ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 6

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 6

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.

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

ISSIQLIK ENERGETIKA OBYEKTLARINING BOSHQARISHDA KVANT FOTON SPIN USULINI TADBIQI

Yakubova Noilaxon Sobirjonovna,
Toshkent davlat texnika universiteti dotsenti,
E-mail: noila.yakubova@gmail.ru
O‘ngboyeva Dilfuza O‘rozovna
Toshkent kimyo texnologiya instituti
Qodirova Dilafruz Baxrom qizi
Toshkent Farmatsevtika instituti

Annotatsiya. Mazkur maqolada issiqlik energetika obyektlarining murakkab dinamik tizimlarning boshqarish samaradorligini oshirish masalasi ko‘rib chiqilgan. Taklif etilgan yondashuvda dinamik obyektlarni matematik modellashtirish jarayonida kvant superpozitsiya va interferensiya prinsiplaridan foydalanilib, boshqarish algoritmining moslashuvchanligi va hisoblash tezkorligi oshiriladi. Kvant-foton-spin asosidagi algoritm bug‘ qizdirgichning asosiy texnologik parametrlarini boshqarish tizimini sintezlash masalasida tajribadan o‘tkazildi. Olingan natijalar an’anaviy boshqarish usullari bilan solishtirilganda, taklif etilgan yondashuv boshqarish jarayonining tezkorligini oshirish, energiya sarfini kamaytirish hamda tashqi g‘alayonlar ta’sirida tizimning barqarorligini ta’minlashini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: boshqarish tizimini sintezlash; superpozitsiya; interferensiya; foton polarizatsiyasi; spin holatlari; kubit;.

Аннотация. В статье рассматривается задача повышения эффективности систем управления сложными динамическими объектами теплоэнергетики. В рамках предложенного подхода при математическом моделировании динамических объектов используются принципы квантовой суперпозиции и интерференции, что позволяет повысить адаптивность управляющего алгоритма и скорость вычислений. Разработанный квантово-фотонно-спиновый алгоритм был апробирован при синтезе системы управления основными технологическими параметрами пароперегревателя. Результаты сравнительного анализа с традиционными методами управления показали, что предложенный подход обеспечивает повышение быстродействия системы управления, снижение энергопотребления и повышение устойчивости к воздействию внешних возмущений.

Ключевые слова: синтез системы управления; суперпозиция; интерференция; поляризация фотонов; спиновые состояния; кубит.

Abstract. This paper addresses the problem of improving the efficiency of control systems for complex dynamic thermal power engineering objects. Within the proposed framework, the mathematical modeling of dynamic objects employs the

ISSN 3030-3907

principles of quantum superposition and interference, which enhance the adaptability of the control algorithm and increase computational speed. The developed quantum-photon-spin-based algorithm was experimentally validated in the synthesis of a control system for the main technological parameters of a steam superheater. Comparative analysis with conventional control methods demonstrates that the proposed approach improves control response speed, reduces energy consumption, and ensures robustness against external disturbances.

Keywords: control system synthesis; superposition; interference; photon polarization; spin states; qubit.

1.KIRISH.

Bug‘ qozonlari, bug‘ qizdirgichlar va boshqa issiqlik texnologik agregatlar murakkab, nochiziqli va vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchan dinamik xususiyatlarga ega bo‘lib, ularni an’anaviy boshqarish usullari asosida yuqori aniqlikda boshqarish murakkablashib bormoqda.

Mazkur tadqiqotning ilmiy yangiligi shundan iboratki, unda issiqlik energetika obyektlarining boshqarish tizimini sintezlashda kvant algoritmlari, foton polarizatsiyasi va spin holatlarini yagona kvant-foton-spin hisoblash arxitekturasi doirasida integratsiyalashgan holda qo‘llash taklif etiladi.

Amaliy jihatdan esa taklif etilgan yondashuv energiya sarfini kamaytirish, boshqarish aniqligini oshirish va sanoat issiqlik obyektlarining ishonchli ishlashini ta’minlashga xizmat qiladi.

