlar va noaniq mantiq (fuzzy logic) kabi zamonaviy axborot texnologiyalariga asoslanadi. Ushbu tizimlar katta hajmdagi ma’lumotlarni tahlil qilish, yashirin bog‘lanishlarni aniqlash va real vaqt rejimida optimal qarorlar ishlab chiqish imkonini beradi [10]. Masalan, neyron tarmoqlar yordamida nasos agregatlarining ishlash holatini tahlil qilib, vibratsiya yoki haroratdagi kichik o‘zgarishlar asosida kelajakda yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan nosozliklarni oldindan aniqlash mumkin.

Suv nasos stansiyalarida intellektual tizimlarni joriy etishning yana bir muhim jihati — bu moslashuvchanlik hisoblanadi. Texnologik jarayon sharoitlari (suv sarfi, iste’molchi yuklamasi, tashqi muhit omillari) doimiy ravishda o‘zgarib turadi. Intellektual tizimlar ushbu o‘zgarishlarga moslashib, boshqaruv strategiyasini avtomatik ravishda optimallashtira oladi. Bu esa nafaqat xavfsizlik darajasini oshiradi, balki energiya samaradorligini yaxshilashga ham xizmat qiladi [4].

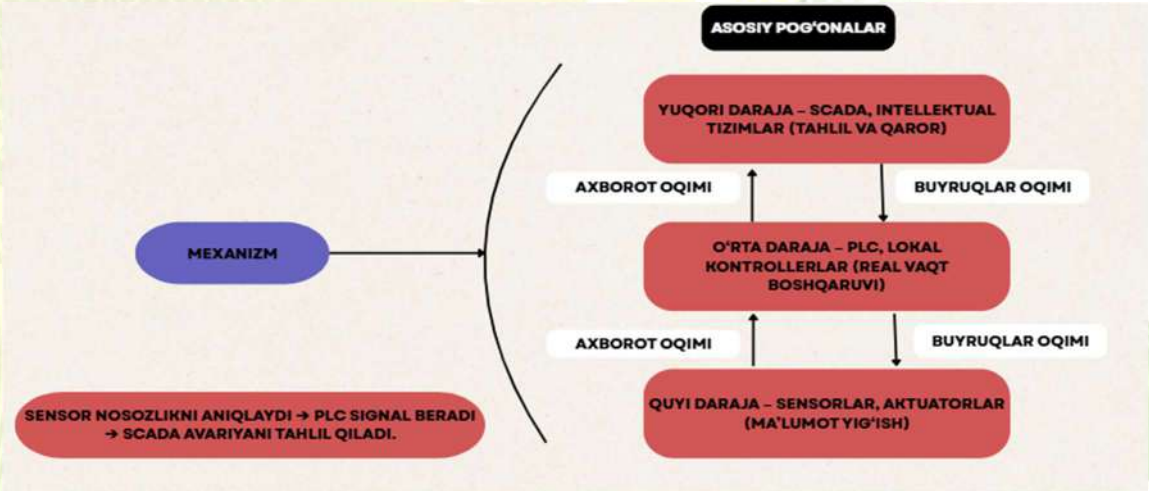
Shuningdek, intellektual xavfsizlik tizimlari inson omiliga bog‘liq xatoliklarni kamaytiradi. Operatorlarning tajribasi yetarli bo‘lmagan yoki

ISSN 3030-3907

favqulodda vaziyatlarda noto‘g‘ri qaror qabul qilinishi katta avariyalarga olib kelishi mumkin. Ekspert tizimlari esa tajribali mutaxassislarning bilimlariga asoslangan holda tavsiyalar beradi va xavfli holatlarda avtomatik qarorlar qabul qiladi [18] [24]. Bu suv nasos stansiyalarining uzluksiz va ishonchli ishlashini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega.

Intellektual tizimlardan foydalanish suv nasos stansiyalarida kompleks xavfsizlik tushunchasini shakllantiradi. Bunda texnologik, elektr, mexanik va ekologik xavfsizlik yagona axborot muhitida birlashtiriladi. Turli manbalardan olinadigan ma’lumotlar yagona platformada qayta ishlanib, xavfsizlik holatining integral ko‘rsatkichi shakllantiriladi. Bu esa boshqaruv qarorlarini yanada asosli va tezkor qabul qilish imkonini beradi [13].

Suv nasos stansiyalarida intellektual xavfsizlik tizimining umumiy strukturaviy sxemasi 2-rasmda keltirilgan



2-rasm. Suv nasos stansiyalarida intellektual xavfsizlik tizim ishlash mexanizmi umumiy strukturaviy sxemasi

MUHOKAMA.

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, suv nasos stansiyalarida xavfsizlikni ta'minlash masalasiga yangicha yondashuv zarur. An'anaviy tizimlar (releli, PLC, SCADA) asosan reaktiv xarakterga ega bo‘lib, xavfli holat sodir bo‘lgandan keyingina javob qaytaradi. Bu esa avariyaning oldini olish emas, balki uning oqibatlarini kamaytirish bilangina cheklanadi [9].

