ISSN 2181-3779

NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

QURILISH VA TA'LIM ILMIY JURNALI

Научный журнал Строительство и образование
Scientific Journal of Construction and Education



NAMANGAN

ISSN 2181-3779

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

QURILISH VA TA’LIM ILMIY JURNALI

Volume 5, Issue 3
№3 (21) 2026

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ СТРОИТЕЛЬСТВО И ОБРАЗОВАНИЕ

SCIENTIFIC JOURNAL OF CONSTRUCTION AND EDUCATION

NAMANGAN-2026

2022-yildan nashr etiladi.
yiliga 6 marta chop qilinadi.

O‘zR Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi oliy attestatsiya komissiyasi Rayosatining 2023-yil 30-oktabrdagi №345/3 qarori bilan jurnal OAK ning ilmiy nashlari ro‘yxatiga kiritilgan

QURILISH VA TA’LIM ILMIY JURNALI

Bosh muharrir: M.G‘.DADAMIRZAYEV
Bosh muh. o‘rinbosari: N.G‘.BAYBOBOYEV
Mas’ul kotib: N.S.TURAYEV

Tahrir hay’ati

Qurilish

1	Negmatov S. akademik	TDTU “Fan va taraqqiyot” DUK
2	Labudin B.V. t.f.d., prof.	SAFU, Rossiya
3	Lazutkina L.N. p.f.d., prof.	RDAU,Rossiya
4	Razzaqov S.J. t.f.d., prof.	NamDTU
5	Arifjanov A.M. t.f.d., prof.	TIQXMM, MTU
6	Nishonov F.X. t.f.f.d., dots.	NamDTU
7	Axmedov I.G‘. t.f.f.d., dots.	NamDTU
8	Maxkamov D.I. t.f.f.d., dots.	NamDTU
9	To‘xtaboyev A.A. t.f.n., dots.	NamDTU

Arxitektura va shaxarsozlik

1	Mamatmusayev Sh.T. arx.f.d., prof.	TAQU
2	Nurmuhammedova Sh.Z. arx.f.d., prof.	TAQU
3	Shnekev K.J. arx.f.d., prof.	QQDU
4	Dedaxanov D.B. arx.f.f.d., dots.	NamDTU
5	Xasanov O.A. arx.f.f.d., dots.	TAQUI
6	Adilov Z R. arx.f.f.d., (PhD).	NamDTU
7	Abduraimov M.Sh. arx.f.f.d., dots.	SamDAQU
8	Shoisoyev K.I. arx.f.f.d., dots.	TAQU
9	Meliqulov G‘.A. arx.f.f.d., dots.	TAQU
10	Atoshov B.S. arx.f.f.d., dots.	UrDU
11	Yaxyayev A.A. arx.f.f.d., dots.	TAQU

Pedagogika va ta’lim muammolari

1	Djurayev R.X. akademik	O‘zPFITI
2	Ergashev Sh.T. t.f.n., prof.	NamDTU
3	Naumkin N.I. p.f.d., prof.	NIMGU, Rossiya
4	Kuchkarova D.F. t.f.d., prof.	TQXIMM, MTU
5	Ergashev B.B. p.f.d., dots.	PTRI
6	Muxamedov J. t.f.d., prof.	NamDTU
7	Abdullayeva O.S. p.f.d., dots.	NamDTU
8	Xamrakulov A.K. p.f.n., dots.	NamDTU
9	Qahharov A.A. t.f.f.d., dots.	NamDTU
10	Akabarov B.A. t.f.f.d., dots.	NamDTU
11	Shermatova D.Ya. p.f.f.d (PhD).	NamDTU

Muhandislik va sanoat chizmachiligi

1	Vavilov A.V. t.f.d., prof.	BNTU, Belorussiya
2	Djurayev.A.Dj. t.f.d., prof.	TTYeSI
3	Asatov N.A. t.f.d., prof.	JizPI
4	Bahodirov A.A. t.f.d., prof.	SBUMIPTK
5	Gancheryonok I.I. f-m.f.d., dots.	BMTU, Belarussiya
6	Soliyev R.X. t.f.d., prof.	NamDTU
7	Maxkamov G‘.U. t.f.f.d., dots.	NamDTU
8	Buzrukov Z.S. t.f.n., dots.	NamDTU
9	Komilov N.M. t.f.f.d., (PhD).,k.i.x	NamDTU
10	Komilov S.R. t.f.f.d., (PhD).	NamDTU

Qisqa xabarlar

1	Gulyamov G. f-m.f.n., prof.	NamDTU
2	Umurzaqov A.X. t.f.d., dots.	NamDTU
3	Turdaliyev V.M. t.f.d., prof.	NamDTU
4	Mansurov M.T. t.f.d., prof.	NamDTU
5	Abdulxayev X.G‘. t.f.d., k.i.x.	NamDTU
6	Mullabayev B.B. t.f.d., dots.	NamDTU
7	Abduvaxobov D.A. t.f.f.d.,dots.	NamDTU
8	Sobirov M.M. t.f.f.d., dots.	NamDTU
9	Karayev.P.Yu. t.f.f.d., dots.	NamDTU
10	Normirzayev A.R. t.f.n., dots.	NamDTU
11	Rasuljonov A.R. t.f.f.d., (PhD)., k.i.x	QXMITI
12	Xojiboyev V . f-m.f.d., prof.	NamDTU

Muharrirlar: i.f.n., dots. G‘.Shermatov, p.f.f.d. (PhD)., dots. S.Abdullayeva, t.f.f.d (PhD)., dots. M.To‘xtaboyev, f.f.f.d (PhD)., S.M.A’zamov.
Texnik muharrirlar. t.f.f.d (PhD)., dots. S.K.Qo‘chqorov, t.f.f.d (PhD)., dots. A. Xamzayev, t.f.f.d (PhD)., dots. S.Q.Imomnazarov, t.f.f.d (PhD)., K.K.Ismatullayev.

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ СТРОИТЕЛЬСТВО И ОБРАЗОВАНИЕ

Издаётся с 2022 года.
Выходит 6 раз в год.

Решением Президиума ВАК при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан от 30 октября 2023 года журнал включен в перечень научных изданий ВАК.