Ayrim tadqiqotlarda kvant algoritmlarining boshqaruv masalalariga tatbiqi nazariy jihatdan ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, foton va spin holatlariga asoslangan kvant hisoblash modellari axborotni qayta ishlash va uzatish jarayonlarida yuqori samaradorlikni ta’minlashi ko‘rsatib o‘tilgan. Biroq mavjud ishlarda kvant algoritmlarini issiqlik energetika obyektlarining real vaqt rejimidagi boshqaruv tizimlari bilan integratsiyalash masalasi yetarli darajada yoritilmagan. Aksariyat tadqiqotlar soddalashtirilgan modellar yoki nazariy tahlil bilan cheklanadi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi issiqlik energetika obyektlari uchun kvant-foton-spin interfeysiga asoslangan intellektual boshqarish tizimini sintezlash hamda uning samaradorligini imitatsion modellashtirish asosida baholashdan iborat.

Yaratilayotgan boshqarish tizimining kvant-foton-spin hisoblashli modelini qurishda taklif etilgan yondashuvning asosiy afzalligi shundan iboratki, unda spin holatlarini optik foton qutblanishiga o‘tkazish va ularni qayta o‘qish jarayonida o‘qitish mexanizmlarini hamda interfeys parametrlarini moslashtirish orqali hisoblash tezligini sezilarli darajada oshirish mumkin. Mazkur yondashuv

ISSN 3030-3907

hisoblash jarayonini soddalashtirishga xizmat qilib, faqat tanlangan interfeys parametrlarini o‘qitish va foton-spin o‘zaro ta’sir kuchlarini optimallashtirish orqali kvant modelining samarali ishlashini ta’minlaydi. Natijada texnologik jarayonning kvant-foton-spin hisoblashli modelini shakllantirish va uning asosida modellashtirishning an’anaviy matematik usullari, neyron tarmoqlar hamda kvant algoritmlarini yagona intellektual boshqaruv tizimi doirasida uyg‘unlashtirish imkoniyati yuzaga keladi. Ushbu integratsiyalashgan yondashuv issiqlik energetika obyektlarini real vaqt rejimida yuqori aniqlik, tezkorlik va axborot xavfsizligini ta’minlagan holda boshqarish samaradorligini sezilarli darajada oshirishga imkon beradi.

Mazkur tadqiqotning ilmiy yangiligi shundan iboratki, unda issiqlik energetika obyektlarining boshqarish tizimini sintezlashda kvant algoritmlari, foton polarizatsiyasi va spin holatlarini yagona kvant-foton-spin hisoblash arxitekturasi doirasida integratsiyalashgan holda qo‘llash taklif etiladi. Mavjud tadqiqotlardan farqli ravishda, ushbu yondashuvda spin holatlarini foton qutblanishi orqali kodlash va real vaqt rejimida noravshan kvant xulosalash bilan birlashtirish hisobiga boshqarish parametrlarini parallel optimallashtirish imkoniyati yaratiladi. Natijada hisoblash tezligi oshiriladi va tashqi g‘alayonlar sharoitida tizimning robastligi ta’minlanadi.

2.MATERIAL VA METODLAR.

Texnologik jarayonlarning modellarini ishlab chiqish masalasi yuqori sifatli boshqarish tizimlarini yaratish hamda ularni ishlab chiqarish jarayonlariga joriy etishning muhim bosqichlaridan biri hisoblanadi. Bunda jarayonning asosiy dinamik xossalari, nochiziqliligi va tashqi hamda ichki g‘alayonlar ta’sirini to‘liq aks ettiruvchi adekvat matematik modelni qurish talab etiladi.

Kvant-foton-spin interfeysiga asoslangan intellektual boshqarish tizimi bir nechta noravshan rostlagichlardan hamda foton-spin o‘lchov ma’lumotlarini qayta ishlovchi noravshan kvant xulosalash modulidan tashkil topadi. Mazkur tizimda kvant-foton-spin interfeysi orqali kodlangan axborot kvant xulosalash moduli tomonidan qayta ishlanib, boshqaruv qarorlari shakllantiriladi. Natijada texnologik jarayon holatini real vaqt rejimida baholash va optimal boshqarishni amalga oshirish imkoniyati ta’minlanadi.