Intellektual tizimlar esa real vaqt rejimida ma'lumotlarni tahlil qilish, nosozliklarni erta aniqlash va bashorat qilish imkoniyatiga ega. Xususan, ekspert tizimlar va IoT sensorlarining gibrid kombinatsiyasi suv nasos stansiyalarida xavfsizlikni ta'minlashning eng maqbul yo‘nalishi hisoblanadi.

Qiyosiy tahlildan quyidagi xulosalar chiqarildi:

- SCADA tizimlari monitoring va nazorat uchun samarali, ammo mustaqil boshqaruv vositasi emas;

ISSN 3030-3907

- Ekspert tizimlar yuqori aniqlik va qulay xizmat ko‘rsatish imkoniyatiga ega;

•Neyron tarmoqlar eng yuqori aniqlikni ta'minlaydi, lekin real vaqt rejimida ishlash imkoniyati cheklangan;

•IoT asosidagi tizimlar arzonligi va oson o‘rnatilishi bilan ajralib turadi;

•Gibrid tizimlar yuqori samaradorlikka ega, ammo qimmat va murakkab.

O‘zbekiston sharoitida suv nasos stansiyalarida asosan an'anaviy SCADA tizimlari qo‘llaniladi. Intellektual tizimlarni joriy etish avariya holatlarining oldini olish, texnologik jarayonlarning ishonchliligini oshirish va inson omiliga bog‘liq xatoliklarni minimallashtirish imkonini beradi.

XULOSA.

Suv nasos stansiyalarida xavfsizlikka ta'sir qiluvchi asosiy omillar to‘rt guruhga – elektr, mexanik, gidravlik va inson omiliga bog‘liq xavflarga tasniflandi. An'anaviy avtomatlashtirilgan tizimlar (releli, PLC, SCADA) asosan reaktiv xarakterga ega bo‘lib, avariya holatlarini oldindan bashorat qilish imkoniyatiga ega emas. Intellektual tizimlar – ekspert tizimlar, neyron tarmoqlar va IoT texnologiyalari – real vaqt rejimida nosozliklarni erta aniqlash va bashorat qilish imkonini beradi.

Qiyosiy tahlil shuni ko‘rsatdiki, ekspert tizimlar va IoT sensorlarining gibrid kombinatsiyasi suv nasos stansiyalarida xavfsizlikni ta'minlashning eng maqbul yo‘nalishi hisoblanadi.

Intellektual tizimlarni joriy etish avariya holatlarining oldini olish, texnologik jarayonlarning ishonchliligini oshirish va inson omiliga bog‘liq xatoliklarni minimallashtirish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Qodirov A.A. Suv xo‘jaligi tizimlari va inshootlari. – Toshkent: Fan, 2018.
2. Karapetyan V.S. Nasoslar va nasos stansiyalari. – Moskva: Energiya, 2017.
3. Li X., Wang Y. Intelligent monitoring of pumping stations // Journal of Hydraulic Engineering, 2021.
4. Bolton W. Instrumentation and Control Systems. – Oxford: Elsevier, 2020.
5. Rajput R.K. Fluid Mechanics and Hydraulic Machines. – New Delhi: S. Chand, 2018.
6. Tashkent Irrigation and Agricultural Mechanization Engineering Institute. Avtomatlashtirish bo‘yicha materiallar.
7. Creswell J.W. Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. SAGE Publications, 2018.
8. Elsevier. ScienceDirect user guide: Search and discovery. Amsterdam, 2023.
9. Kitchenham B., Charters S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. EBSE Technical Report, 2019.

ISSN 3030-3907

10. Haykin S. Neural Networks and Learning Machines. Pearson Education.
11. Garcia E., Martinez R. Expert systems in industrial diagnostics: A comprehensive review // Expert Systems with Applications, 2020.
12. Saunders M., Lewis P., Thornhill A. Research methods for business students. Pearson, 2019.
13. ISO 23875:2021. Artificial Intelligence – Risk Management Guidelines.
14. Liu Z., Zhang H., et al. Visual Analysis Method for Unmanned Pumping Stations on Dynamic Platforms. 2024.
15. Kamolov T., Khalikov S. Operational Safety Management of the Pumping Installations of the Machine Irrigation System. 2023.
16. Flippe J., et al. Data-driven Predictive Energy Optimization in a Wastewater Pumping Station. 2024.
17. Muxitdinov R.X. Gidrotexnik inshootlar va suv ta'minoti tizimlari. – Toshkent: O'qituvchi, 2019.
18. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. Pearson, 2021.
19. Wang L., Gao R.X. Condition Monitoring and Intelligent Maintenance in Industrial Systems. Springer, 2020.
20. IEC 61508. Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety-related Systems.
21. Yu Z. Prediction Model for Safe Operation of Pumping Stations Optimized by BP Neural Network. 2024.

ISSN 3030-3907