Главный редактор: М.Г.ДАДАМИРЗАЕВ
Зам главного редактора: Н.Г.БАЙБОБОЕВ
Отв. секретарь: Н.С.ТУРАЕВ

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

Негматов С, Лабудин Б.В, Лазуткина Л.Н, Раззаков С.Ж, Арифжанов А, Нишонов Ф.Х, Ахмедов И.Ғ,Махкамов Д.И, Тухтабоев А.А, Маматмусаев Ш.Т, Нурмуҳаммедова Ш.З, Шнекев К.Ж, Дедаханов Д.Б, Хасанов О.А, Адилов З Р, Абдураимов М.Ш, Шоисойев К.И, Меликулов Г.А, Атошов Б.С, Яхяев А.А, Джураев Р.Х, Эргашев Ш.Т, Наумкин Н.И, Кучкарова Д.Ф, Эргашев Б.Б, Мухамедов Ж, Абдуллаева О.С, Хамракулов А.К, Каххаров А.А, Акабаров Б.А, Шерматова Д.Я, Вавилов А.В, Джураев.А.Дж, Асатов Н.А, Баҳодиров А.А, Ганчерёнок И.И, Солиев Р.Х, Махкамов Ғ.У, Бузруков З.С, Комилов Н.М, Комилов С.Р, Гулямов Г, Умурзаков А.Х, Турдалиев В.М, Мансуров М.Т, Абдулхаев Х.Ғ,Муллабаев Б.Б, Абдувахобов Д.А, Собиров М.М, Караев.П.Ю, Нормирзаев А.Р, Расулжонов А.Р, Ходжибоев В.

Редакторы. Г.Шерматов, С.Абдуллаева, М.Тухтабоев, С.М.Аъзамов.
Технические редакторы. С.К.Кучкоров, А. Хамзаев, С.Қ.Имомназаров, К.К.Исматуллаев

SCIENTIFIC JOURNAL OF CONSTRUCTION AND EDUCATIONAL

Published since 2022.
Published 6 times a year.

By the decision of the Presidium of the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan dated October 30, 2023, the journal was included in the list of scientific publications of the UAC.

Chief editor: M.G. DADAMIRZAEV
Deputy Editor-in-Chief: N.G. BAYBOBOEV
Rep. secretary: N.S.TURAEV

Editorial team:

Negmatov S, Labudin B.V, Lazutkina L.N, Razzakov S.J., Arifzhanov A, Nishanov F.X, Akhmedov I.G,Makhkamov D.I, Tokhtaboyev A.A, Mamatmusayev Sh.T, Nurmuhammedova Sh.Z, Shnekev K.J, Dedakhanov D.B, Khasanov O.A, Adilov Z R, Abduraimov M.Sh, Shoisoev K.I, Melikulov G.A, Atoshov B.S, Yakhayev A.A, Djuraev R.X, Ergashev Sh.T, Naumkin N.I, Kuchkarova D.F, Ergashev B.B, Mukhamedov J, Abdullayeva O.S, Khamrakulov A.K, Kakharov A.A, Akabarov B.A, Shermatova D.Ya, Vavilov A.V, Djuraev.A.Dj, Asatov N.A, Bahadirov A.A, Gancheryonok I.I, Soliyev R.X, Makhkamov G.U, Buzrukov Z.S, Komilov N.M, Komilov S.R, Gulyamov G, Umurzakov A.X, Turdaliyev V.M, Mansurov M.T, Abdulkhayev X.G, Mullabayev B.B, Abduvakhobov D.A, Sobirov M.M, Karayev.P.Yu, Normirzayev A.R, Rasuljanov A.R, Khojiboyev V.

Editors. G.Shermatov, S.Abdullayeva, M. Tokhtaboyev, S.M.Azamov.
Technical editor. S.K. Kuchkarov, A. Khamzayev, S.Q. Imamnazarov, K.K. Ismatullayev

PEDAGOGIKA VA TA'LIM MUAMMOLARI

S.K.Abduraimova Mooc tizimlari va bulutli texnologiyalar ta'limdagi zamonaviy raqamli transformatsiyaning harakatlantiruvchi omillari sifatida: imkoniyatlar, pedagogik salohiyat va integratsiya istiqbollari…….. 228
N.I.Raimjanova Oliy ta'limda yozma ko'nikmalarni o'rganish va baholashning nazariy va amaliyot jihatlari….. 237
M.X.Abelkosimova Oliy ta'lim tizimida ta'lim sifatini oshirish omili sifatida ijodiy salohiyatga ega magistrantlarni tayyorlash…… 242
M.Y.Malikova Zamonaviy rus tilida neologizmlarning funksiyasi…… 246
Sh.G'.G'ulomjonova Temir yo'l transportida ekologik-iqtisodiy xavflarni boshqarish mexanizmi…….. 250
M.X.Abelkosimova Mutaxassislik magistrantlarni ilmiy-tadqiqot ishlarini shakllantirishda xalqaro tajribalardan foydalanishning ahamiyati……... 260
S.M.Ahmedov Oliy ta'limda sun'iy intellekt vositalaridan foydalanishning mustaqil ta'lim samaradorligiga ta'siri…… 264
D.R.Hamdamova Chingiz Aytmatov asarlari targ'iboti orqali o'quvchilar ma'naviy-axloqiy tarbiyasini yuksaltirish…….. 273
B.A.Akbarov Zamonaviy yondashuvlar asosida talabalar o'rtasida jismoniy madaniyat va sportni rivojlantirish… 278
T.T.Jo'rakulov Semantik moslashuv algoritmlarining dasturiy ta'minotini loyihalash (o'zbek tili misolida)…….. 283
D.Ya.Shermatova Milliy pedagogika tizimida ma'naviy-axloqiy ko'nikmalarning pedagogik kategoriya sifatida tadqiq etilishi…… 289
A.M.Normatov Ta'limdagi qiyinchiliklarni bartaraf etish orqali o'qituvchi va talabaning hamkorligini hamda ta`lim samaradorligini oshirish…… 293
A.Sh.Aminov O'quv jarayonida talabalarning mustaqil ishlash ko'nikmalarini shakllantirishning pedagogik xususiyatlari……. 297
O.T.Abdunazarova O'zbek tilini o'qitishda nutqiy kompetensiyani rivojlantirish: muammolar va yechimlar……. 301
G'.U.Maxkamov Talabalarning mustaqil ta'lim jarayonlarini tashkil etishda zamonaviy texnologiyalarning roli.. 305
N.A.Usmanova Professional kompetensiyalarini uzluksiz takomillashtirish tizimining ta'lim sifati va innovatsion salohiyatga ta'siri……. 310
Sh.N.To'ychiyeva Zamonaviy texnologiyalar va raqamli transformatsiya jarayonining rivojlanishi…… 318
B.Yu.Karimov Ta'lim jarayonida multimediali ta'lim texnologiyalaridan foydalanishning pedagogik imkoniyatlari…… 323
D.A.Abdurakhmanova Rus tilida ta'lim olib borilmaydigan texnik oliy ta'lim muassasalarida terminologiyani o'qitish va o'zlashtirishning o'ziga xos xususiyatlari…… 329
D.A.Abduraxmanova Talabalarda maxsus kasbiy kompetentlikni rivojlantirishda rus terminologiyasidan samarali foydalanish texnologiyalari (oliy ta'limning texnik yo'nalishlari misolida) …… 332
A.M.Ismatullayev Texnik oliy ta'lim muassasasida rus tilini o'qitishda axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish…… 337
D.Muxamedov, A.A.Qosimov Talabalarning "mashina va myexanizmlar nazariyasi" fanini o'zlashtirishida kurs loyihasining roli……... 342
A.A.Qahharov, A.A.Karimov Sun'iy intellekt asosida 3d generativ modellashtirish orqali bo'lajak muhandislarning vizual tafakkurini rivojlantirish…… 347
J.A.Mannonov Ta'lim tizimini innovatsion rivojlantirishni tashkil etishda klaster texnologiyalari…….. 359
M.M.Nasirdinov Metakognitiv strategiyalarning pedagogik ta'lim tizimidagi o'rni va ahamiyati……. 365
G.T.Xolmirzayeva Generativ sun'iy intelligentga asoslangan avtomatlashtirilgan loyihalash tizimlarini o'qitishning nazariy modeli…….. 369
G.G.Temirova, M.J.Foziljonova Raqamli ta'lim texnologiyalari va onlayn platformalarni ta'limdagi o'rni…… 376