Boshqarish tizimiga robastlilik xususiyatini ta’minlash maqsadida noravshan kvant xulosalash algoritmi asosida turli xil boshqaruv modellari shakllantiriladi hamda kvant korrelyatsiyasi yordamida ular orasidan eng maqbul variant tanlab olinadi. Ushbu jarayonda bilimlar bazasidagi noravshan rostlagichlar va o‘zgaruvchilar soni, kvant korrelyatsiya holatining o‘lchami, shuningdek kvant korrelyatsiya matritsasi ko‘rinishidagi tasvirlar hisobga olinadi. Mazkur ma’lumotlar asosida kvant yacheykalari hosil qilinadi va boshqaruv

ISSN 3030-3907

qarorlarini shakllantirishda foydalaniladi. Shu bilan birga, spin-foton interfeysi o‘zaro bog‘langan ikkita kvant tizimidan tashkil topib, ulardan biri spin holatlari orqali axborotni saqlash va qayta ishlashni, ikkinchisi esa foton qutblanishi yordamida axborotni uzatish va o‘lchash jarayonlarini amalga oshiradi. Bunday tuzilma boshqarish tizimining moslashuvchanligini va tashqi g‘alayonlarga nisbatan robastligini sezilarli darajada oshiradi. Spin kubit($|\uparrow\rangle$, $|\downarrow\rangle$) holatlar va foton kubit qutblanish holatlari ($|H\rangle$, $|V\rangle$) berilgan bo‘lsin. Umumiy tizim holati tenzor ko‘paytma fazosida quyidagicha ifodalanadi:

$$|\psi(t)\rangle = \alpha(t)|\uparrow\rangle \otimes |H\rangle + \beta(t)|\uparrow\rangle \otimes |V\rangle + \gamma(t)|\downarrow\rangle \otimes |H\rangle + \delta(t)|\downarrow\rangle \otimes |V\rangle \, |\Psi(t)\rangle \qquad (1)$$

bu yerda α, β, γ, δ - kompleks amplitudalar bo‘lib, ularning umumiy yig‘indisi quyidagicha:

$$|\alpha|^2 + |\beta|^2 + |\gamma|^2 + |\delta|^2 = 1 \qquad (2)$$

Spin va fotonning o‘zaro ta’siri Jaynes-Cummings Hamilton operatori orqali ifodalanadi:

$$H = \hbar\omega_c a^{\perp} a + \frac{h\omega_s}{2}\sigma_z \hbar g(a\sigma_+ + a^{\perp}\sigma_-) \qquad (3)$$

bu yerda: $a^{\perp}a$ - foton operatorlari, $\sigma_z;\sigma_+;\sigma_-$ - spin Pauli operatorlari, ω_c - foton chastotasi, ω_s - spin chastotasi, g - spin-foton bog‘lanish kuchi.

Spin holati $|\psi_s\rangle = \alpha|\uparrow\rangle + \beta|\downarrow\rangle$ foton holatiga quyidagi kvant orqali kodlanadi:

$$|\uparrow\rangle|0\rangle \to |\uparrow\rangle|H\rangle, \qquad |\downarrow\rangle|0\rangle \to |\downarrow\rangle|V\rangle \qquad (4)$$

Natijada foton qutblanishi o‘lchangan parametrlarni kodlaydi va uzatadi.

Issiqlik energetika obyektlarida kvant-foton-spin interfeysi orqali olingan yuqori aniqlikdagi o‘lchov ma’lumotlari noravshan kvant xulosasini shakllantirish jarayoniga uzatiladi. Mazkur jarayonning boshlang‘ich bosqichida boshqarish tizimining bilimlar bazasini shakllantirish muhim ahamiyat kasb etadi. Bilimlar bazasida qoidalar sonining optimal darajada cheklanishi qidirish jarayonining hisoblash murakkabligini sezilarli darajada kamaytiradi, bu esa real vaqt rejimida boshqaruv qarorlarini shakllantirish tezligini oshiradi.

