ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 3

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME - 3

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

MAYDALASH JARAYONINI RAQAMLI EGIZAK VA PID ROSTLAGICH ASOSIDA SUN'IY INTELLEKT YORDAMIDA REAL VAQTDA OPTIMAL BOSHQARISH

Oripov Bobur Turg'un o'g'li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti 1-kurs Magistratura talabasi
Boybutayev S. B.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti Energo-mexanika fakulteti, Avtomatlashtirish va boshqarish kafedrasi dotsent Ilmiy rahbar

Annotatsiya. Ushbu ilmiy ishda ruda yanchish jarayonini real vaqt rejimida optimal boshqarish uchun raqamli egizak (Digital Twin), PID rostlagich va sun'iy intellekt (AI) asosidagi yondashuv taklif etiladi. Tizim vibropitatel, konveyer, tegirmon, zumpf va gidrosiklonlardan iborat yopiq konturda ishlaydi. Asosiy maqsad gidrosiklon chiqishidagi zichlikni optimal qiymatda ushlab turish, qayta aylanish yukini kamaytirish va energiya samaradorligini oshirishdir. Taklif etilgan model ko'p o'lchovli real vaqt ma'lumotlariga asoslangan dinamik boshqaruvni ta'minlaydi. Tahlil va analiz tizimi (SCADA): Operator uchun real vaqtli grafik interfeys, signalizatsiya va avtomatik boshqaruv algoritmlarini amalga oshiradi.

Kalit so'zlar: raqamli egizak, PID boshqaruv, sun'iy intellekt, maydalash jarayoni, gidrosiklon, real vaqt tizimi

Abstract. This research proposes an approach based on a Digital Twin, a PID controller, and Artificial Intelligence (AI) for the optimal real-time control of the ore grinding process. The system operates in a closed loop consisting of a vibrating feeder, conveyor, mill, sump, and hydrocyclones. The primary objective is to maintain the density at the hydrocyclone outlet at an optimal level, reduce the recirculating load, and increase energy efficiency. The proposed model provides dynamic control based on multi-sensor real-time data. The analysis and visualization system (SCADA) implements a real-time graphical interface, alarm systems, and automatic control algorithms for the operator.

Keywords: digital twin, PID control, artificial intelligence, grinding process, hydrocyclone, real-time system.

Аннотация. В данной научной работе предлагается подход на основе цифрового двойника (Digital Twin), ПИД-регулятора и искусственного интеллекта (ИИ) для оптимального управления процессом измельчения руды в режиме реального времени. Система работает в замкнутом контуре, состоящем из вибропитателя, конвейера, мельницы, зумпфа и гидроциклонов. Основная цель — поддержание плотности на выходе из гидроциклона на оптимальном уровне, снижение циркуляционной нагрузки

ISSN 3030-3907

и повышение энергоэффективности. Предложенная модель обеспечивает динамическое управление, основанное на данных с нескольких датчиков в режиме реального времени. Система анализа и визуализации (SCADA) реализует графический интерфейс реального времени, систему оповещения и алгоритмы автоматического управления для оператора.

Ключевые слова: цифровой двойник, ПИД-управление, искусственный интеллект, процесс измельчения, гидроциклон, система реального времени.

KIRISH.

Texnologik jarayon tavsifi: Jarayon quyidagi bosqichlardan iborat: Ruda vibratsion oziqlantirgich orqali konveyerga uzatiladi, konveyer ostidagi tenzo tarozi ruda massasini o‘lchaydi hamda ruda tegirmonga tushadi. Tegirmonga ruda bilan birga suv va maydalovchi sharlar ham beriladi. Tegirmonni optimal tezlikda aylantirish orqali yanchishni jarayoni amalga oshiradi. Yanchilib bo‘tana holiga keltirilgan mahsulot zumpfga tushadi, zumpfga tushgan bo‘tanani suyuq holga keltirish maqsadida qo‘shimcha suv beriladi. Suyuq holga keltirilgan bo‘tana nasoslar orqali gidrosiklonga uzatadi. Gidrosiklon yanchilgan aralashmani ikki fraksiyaga ajratadi, ya’niy:

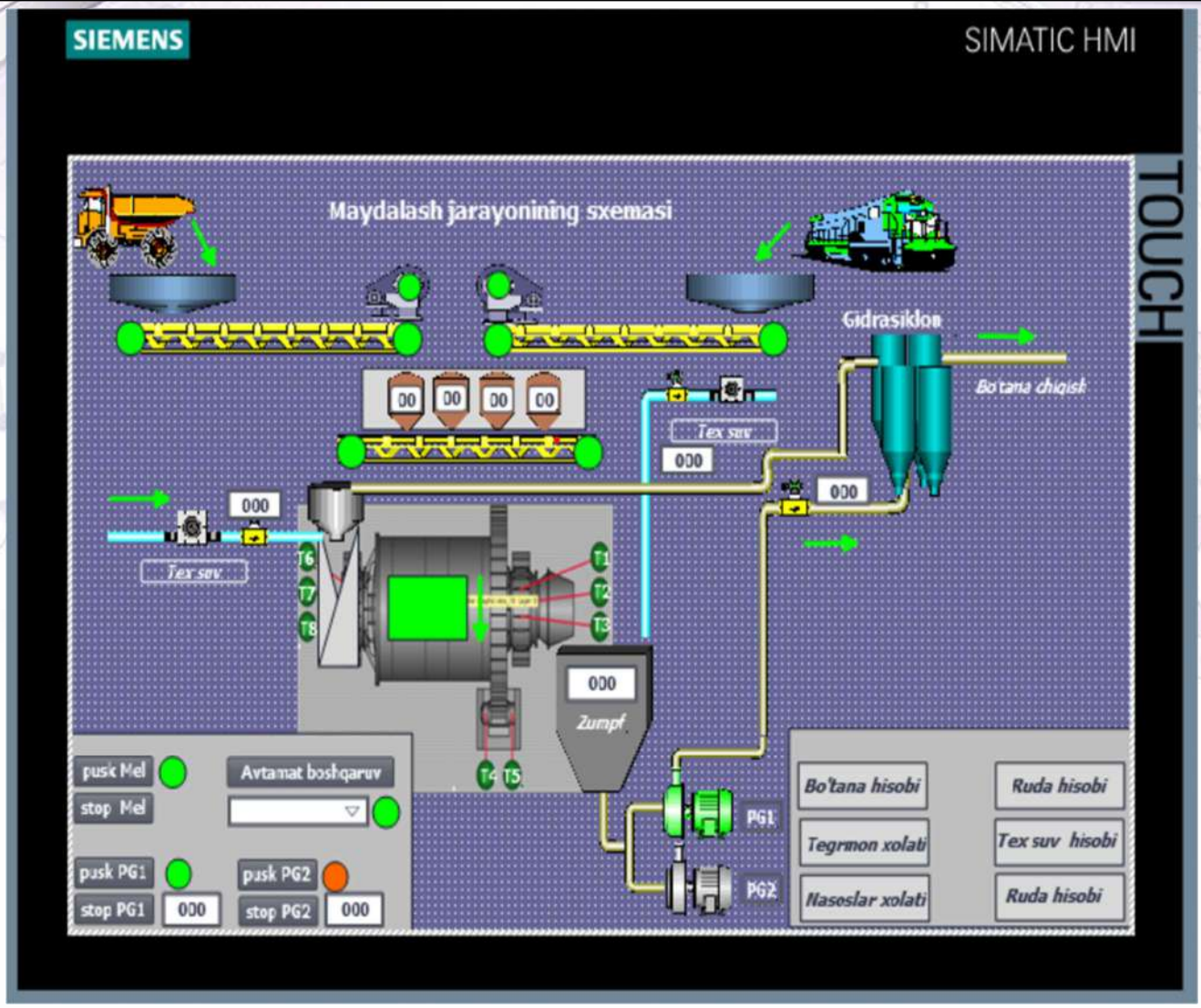
mayda fraksiya → keyingi bosqich

yirik fraksiya → qayta tegirmonga yuboriladi

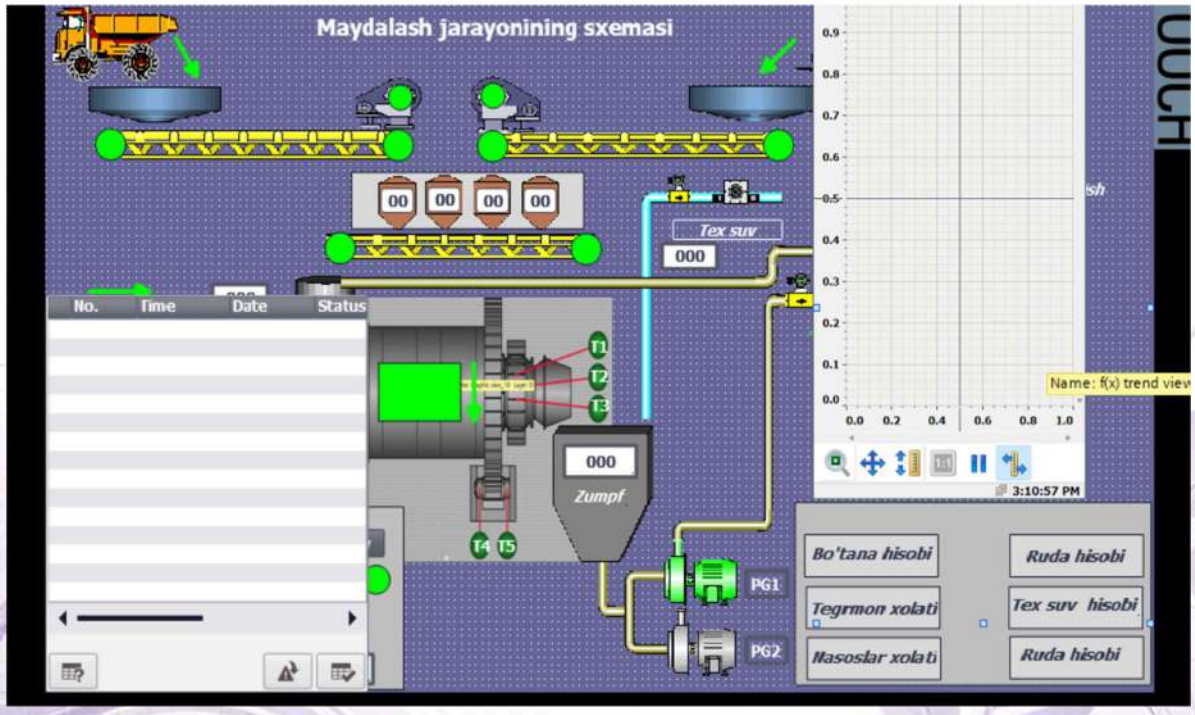
Asosiy boshqaruv maqsadi: Gidrosiklon chiqishidagi zichlikni optimal qiymatda ushlab turish.

Boshqariluvchi parametrlar: vibratsion oziqlantirgich tezligi (ruda oqimi), tegirmonga keluvchi suv klapanlari, zumpfga keluvchi suv kirish klapanlari.

ISSN 3030-3907



Raqamli egizak modeli: Raqamli egizak real tizimning matematik va ma’lumotlarga asoslangan virtual modelidir.



ISSN 3030-3907

Massa balansi:

$$M_{kir} = M_{tegr} + M_{ortiqcha_oqim}$$

Suv balans:

$$W_{kir} = W_{tegr} + W_{zumpf}$$

Zichlik modeli:

$$p_{bo'tana} = f(M, W, P, L)$$

Dinamik model:

$$p = \frac{M}{M + W}$$

Bu yerda: M - ruda massasi, W - suv miqdori, P - gidrosiklon bosimi L - zumpf sathi.

PID rostlagichi asosida boshqaruv: PID rostlagichi tizimni bir miyorda nazorat qilish uchun ishlatiladi. Asosiy vazifasi: tezkor javob berish, tizimni barqarorlashtirish, xatolikni kamaytirish. suv klapanlarini boshqarish,vibropitatel tezligini sozlash.

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t)\,dt + K_d \quad \frac{de(t)}{dt}$$

Elements | Data records

...	Name	Display name	T
	Ruda miqdori Q ruda	Recipe_element_1	<
	Tedrmonga kirish SUV Q1	Recipe_element_1	<
	Zumpfga kirish SUV Q2	Recipe_element_1	<
	Gidrasiklon bosimi H	Recipe_element_1	<
	Zumpf sathi LL	Recipe_element_1	<
	Recipe_element_1	Recipe_element_1	<
	<Add new>		