MUHANDISLIK VA SANOAT CHIZMACHILIGI

S.M.Xasanov Turli materiallarga ishlov berishda keskichni magnitlashning uning yeyilishi va chidamliligiga ta'sirini tadqiq qilish…… 384
K.X.Madumarov Antiprizma va prizmalardan dekorativ ustunlar yasash……... 394
M.M.Ubaydullayev, Sh.N.Fozilov, O.N.Toshpo'latov Avtomobillarning yoritgich chiroqlari sovutish tizimlarining korroziyabardoshligini oshirish usullari…… 399
B.B.Orifjonov, Sh.M.Ismoilov Fazoviy yuklanishlar va asimmetrik harorat ta'siridagi sterjenlar tizimining termo-mexanik modellashtirilishi: elektr uzatish minoralari misolida…… 405
X.N.Yusupov, Sh.S.Jurayev Kordinatalarni masofadan uzatish natijasida dobot cr5 ni masofadan boshqarish va monitoring qilish…… 412
X.N.Yusupov Ishlab chiqarish sanoatida robototexnik komplekslar va ularning avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini tahlil qilish…….. 422
A.O.Shonazarov "Chizma geometriya fanida sirtlarning o'zaro kesishish chiziqlarini aniqlashda interaktiv modellashtirish texnologiyalaridan foydalanish" …… 431

UO‘T: 62.529:62.512:62.519

ISHLAB CHIQARISH SANOATIDA ROBOTOTEXNIK KOMPLEKSLAR VA ULARNING AVTOMATLASHTIRILGAN BOSHQARUV TIZIMLARINI TAHLIL QILISH

Yusupov Xurshid Normumin o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti Shahrisabz oziq-ovqat muhandisligi fakulteti dotsenti.
yusupovxurshid1995@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada ishlab chiqarish sanoatida qo‘llaniladigan robototexnik komplekslar (RTK) va ularning avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari tahlil qilinadi. Zamonaviy sanoat korxonalarida robotlashtirilgan texnologiyalar ishlab chiqarish jarayonlarining aniqligi, tezligi va samaradorligini oshirishda muhim rol o‘ynaydi. Ishda robototexnik komplekslarning tuzilishi, asosiy funksional elementlari hamda ularning boshqaruv arxitekturasi ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining dasturiy va apparat ta’minoti, sensorlar va ijro mexanizmlari bilan o‘zaro integratsiyasi hamda real vaqt rejimida boshqarish tamoyillari yoritiladi. RTKlarning ishlab chiqarish jarayonlariga integratsiyasi natijasida mehnat unumdorligi oshishi, inson omili ta’sirining kamayishi va texnologik jarayonlarning barqarorligi ta’minlanishi tahlil qilinadi. Tadqiqot davomida robototexnik komplekslarning zamonaviy turlari, ularning qo‘llanilish sohalari hamda avtomatlashtirilgan boshqaruv algoritmlarining afzallik va cheklovlari ham o‘rganiladi.

Annotation. This article examines robotic technological complexes (RTCs) used in industrial production and their automated control systems. In modern industrial enterprises, robotic technologies play a significant role in improving the accuracy, speed, and efficiency of production processes. The paper reviews the structure of robotic complexes, their main functional components, and their control system architecture. It also covers the software and hardware components of automated control systems, their integration with sensors and actuators, as well as the principles of real-time control. The impact of integrating RTCs into production processes is analyzed, showing increased labor productivity, reduced human factor influence, and improved stability of technological processes. The study explores modern types of robotic complexes, their application areas, as well as the advantages and limitations of automated control algorithms.

Аннотация. В данной статье рассматриваются робототехнические комплексы (РТК), используемые в промышленном производстве, и их автоматизированные системы управления. В современных промышленных предприятиях роботизированные технологии играют важную роль в повышении точности, скорости и эффективности производственных процессов. В работе рассматриваются структура робототехнических комплексов, их основные функциональные элементы, а также архитектура систем управления. Также освещаются программное и аппаратное обеспечение автоматизированных систем управления, их интеграция с датчиками и исполнительными механизмами, а также принципы управления в режиме реального времени. Анализируется влияние интеграции РТК в производственные процессы, что способствует повышению производительности труда, снижению влияния человеческого фактора и обеспечению стабильности технологических процессов. В ходе исследования изучаются современные типы робототехнических комплексов, области их применения, а также преимущества и ограничения алгоритмов автоматизированного управления.

Kalit so‘zlar. sanoat robotlari, robot tizimlari, manipulyator, boshqaruv tizimi, robot kontrolleri, end-effektor, sensorlar, sun’iy intellekt, avtomatlashtirish, ishlab chiqarish jarayonlari, robot dasturlash, robot trayektoriyasi, sanoat xavfsizligi, xavf-xatarlar tahlili, mexanik xavflar,

elektr xavfsizligi, pnevmatik va gidravlik tizimlar, kollaborativ robotlar, mobil robotlar, robot integratsiyasi, texnik xizmat ko‘rsatish, ishlab chiqarishni optimallashtirish.

Keywords: industrial robots, robotic systems, manipulator, control system, robot controller, end effector, sensors, artificial intelligence, automation, production processes, robot programming, robot trajectory, industrial safety, risk analysis, mechanical hazards, electrical safety, pneumatic and hydraulic systems, collaborative robots, mobile robots, robot integration, maintenance, production optimization.