Noravshan kvant xulosasini shakllantirishda bilimlar bazasining samarali tuzilishi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Qoidalar sonining cheklangan bo‘lishi kvant xulosalash jarayonida ortiqcha hisoblashlarni kamaytirib, tizimning tezkorligi va barqaror ishlashini ta’minlaydi. Taklif etilayotgan noravshan kvant xulosalash algoritmi $(|0\rangle$ va $(\langle 1|$ hisoblash bazisida kodlash orqali axborotni to‘playdi. Kvant hisoblash usullari o‘tish jarayonining ko‘rsatkichlariga qat’iy talablar qo‘yilganda ham rostlagich bilan boshqarish tizimini paramyetrlarini optimal qiymatlarini topishni imkonini byeradi. Yuqorida keltirilgan usullarga muvofiq ravishda

ISSN 3030-3907

ulardan foydalanish tajribaviy natijalarni tahlillashning samarador va tezkorlilik jihatidan qulay ekanligi bilan tavsiflanadi.

3.NATIJALAR TAHLILI. Tadqiqot obyekti sifatida tanlangan issiqlik energetika obyektida haroratni boshqarish jarayonining dinamik xususiyatlari imitatsion modellashtirish asosida tahlil qilindi. Tahlil jarayonida haroratning vaqt bo‘yicha o‘zgarishi, tashqi g‘alayonlar ta’siridagi tebranishlar hamda boshqaruv signallariga tizimning javob reaksiyasi asosiy ko‘rsatkichlar sifatida ko‘rib chiqildi.

Taklif etilgan kvant-foton-spin asosidagi boshqarish tizimida esa haroratning dinamik javobi ancha silliq bo‘lib, tebranish amplitudasi kamaygani va o‘rnatilish jarayonining tezlashgani aniqlandi.

Mazkur murakkabliklarni hisobga olgan holda, issiqlik almashish jarayonini adekvat matematik model asosida ifodalash zarurati yuzaga keladi. Issiqlik energetika obyektlaridagi asosiy texnologik jarayonlardan biri bo‘lgan issiqlik almashish jarayoni energiya balansi tenglamasi yordamida tavsiflanadi:

$$C\frac{dT(t)}{dt} = Q_{yoq}(t) - Q_{chiq}(t) \tag{5}$$

bu yerda:C- issiqlik sig‘imi, $T(t)$- ishchi muhit harorati, $Q_{yoq}(t) -$ yoqilg‘i yonishidan hosil bo‘lgan issiqlik oqimi, $Q_{chiq}(t) -$ issiqlik yo‘qotilishi.

Isitish qozoni dinamikasi oddiylashtirilgan holda uzatish funksiyasi orqali ifodalanadi:

$$G(s) = \frac{K}{Ts+1}e^{-Ls} \tag{6}$$

bu yerda: K - kuchaytirish koeffitsiyenti, T - vaqt doimiysi, L - kechikish vaqti.

Kvant foton-spin boshqaruv tizimi PID va kvant xulosalash bloklarini uyg‘unlashtiradi. Kvant interfeysi foton va spin holatlari superpozitsiyasidan foydalanib, rostlagich parametrlarini real vaqt rejimida optimallashtiradi:

$$|\psi\rangle = \alpha|\uparrow\rangle + \beta|\downarrow\rangle \tag{7}$$

bundan $\alpha, \beta \in C,$ $|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$ ekanligi inobatga olinsa, boshqaruv signali quyidagicha bo‘ladi:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau)d\tau + K_d \frac{de(t)}{dt} \tag{8}$$