ISSN 3030-3907

```python
df['Maslahat'] = df.apply(operator_maslahat, axis=1)

# -------------------------
# DASHBOARD INTERFACE
# -------------------------
st.title("🏭 Operator Monitoring Panel")

# 📌 Jadval
st.subheader("📊 Arxiv ma'lumotlar")
st.dataframe(df)

# 📌 Oxirgi holat
st.subheader("⚡ Oxirgi holat")
st.write(df.iloc[-1])

# 📌 Maslahat
st.subheader("🔴 Operator uchun maslahat")
st.success(df.iloc[-1]['Maslahat'])

# 📈 Grafik
st.subheader("📈 Zichlik trendi")
st.line_chart(df['Density'])

st.subheader("💧 Suv / Bosim")
st.line_chart(df[['HydroPressure','ZumpfLevel']])
```

```python
def operator_maslahat(row):

    density = row['Density']
    pressure = row['HydroPressure']
    water_level = row['WaterLevel']

    # -------------------------
    # 1. ZICHLIK NAZORATI
    # -------------------------
    if density < 1200:
        return "⚠️ Zichlik past (1200 dan kichik) – ruda miqdorini oshiring"

    if density > 1700:
        return "⚠️ Zichlik yuqori (1700 dan katta) – suv miqdorini oshiring"

    # -------------------------
    # 2. GIDRASIKLON BOSIMI
    # -------------------------
    if pressure > 10:
        return "🚨 BOSIM YUQORI (>10 MPa) – nasos oborotini kamaytiring"

    # -------------------------
    # 3. SUV SATHI NAZORATI
    # -------------------------
    if water_level < 30:
        return "⚠️ Suv sathi past (<30%) – suv berishni oshiring"

    if water_level > 90:
        return "⚠️ Suv sathi yuqori (>90%) – suv berishni kamaytiring"

    # -------------------------
    # 4. NORMAL HOLAT
    # -------------------------
    return "✅ Hammasi normal"
```

Sun'iy intellekt integratsiyasi: Sun'iy intellekt tizimi PID ni "aqlli" qiladi vazifalari zichlikni prognoz qilish,optimal PID parametrlarini sozlash, energiya sarfini minimallashtirish operatorga jarayonnni boshqarishda yordam berish erta buzulishlarni oldini olish va tahlil qilish.Biz bu jarayonni amalga oshirishda malumotlar bazasida bir oylik malumotlarni olib suniy intelektga pyhton dasturiy taminotidan foydalangan holda o'qitamiz bilimlar bazasini shakillantiramiz va kod yozamiz .

```python
import pandas as pd

df = pd.read_excel("arxiv.xlsx")

df['Maslahat'] = df.apply(operator_maslahat, axis=1)

print(df[['Density','HydroPressure','WaterLevel','Maslahat']])
```


ISSN 3030-3907

```
Jadval (hamma ma'lumot)
Zichlik | Suv | Bosim | Maslahat

Oxirgi holat:
Zichlik: 1350
Suv: 65
Bosim: 9.5
Maslahat: Me'yoriy

Grafiklar:
- Zichlik chizig'i
- Suv sathi

AI maslahati:
"Zichlik me'yoriy"
```

Real vaqt boshqaruv algoritmi: Tizim quyidagi sikl asosida ishlaydi: Sensorlardan ma’lumot olish, raqamli egizakka uzatish AI orqali holatni prognoz qilish PID rostlagich orqali aniq boshqaruv signali orqali kerak bo’lgan qurulmalarni boshqarish, natijani qayta o‘lchash va tsiklni davom ettirish.

Natijalar va samaradorlik: Taklif etilgan tizim quyidagi natijalarni beradi: Zichlik barqarorligi: ±2–3% , Energiya tejalishi: 10–20%, aylanish yukining kamayishi, tegirmon samaradorligining oshishi,jarayonning to‘liq avtomatlashtirilishi.

XULOSA. Ushbu ishda maydalash jarayonini boshqarish uchun raqamli egizak, PID rostlagich va sun’iy intellekt integratsiyasiga asoslangan zamonaviy boshqaruv tizimi ishlab chiqildi. Taklif etilgan model real vaqt rejimida yuqori aniqlik, barqarorlik va energiya samaradorligini ta’minlaydi jarayonni boshqarishda operatorga yordamchi bo’ladi. Ushbu yondashuv sanoat avtomatlashtirish tizimlarida keng qo‘llanishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Karimov A. Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari. – Toshkent: O‘qituvchi, 2022.
2. Xudoyberdiyev B. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va boshqarish asoslari. – Toshkent: TATU, 2021.
3. S. Lee Real-time Monitoring of Grinding Processes using IoT and AI. – Journal of Manufacturing Systems, 2020.
4. Siemens SIMATIC WinCC SCADA System Manual. – 2023.
5. International Organization for Standardization ISO 9001:2015 – Quality Management Systems Requirements.

ISSN 3030-3907

6. K. J. Åström, R. M. Murray Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers. – Princeton University Press, 2010.
7. L. A. Zadeh Fuzzy Logic and Approximate Reasoning. – Information Sciences Journal, 1975.
8. S. Skogestad Multivariable Feedback Control: Analysis and Design. – Wiley, 2005.
9. ABB Group Advanced Process Control for Grinding Circuits. – ABB Industrial White Paper, 2018.
10. Rockwell Automation Process Control and Monitoring Systems Engineering Guide. – 2021.

ISSN 3030-3907