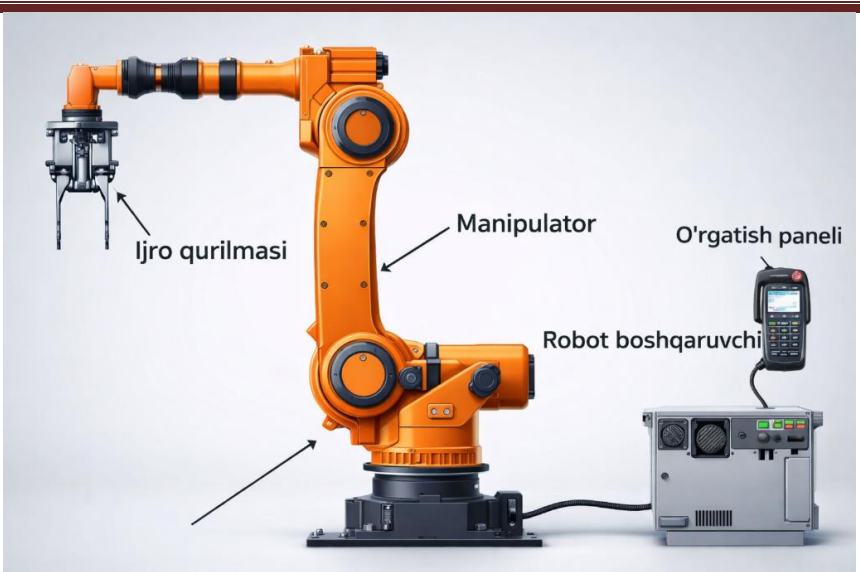
Ключевые слова: промышленные роботы, робототехнические системы, манипулятор, система управления, контроллер робота, энд-эффектор, датчики, искусственный интеллект, автоматизация, производственные процессы, программирование робота, траектория робота, промышленная безопасность, анализ рисков, механические риски, электробезопасность, пневматические и гидравлические системы, коллаборативные роботы, мобильные роботы, интеграция роботов, техническое обслуживание, оптимизация производства.

Kirish. Sanoat robotlari odatda inson o‘rniga xavfli yoki takrorlanuvchi vazifalarni yuqori aniqlik bilan bajarish uchun qo‘llaniladi. Sanoat robot tizimi faqat robotning o‘zidan iborat bo‘lmay, balki robot manipulyatoriga ulangan ishchi asbob (end-effector), boshqaruv tizimi (kompyuterlar, protsessorlar va dasturlar), energiya manbalari, sensorlar hamda ketma-ketlikni boshqarish va monitoring qilish uchun aloqa interfeyslarini (kirish/chiqish qurilmalari) ham o‘z ichiga oladi. Sanoat robot tizimlari turli sohalarda keng qo‘llaniladi. Ular materiallarni tashish, yig‘ish operatsiyalari, yoy va kontaktli payvandlash, dastgohlarga yuklash va tushirish, bo‘yash, purkash, nazorat qilish, sinovdan o‘tkazish, qadoqlash va markalash kabi vazifalarni bajaradi. Robot tizimlarining rivojlanishi va qo‘llanilishi tobora kengayib bormoqda, chunki ko‘plab korxonalar ularning yangi imkoniyatlarini kashf etmoqda. Sun’iy intellekt sohasidagi yutuqlar ham, ayniqsa sanoat ilovalarida, robot tizimlarining funksional imkoniyatlarini yanada kengaytirmoqda.

Xalqaro Robototexnika Federatsiyasi (IFR) ma’lumotlariga ko‘ra, 2018-yil oxiriga kelib dunyo bo‘ylab ish joylarida 2 milliondan ortiq robot faoliyat yuritgan (faqat AQShning o‘zida 2018-yilda 40 mingdan ortiq robot o‘rnatilgan). Ushbu ko‘rsatkichlar yildan-yilga ortib bormoqda va 2022-yilgacha yiliga o‘rtacha 12% o‘sish prognoz qilingan. Robot tizimlari tobora ko‘proq ish joylarida joriy etilayotgani sababli, ular bilan ishlovchi xodimlar soni ham ortmoqda. Bu holat ilgari robotlar qo‘llanilmagan sohalarda — masalan, restoran va oziq-ovqat xizmati, qishloq xo‘jaligi hamda yetkazib berish xizmatlarida ham kuzatilmoqda.

Sanoat robot tizimlarining asosiy tarkibiy qismlari. Sanoat robot tizimlari quyidagi to‘rtta asosiy komponentdan iborat:

- *Manipulator* — robotning mexanik qismi bo‘lib, harakat va amaliy operatsiyalarni bajaradi.
- *Boshqaruv tizimi (robot kontrolleri)* — robotning ishlashini nazorat qiladi; unga aloqa interfeyslari (kirish/chiqish – I/O) kiradi va energiya bilan ta’minlanadi.
- *Teach pendant (o‘qitish pulti)* — robotni dasturlash va boshqarish uchun mo‘ljallangan qo‘l qurilmasi.
- *Robot manipulyatoriga ishchi asbob* (masalan, gripper yoki boshqa end-effector) o‘rnatilganda, u to‘liq sanoat robot tizimini tashkil etadi.



1-rasm. Sanoat robot tizimi: asosiy komponentlari.

Sanoat robot tizimi odatda qo‘shimcha uskunalar bilan integratsiyalashgan holda ishlaydi. Bunday uskunalarga konveyerlar, elevatorlar, ish stollari (qo‘lda yoki avtomatlashtirilgan qisqichlar bilan jihozlangan), shuningdek payvandlash, kesish, yig‘ish va nazorat qilish kabi texnologik jarayonlarni bajaruvchi uskunalar hamda boshqa turdagi mashinalar kiradi. Ushbu elementlarning barchasi birgalikda sanoat robotining amaliy qo‘llanilish tizimini (industrial robot application) tashkil etadi.

Manipulyator. Robotning fizik tuzilmasi asosan manipulyator hisoblanadi. Manipulyator mexanik bog‘lanmalar va bo‘g‘inlarni qo‘llab-quvvatlovchi konstruktiv ramka, yo‘naltiruvchi elementlar, chiziqli yoki aylanishli aktuatorlar, boshqaruv klapanlari, sensorlar hamda ichki aloqa tizimlaridan iborat bo‘ladi. Robotning o‘lchamlari, ish radiusi va yuk ko‘tarish qobiliyati uning modeliga hamda qo‘llanilish sohasiga bog‘liq. Ushbu texnik talablar ish jarayonining ehtiyojlariga ko‘ra belgilanadi va ular operatorlar uchun xavf omillarini yuzaga keltirishi mumkin.

Boshqaruv tizimi. Sanoat robotlarining boshqaruv tizimi (robot kontrolleri) quvvat manbai, sensorlar, kirish signallari, kompyuter yoki mikroprotsessorga uzatiladigan ma’lumotlar, dasturlash funksiyalari hamda manipulyator va end-effektorlarga yuboriladigan chiqish signallaridan iborat bo‘ladi. Aloqa simli yoki simsiz bo‘lishi mumkin.