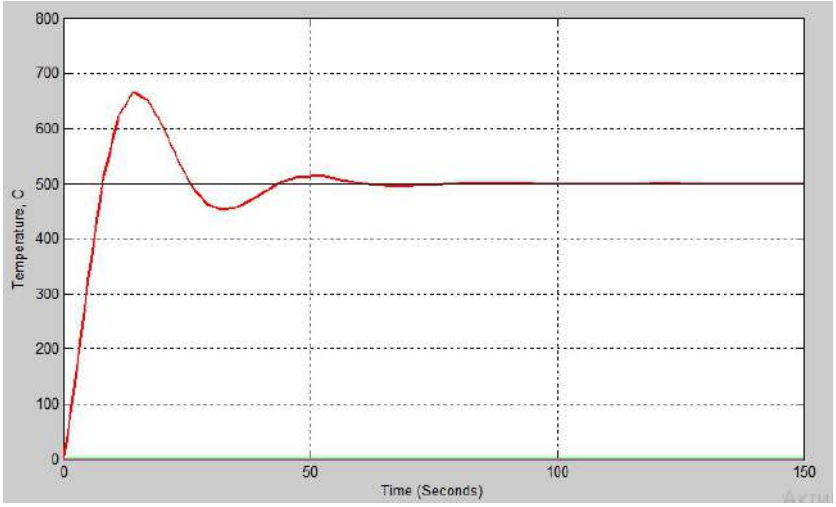
bu yerda $K_p, K_i, K_d -$ rostlagich koeffisientlari.

Issiqlik almashish jarayonining energiya balansi tenglamasi asosida qurilgan matematik model issiqlik energetika obyektining umumiy dinamik xatti-harakatini tavsiflaydi. Biroq boshqarish tizimini sintezlash jarayonida har bir

ISSN 3030-3907

boshqarish kanalining real dinamik xossalarini aniq hisobga olish talab etiladi. Shu sababli yuqorida ko‘rsatilgan har bir boshqarish kanalining dinamik xossalarini tahlil qilish uchun ishlab chiqarish sharoitida olingan tajribaviy ma’lumotlar asosida approksimatsiya ishlari amalga oshirildi. Natijada qozon agregatidagi har bir kirish va chiqish o‘zgaruvchilari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik aniqlanib, ularni ifodalovchi boshqarish kanallarining uzatish funksiyalari aniqlandi.

Yuqori samarali boshqarish tizimini yaratish uchun boshqarish jarayonining asosiy xususiyatlari hamda obyektning dinamik xarakteristikalarini chuqur o‘rganish zarur hisoblanadi. Oldingi bosqichda tajribaviy ma’lumotlar asosida boshqarish kanallarining uzatish funksiyalari aniqlangan bo‘lsa, ushbu natijalar issiqlik energetika obyektining dinamik xatti-harakatini tavsiflashda muhim axborot manbai bo‘lib xizmat qiladi. Olingan natijalar tahlili quyidagi rasmda ifodalangan:



1-rasm. Jarayonni o‘tkinchi jarayon grafigi

XULOSA. Taklif etilgan kvant-foton-spin asosidagi boshqarish tizimining samaradorligi klassik PID va noravshan boshqarish usullari bilan solishtirish sosida baholandi. Olingan natijalarga ko‘ra, kvant-foton-spin asosidagi boshqarish tizimida o‘ta rostlash qiymati taxminan 8 % ga kamaydi, haroratni boshqarish aniqligi esa ±0,11 dan ±0,07 gacha yaxshilandi. Olingan natijalar imitatsion modellashtirish asosida bir nechta takroriy hisoblash tajribalari orqali baholandi.

REFERENCES

1. Cirac J.I., Zoller P. (2010). “Goals and opportunities in quantum simulation”, Nature Physics. pp. 264-266.

2. Ульянов С.В., Мишин А.А., Миногин А.А. (2010). Информационная технология проектирования робастных баз знаний нечетких регуляторов. Ч. III: квантовый нечёткий вывод и квантовая информация // Системный

ISSN 3030-3907

анализ в науке и образовании: электрон. науч. журнал. - Дубна, № 3, pp.423-430.

3. Usmanov, K., Eshbobaev, J., & Yakubova, N. (2023). Modeling and optimization of the ammonium solution extraction process. *Engineering Proceedings*, *56*(1), 198.