Energiya manbalari. Robot tizimlarida energiya sensorlar, aktuatorlar va boshqaruv tizimlariga elektr, pnevmatik yoki gidravlik shaklda uzatiladi. Ushbu energiya manbalari ishchilar uchun xavf tug‘dirishi mumkin, chunki ular harakat yoki saqlangan energiya ko‘rinishida xavf hosil qiladi. Tizim ichida kondensatorlar, prujinalar, bosimli silindrlar kabi elementlarda ham xavfli energiya saqlanishi mumkin. Elektr yuritmalar eng keng tarqalgan hisoblanadi. Pnevmatik tizimlar (odatda 80–90 psi havo bosimi) end-effektorlar uchun ishlatiladi, gidravlik tizimlar esa ayrim jarayonlarda qo‘llaniladi. Yonuvchan gidravlik suyuqliklar ishlatilganda yong‘in xavfi ham yuzaga kelishi mumkin. Elektr bilan ishlaydigan robotlar sanoatda eng ko‘p uchraydi. Ular AC yoki DC quvvatdan foydalanadi va pnevmatik yoki gidravlik tizimlarga nisbatan xavfsizroq hamda tezroq to‘xtatilishi mumkin.

Sensorlar. Sensorlar manipulyator va end-effektor holatini hamda robot atrofidagi obyektlarni aniqlash uchun ishlatiladi. Robototexnika va sun’iy intellekt rivoji sensor texnologiyalarisiz mumkin emas. Sensor turlari quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

- *Kontakt sensorlar* – jismoniy tegish orqali ishlaydi (limit, tugma, bumper va boshqalar).
- *Yorug‘lik sensorlari* – yorug‘lik o‘zgarishini aniqlaydi.
- *Optik sensorlar* – kamera asosidagi tizimlar.

- *Ultratovush sensorlari* – signal yuborib qaytgan aks-sadoni o‘lchaydi.
- *Proksimitet sensorlari* – obyekt yaqinligini aniqlaydi.
- *Masofa sensorlari* – obyektgacha bo‘lgan aniq masofani o‘lchaydi.
- *Qiyalik sensorlari* – burchak o‘zgarishini o‘lchaydi.
- *Navigatsion sensorlar* – GPS yoki lokalizatsiya tizimlari orqali joylashuvni aniqlaydi.
- *Harakat sensorlari* – encoder va resolverlar orqali harakatni aniqlaydi.
- *Boshqa sensorlar* – bosim, harorat, inertsiya, gaz va namlikni o‘lchovchi qurilmalar.

Sensorlarning nosozligi qo‘shimcha xavf tug‘dirishi mumkin, shuning uchun ularni to‘g‘ri tanlash va muntazam texnik xizmat ko‘rsatish zarur.

Kompyuterlar va mikroprotsessorlar. Sanoat robotlarini boshqarishda kompyuterlar yoki o‘rnatilgan mikroprotsessorlar qo‘llaniladi. Ular hisoblash jarayonlarini bajaradi hamda sensorlar, end-effektorlar va boshqa qurilmalar bilan aloqa o‘rnatadi. Boshqaruv tizimi ketma-ketlik, xotira va real vaqt monitoring funksiyalarini bajaradi. Dasturlash onlayn yoki oflayn rejimda amalga oshirilishi mumkin. Zamonaviy kontrollerlar o‘z-o‘zini diagnostika qilish imkoniga ega bo‘lib, bu nosozliklarni tez aniqlash va tizim to‘xtashini kamaytiradi. Biroq ishlab chiqaruvchilar turli dasturlash tillaridan foydalanishi sababli standartlashmagan tizimlar mavjud. Sun’iy intellekt rivoji robotlarga sensor ma’lumotlariga qarab o‘z dasturini moslashtirish imkonini bermoqda. Bu esa samaradorlikni oshiradi, lekin yangi xavf omillarini ham keltirib chiqaradi.

Teach Pendant. Ko‘pgina robot tizimlari teach pendant (ko‘chma boshqaruv qurilmasi) yordamida qo‘lda dasturlanadi. Manual rejimda operator robotga vazifalarni bevosita o‘rgatadi. Murakkab tizimlarda noto‘g‘ri buyruqlar berilishi xavfi mavjud bo‘lib, operator robotning ish zonasida bo‘lgani sababli bu jarayon jarohat xavfini keltirib chiqarishi mumkin.

End-effektorlar. End-effektorlar (EOAT – End-of-Arm Tooling) robotning ishchi qismi bo‘lib, turli vazifalarga mos ravishda almashtiriladi. Ular tarkibiga gripperlar, payvandlash mash’alalari, kesish va frezalash asboblari, burg‘ulash qurilmalari, sensorlar, kameralar va yopishtirish tizimlari kiradi. End-effektorlar ham boshqa komponentlar kabi xavf tug‘dirishi mumkin, shuning uchun ularni ishlatishda ehtiyotkorlik talab etiladi.

Sanoat robotlarining tuzilishi. Sanoat robotlari turli o‘lcham, shakl va konstruktiv tuzilmalarda ishlab chiqiladi va ular turli tizim hamda vazifalarda qo‘llaniladi. Shuningdek, robotlar turli o‘qlar soni yoki erkinlik darajalariga ega bo‘lib, bu ularning ishchi fazosi (ya’ni harakatlanish yoki yetib borish hajmi)ga bevosita ta’sir qiladi. Quyida sanoat robotlarining to‘rtta asosiy turi keltirilgan.

Artikulatsiyalangan robotlar. Artikulatsiyalangan robotlar kamida uchta aylanish bo‘g‘iniga ega bo‘lgan robotlardir. Bo‘g‘inlar soni robotning harakat diapazonini belgilaydi va ko‘pincha ular erkin harakatga yaqin bo‘ladi. Bunday robotlar ishchi fazodagi istalgan nuqtaga yetib bora oladi hamda harakat jihatidan inson qo‘lining harakatiga o‘xshashdir. Ular sanoatda yengil va og‘ir yuklarni boshqarish uchun moslashtirilishi mumkin.

SCARA robotlar. SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm — tanlab elastik yig‘ish robot qo‘li) robotlari ikki parallel aylanish bo‘g‘iniga ega bo‘lib, tekislikda (XY o‘qi bo‘yicha) moslashuvchanlikni ta’minlaydi, biroq Z o‘qi bo‘yicha qattiqlikni saqlaydi. Ushbu turdagi robotlar asosan yig‘ish (assembly) jarayonlarida keng qo‘llaniladi.

Dekart (Cartesian) robotlar. Dekart robotlari harakatni Dekart koordinatalar tizimi (X, Y, Z) asosida amalga oshiradi. Ular chiziqli robotlar, XYZ robotlar yoki portal (gantry) robotlar deb ham ataladi. Ushbu robotlar yuqori konstruktiv mustahkamlikka ega bo‘lib, og‘ir yuklarni ko‘tara oladi. Ularning asosiy qo‘llanilish sohalari: yuklash–tushirish, materiallarni ko‘chirish, yig‘ish, frezalash, qoliplash va 3D bosib chiqarish jarayonlaridir.

Parallel robotlar. Parallel robotlar bir nechta zanjir, kabel, sterjen yoki boshqa bog‘lovchi elementlar orqali yagona ishchi nuqtaga yoki asbobga ulanadi. Har bir bog‘lovchi element alohida boshqariladi. Bu turdagi robotlar yuqori tezlik talab qilinadigan pick-and-place operatsiyalarida, yig‘ish jarayonlarida hamda platforma harakatini boshqarishda keng qo‘llaniladi.



2-rasm. Robotlarning tuzilishi.

Hamkor (collaborative), hamkor bo‘lmagan (non-collaborative) va mobil sanoat robotlari qo‘llanilishi. Sanoat robot tizimlari va ularning qo‘llanilishi ishchilar bilan o‘zaro aloqasi darajasiga ko‘ra hamkor (collaborative) va hamkor bo‘lmagan (non-collaborative) turlarga ajratiladi. Bundan tashqari, so‘nggi yillarda ishlab chiqarish muhitida harakatlana oladigan mobil robotlar (Industrial Mobile Robots) ham keng joriy etilmoqda.

Hamkor (Collaborative) sanoat robotlari. Hamkor robot tizimlari ishchilar bilan bevosita o‘zaro hamkorlik qilish uchun mo‘ljallangan robotlardir. Ayrim manbalarda robotlarning o‘zaro hamkorligi ham “collaborative” sifatida talqin qilinadi, biroq ushbu matnda bu atama faqat robot–inson o‘zaro ta’siri uchun qo‘llaniladi. Robotlar o‘zaro ishlaydigan tizimlar esa hamkor bo‘lmagan guruhga kiritiladi.

Hamkor bo‘lmagan (Non-collaborative) sanoat robotlari. Hamkor bo‘lmagan robot tizimlari sanoatda qo‘llaniladigan barcha boshqa robot turlarini o‘z ichiga oladi. Ular inson bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri ishlash uchun mo‘ljallanmagan bo‘lib, odatda an’anaviy xavfsizlik himoya

to‘siqlari (masalan, himoya panjaralari yoki ajratilgan ish zonalari) bilan ishchilardan ajratilgan holda ishlaydi.

Mobil sanoat robotlari (Industrial Mobile Robots). Mobil sanoat robotlari (IMR) zamonaviy robototexnikaning yangi yo‘nalishi bo‘lib, ular ish muhitida mustaqil harakatlana olish qobiliyatiga ega. Bu robotlar belgilangan joylarga avtonom ravishda yetib boradi va transport vazifalarini avtomatlashtirish uchun ishlatiladi. IMR tizimlari to‘siqlarni aniqlash va ularni chetlab o‘tish (obstacle avoidance) yoki to‘qnashuvni oldini olish (collision avoidance) texnologiyalari bilan jihozlanadi. An’anaviy sanoat transport vositalaridan farqli ravishda, IMRlar haydovchi yoki yo‘lovchini tashish uchun mo‘ljallanmagan. Bundan tashqari, manipulyatorli robot tizimlari mobil platformaga o‘rnatilishi mumkin, bu esa robotga ishlab chiqarish muhitida bir joydan boshqa joyga ko‘chib o‘tish imkonini beradi. IMRlar alohida birlik sifatida ham, guruh (fleet) ko‘rinishida ham ishlashi mumkin.

Sanoat robot tizimlari bilan bog‘liq xavf-xatarlar. Sanoat robotlari bilan ishlashda yuzaga keladigan xavflar ularning qo‘llanilish sohasi va foydalanish bosqichiga qarab tasniflanadi.

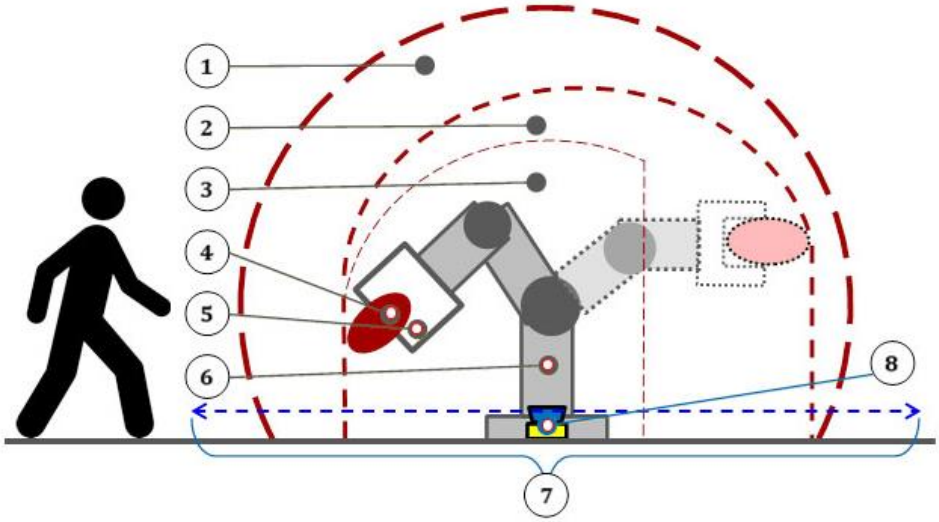
Robot qo‘llanilishidagi asosiy xavflar:

1. *Urilish, to‘qnashuv va qisilib qolish xavfi.* Robot manipulyatori, end-effektor yoki yordamchi qurilmalarning kutilmagan harakati, nosozligi yoki dasturiy xatoliklari natijasida ishchi bilan to‘qnashuv yuz berishi mumkin. Mobil robotlar ham transport vositalari kabi ishchiga urilishi mumkin.
2. *Ezilish va qisilib qolish xavfi.* Ishchining qo‘li yoki boshqa tana qismi robot, asbob yoki boshqa qurilmalar orasida qolib ketib, og‘ir jarohatlarga olib kelishi mumkin.
3. *Uchar jismlar bilan bog‘liq xavf.* Mexanik nosozliklar natijasida detal yoki asbob qismlari ajralib chiqib, ishchiga zarar yetkazishi mumkin. Masalan, gripper nosozligi, abraziv g‘ildiraklar yoki burg‘ulash asboblarining buzilishi.
4. *Elektr xavfi.* Robot tizimining elektr ta’minoti elektr toki urishi, qisqa tutashuv, yong‘in yoki boshqa xavfli holatlarga olib kelishi mumkin.
5. *Gidravlik xavflar.* Gidravlik tizimdagi bosimli suyuqlik sizib chiqsa yoki quvurlar yorilsa, yuqori bosimli oqim yoki shlanglarning tebranishi jarohat yetkazishi mumkin. Bundan tashqari, yonuvchan suyuqliklar yong‘in xavfini keltirib chiqaradi.
6. *Pnevmatik xavflar.* Pnevmatik quvurlar uzilganda yoki yorilganda, bosimli havo ta’sirida shlanglar tebranib, jarohat yetkazishi mumkin.
7. *Sirpanish, qoqilish va yiqilish xavfi.* Ish joyida suyuqlik to‘kilishi, kabel va shlanglar mavjudligi sirpanish yoki qoqilish xavfini oshiradi.
8. *Atrof-muhit bilan bog‘liq xavflar.* Kimyoviy moddalar, issiqlik, chang, nurlanish, shovqin, uchqunlar va boshqa omillar ishchilarga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