4. Lee J., Shung W., Kim E., Kim S. (2010). A new genetic approach structure learning of Bayesian networks: matrix genetic algorithm // International Journal of Control, Automation and Systems. - Korean Institute of Electrical Engineers. №4, pp.398-407.

5. Sidikov, I. H., Usmanov, K. I., & Yakubova, N. S. (2020). Nochiziqli dinamik obyektlarni sinergetik boshqarish usulidan foydalanib sintezlash. *Muxammad al-Xorazmiy avlodlari, Ilmiy-amaliy va axborot-tahliliy jurnal*, (1), 11.

6. Аведян Э.Д., Галушкин А.И., Пантюхин Д.В. (2011). Ассоциативная нейронная сет CMAC и эе модификации в задаче распознавания образов //Информационные технологии. Новые технологии. №7, стр.63-71.

7. Usmanov, R., Siddikov, I., Yakubova, N., & Rahmanov, A. (2018). Adaptive identification of the Neural system of Controlling nonlinear Dynamic Objects. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, *5*(2), 5195-5199.

8. Hanaa T. El-Madany, Faten H. Fahmy, Ninet M. A. El-Rahman, Hassen T. Dorrah. (2011). Artificial Intelligence Techniques for Controlling Spacecraft Power System // Proc. of the International Conference on Renewable Energies and Power Quality. - Spain: Las Palmas de Gran Canaria. pp.163-172.

9. Sidikov, I. K., Usmanov, K. I., Yakubova, N. S., & Kazakhbaev, S. A. (2020). Fuzzy synergetic control of nonlinear systems. *Journal of Advances in Engineering Technology,(2)*, 16-19.

10. Ульянов С.В., Нефедов Н.Ю. (2012). Эффективность и качество интеллектуального управления с применением квантового нечеткого вывода: Глобально неустойчивая динамическая система // Системный Анализ в Науке и Образовании: электрон. науч. журнал. №1. - [Электронный ресурс]. URL: http:/www.sanse.ru/archive/23.

11. Uteuliev, N. U., Yakubova, N. S., Usmanov, K. I., & Yadgarva, D. B. (2018). System of adaptive control of technological parameters of production of soda. *System*, *10*, 19-2018.

12. Ablayev F., Ablayev M. (2015). On the concept of cryptographic quantum hashing. Laser Phys. Lett., vol. 12, no. 12, art. 125204, doi: 10.1088/1612-2011/12/12/125204, pp. 1-5.

ISSN 3030-3907

13. Сидиков, И. Х., Усманов, К. И., Якубова, Н. С., & Казахбаев, С. А. (2020). Нечеткое синергетическое управление нели-нейных систем. *Journal of Advances in Engineering Technology*, (2), 16-19.
14. S. Rastegar, R. Araújo, J. Sadati, and J. Mendes. (2017). "A novel robust control scheme for LTV systems using output integral discrete-time synergetic control theory," Eur. J. Control, vol. 34. doi: 10.1016/j.ejcon.2016.12.006.
15. Yakubova, N., Istanbullu, A., Siddiqov, I., & Usmanov, K. (2026). Hybrid Quantum-Fuzzy Control for Intelligent Steam Heating Management in Thermal Power Plants. *Engineering Proceedings*, *117*(1), 33.
16. Yakubova, N. S., & Abdurasulova, G. E. (2023). Study of fuzzy controllers in intelligent control systems based on quantum computing. *Universum: Technical Sciences*, *3*, 108.
17. Усманов, К. И., Сарболаев, Ф. Н., Исломова, Ф. К., & Якубова, Н. С. (2020). Адаптивно нечеткое синергетическое управление многомерных нелинейных динамических объектов. *Universum: технические науки*, (3-1 (72)), 24-28.
18. Yakubova, N. S. (2023). Application of quantum algorithms in the synthesis of dynamic objects. *Chemical Technology. Control and Management*, *6*, 61-67.
19. Yakubova, N. (2022). Method of hybrid control based of dynamic objects of neuro-fuzzy inference. *Karakalpak Scientific Journal*, *5*(2), 8-18.

ISSN 3030-3907