Robot tizimlari hayotiy sikli bo‘yicha xavflar

1. Ishlab chiqarish, yig‘ish va sinov bosqichi. Robot tizimlarini ishlab chiqarish va yig‘ish jarayonida yuqoridagi xavflar paydo bo‘lishi mumkin. Ayniqsa, dastlabki o‘rnatish va sinov paytida dizayn yoki ulanish xatolari aniqlanadi.
2. Integratsiya (tizimga joriy etish). Robot tizimi to‘liq ishlashi uchun uni ishlab chiqarish muhitiga moslashtirish zarur. Bu bosqichda inson va robot o‘rtasidagi birinchi o‘zaro ta’sir yuzaga keladi va barcha turdagi xavflar mavjud bo‘ladi.
3. Ekspluatatsiya va texnik xizmat ko‘rsatish. Robotlar katta tezlikda va katta energiya bilan harakatlana oladi, bu esa xavf darajasini oshiradi. Hatto kichik yuk ko‘taruvchi robotlar ham xavfli bo‘lishi mumkin.

Robot harakatlari odatda dasturga asoslangan holda oldindan aniqlangan bo‘lsa-da, murakkab dasturlar sabab ayrim harakatlar kutilmagan bo‘lishi mumkin. Bundan tashqari, ish muhiti yoki ishlov berilayotgan obyekt o‘zgarsa, robot harakatlari ham o‘zgarishi mumkin.



3-rasm. Robotlar uchun ilova maydonlari.

1-jadval

№	Name	Nomlanishi
1	Maximum space	Maksimal ish maydoni
2	Restricted space	Cheklangan ish maydoni
3	Operating space	Operatsion (ishlash) maydoni
4	Workpiece	Ishlov berilayotgan detal
5	End-effector	Yakuniy ijro organi (end-effektor)
6	Manipulator	Manipulyator
7	Safeguarded space	Himoyalangan ish maydoni
8	Protective device or barrier (safety scanner shown)	Himoya qurilmasi yoki to‘siq (xavfsizlik skaneri)

Yuqorida ta’kidlanganidek, hamkor (kollaborativ) robotlar inson bilan bevosita o‘zaro ishlash uchun maxsus loyihalashtirilgan bo‘lib, bu holat ishlab chiqarish jarayonida ishtirok etuvchi xodimlar uchun xavf va risk darajasini oshirishi mumkin. Ba’zi xodimlar (masalan, dasturchilar, operatorlar, texnik xizmat ko‘rsatuvchi mutaxassislar) robotning cheklangan ish zonasida, ya’ni aktuatorlar, klapanlar, sensorlar, ijro qurilmalari yoki boshqa energiya manbalari faol holatda bo‘lgan paytda ishlashga majbur bo‘lishi mumkin. Bundan tashqari, bitta robot tizimining ish zonasi boshqa robot tizimlari yoki sanoat uskunalarining ish zonalari bilan qisman ustma-ust tushishi mumkin.

Natijada, xodim boshqa robot tizimi yoki detal tomonidan urilishi, ikki uskuna orasida siqilib qolishi yoki ijro mexanizmlaridan uchib chiqqan jismlar (fragmentlar) ta’siriga duch kelishi ehtimoli mavjud. Bir nechta dasturlar asosida ishlovchi robot tizimida joriy dastur boshqa dasturga murojaat qilib, tezlik, tezlanish, sekinlashish yoki pozitsiya kabi parametrlarni o‘zgartirishi mumkin. Bunday holatlar robotning ish zonasida boshqa vazifalarni bajarayotgan xodimlar uchun kutilmagan vaziyatlarni yuzaga keltiradi. Garchi robot tizimlari tezlik, holat, tezlanish kabi parametrlarni nazorat qiluvchi xavfsizlik funksiyalari bilan jihozlangan bo‘lsa-da, komponentlarning nosozligi kutilmagan harakatlar yoki robot tezligining o‘zgarishiga olib kelishi mumkin. Shuningdek, qo‘shimcha xavf-xatarlar boshqa texnologik yoki yordamchi uskunalarning nosozligi, noto‘g‘ri sozlanishi yoki dasturlashdagi xatoliklar natijasida ham yuzaga keladi. Masalan, konveyer tizimlari, qisqich mexanizmlari yoki sensorlarning ishdan chiqishi yoki

texnologik jarayon parametrlarining o‘zgarishi hatto tizim to‘g‘ri loyihalangan va sinovdan o‘tgan bo‘lsa ham, kutilmagan reaksiyalarni yuzaga keltirishi mumkin.

Robot qo‘llanilishidagi xavf manbalari. Quyida sanoat robot tizimlarida uchraydigan asosiy xavf manbalari keltiriladi. Ushbu xavflarni to‘g‘ri loyihalash, sinovdan o‘tkazish, integratsiya qilish, ekspluatatsiya va texnik xizmat ko‘rsatish orqali kamaytirish mumkin.

Inson omili (integratsiya va dasturlash xatolari). Robot bilan ishlashda keng tarqalgan xatolardan biri — harakat yo‘nalishini noto‘g‘ri tushunishdir. Masalan, operator robotni “chapga” harakatlantirishni buyuradi, ammo robot boshqa koordinata tizimi sabab o‘ngga harakatlanadi. Shuningdek, noto‘g‘ri dasturlash, tashqi qurilmalar bilan noto‘g‘ri integratsiya yoki real vaqt signallarini noto‘g‘ri qayta ishlash kutilmagan va xavfli harakatlarga olib kelishi mumkin. Eng ko‘p uchraydigan muammo — operatorning tizimga haddan tashqari o‘rganib qolishi natijasida xavfli zonaga kirib ketishidir.

Boshqaruv tizimi xatolari. Boshqaruv tizimidagi nosozliklar (dasturiy xatolar, elektromagnit yoki radiochastotali shovqinlar) robotning noto‘g‘ri ishlashiga olib keladi. Shuningdek, gidravlik, pnevmatik yoki elektr tizimlardagi nosozliklar ham boshqaruv xatolariga sabab bo‘lishi mumkin. Zamonaviy tizimlar bunday xatolarni kamaytirishga qaratilgan bo‘lsa-da, ularning yuzaga kelish ehtimoli mavjud.

Ruxsatsiz kirish. Himoyalangan yoki cheklangan hududga ruxsatsiz kirish katta xavf tug‘diradi. Bunday holatda ishchi xavfsizlik choralarini bilmasligi yoki tizim holatini to‘g‘ri baholay olmasligi mumkin.

Mexanik nosozliklar. Mexanik qismlarning eskirishi yoki buzilishi robotning kutilmagan harakatiga olib kelishi mumkin. Shu sababli, texnik xizmat ishlab chiqaruvchi talablari asosida muntazam amalga oshirilishi zarur.

Vaqt bosimi. Ish jarayonini tezroq tiklashga bo‘lgan bosim natijasida xavfsizlik qoidalari buzilishi mumkin. Natijada:

- muhim tekshiruvlar o‘tkazilmaydi,
- texnik xizmat bosqichlari o‘tkazib yuboriladi,
- boshqa ishchilarning joylashuvi e’tibordan chetda qoladi.

Bu esa jarohatlar xavfini oshiradi.

Atrof-muhit omillari. Suv, issiqlik, chang, yonuvchan muhit, kimyoviy moddalar va boshqa omillar robot ishiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shuningdek, elektromagnit va radiochastotali shovqinlar robot boshqaruviga salbiy ta’sir etib, xatoliklar yuzaga keltiradi. Shu sababli, ishga tushirishdan oldin barcha ekologik omillar hisobga olinishi zarur.

Energiya tizimi nosozliklari. Elektr, pnevmatik yoki gidravlik tizimlardagi nosozliklar signal uzilishiga, yong‘in xavfiga yoki elektr zarbasiga olib kelishi mumkin. Shuningdek, to‘plangan energiyaning (masalan, kondensatorlarda) kutilmagan ajralishi ham xavf tug‘diradi.

Noto‘g‘ri yig‘ish va o‘rnatish. Robot tizimini noto‘g‘ri loyihalash yoki o‘rnatish xavfli holatlarni yuzaga keltiradi. Bu xavfsizlik standartlariga rioya qilinmagan holatlarda ayniqsa dolzarbdir.

Baxtsiz hodisalar (tajribalar asosida). Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, robot bilan bog‘liq baxtsiz hodisalar ko‘pincha normal ish rejimida emas, balki:

- yig‘ish,
- o‘rnatish,
- dastlabki sozlash,
- texnik xizmat ko‘rsatish bosqichlarida yuz beradi.

Bu jarayonlarda ishchilar robotning ish zonasida bo‘ladi va xavf ortadi.

Amaliy misollar:

- Robot dastur bajarish jarayonida kutilmagan harakat qilib, ishchini urib yuborgan. Sabablar: dastur noto‘g‘ri tushunilgan, ko‘rinish yomon, xavfsiz boshqaruv qurilmasi yo‘q.
- Ishchi avtomatik rejimda robot zonasiga kirib, manipulyator bilan qisilib qolgan. Sabablar: yetarli himoya tizimi yo‘q, xavfli elementlar noto‘g‘ri joylashtirilgan.
- Texnik xizmat paytida boshqa ishchi tasodifan elektrni yoqib yuborgan. Sabablar: lockout/tagout qo‘llanmagan, xavfsizlik standartlari buzilgan.
- Sensor tozalash paytida robot avtomatik ishga tushib, ishchini urgan. Sabablar: avtomatik rejimda xizmat ko‘rsatishga ruxsat berilgan, himoya tizimi yetarli emas.

Xulosa.Yuqorida keltirilgan tahlillardan ko‘rinib turibdiki, sanoat robotlari zamonaviy ishlab chiqarish tizimlarining ajralmas qismiga aylanib bormoqda. Ular yuqori aniqlik, tezkorlik va uzluksiz ishlash imkoniyatlari orqali ishlab chiqarish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi hamda inson omili bilan bog‘liq xatoliklarni kamaytiradi. Ayniqsa, murakkab, xavfli yoki takrorlanuvchi operatsiyalarni avtomatlashtirishda robot texnologiyalarining ahamiyati juda katta. Shu bilan birga, sanoat robot tizimlari murakkab ko‘p komponentli tizim bo‘lib, ularning samarali ishlashi manipulyator, boshqaruv tizimi, sensorlar, energiya manbalari va dasturlash jarayonlarining o‘zaro uyg‘unligiga bog‘liq. Robotlarni ishlab chiqarish, integratsiya qilish va ekspluatatsiya qilish jarayonlarida yuqori darajadagi texnik bilim va tajriba talab etiladi. Tahlil natijalari shuni ham ko‘rsatadiki, robot tizimlari bilan ishlashda turli xil xavf-xatarlar mavjud bo‘lib, ular mexanik, elektr, gidravlik, pnevmatik hamda inson omili bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Ayniqsa, dasturlashdagi xatoliklar, noto‘g‘ri integratsiya, ruxsatsiz kirish va texnik xizmat ko‘rsatish jarayonlarida xavf darajasi ortadi. Statistik ma’lumotlar ham robot bilan bog‘liq baxtsiz hodisalarning ko‘p qismi aynan ishga tushirish, sozlash va xizmat ko‘rsatish bosqichlarida yuz berishini tasdiqlaydi. Shu sababli, sanoat robot tizimlarini loyihalash va joriy etishda xavfsizlik talablariga qat’iy rioya qilish, xalqaro standartlar asosida himoya tizimlarini joriy etish, operator va texnik xodimlarni muntazam o‘qitish hamda tizimlarni doimiy monitoring qilish muhim ahamiyat kasb etadi. Bundan tashqari, sun’iy intellekt va zamonaviy sensor texnologiyalaridan foydalanish robot tizimlarining nafaqat samaradorligini, balki xavfsizlik darajasini ham oshirishga xizmat qiladi. Umuman olganda, sanoat robotlarini to‘g‘ri loyihalash, boshqarish va xavfsiz ekspluatatsiya qilish orqali ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish, mehnat unumdorligini oshirish va inson hayoti hamda sog‘lig‘ini muhofaza qilish mumkin.

ADABIYOTLAR

1. X.N.Yusupov “Muhandislik hisoblashlari uchun dasturiy ta’minot”, Darslik, Ideal press-2024.
2. See Robotics Industries Association (RIA): https://www.automate.org/robotics
3. Yuldashev Z.X. Sanoat robotlari va manipulyatorlar. Toshkent: O‘qituvchi, 2018.
4. Karimov A.A. Avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlari. Toshkent: Fan va texnologiya, 2019.
5. Rasulov B.R. Robototexnika asoslari. Toshkent: Innovatsion rivojlanish nashriyoti, 2020.
6. Yap HJ, Taha Z, Dawal SZM, et al. Virtual reality based support system for layout planning and programming of an industrial robotic work cell. *PloS One*, 2014; 9(10): e109692.
7. Liu Z, Bu W, Tan J. Motion navigation for arc welding robots based on feature mapping in a simulation environment. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 2010; 26(2): 137–144.
9. Nguyen HN, Zhou J, Kang HJ. A calibration method for enhancing robot accuracy through integration of an extended Kalman filter algorithm and an artificial neural network. *Neurocomputing*, 2015; 151: 996–1005.