



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

TEKNOLOGIYA VA INNOVATSION TADQIQOTLAR JURNALI

QABUL YO'NALISHLARI:

- Yangi texnologiyalar va innovatsiyalar
- Raqamli texnologiyalar va axborot tiimlari
- Sun'iy intellekt va avtomatlashtirish
- Innovatsiya boshqaruvi va texnologik strategiyalar
- Amaliy tadqiqotlar va muhandislik yechimlari
- Texnologiya sohasida nazariy tadqiqotlar va sharhlar



 innopublication.com



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

TEXNOLOGIYA VA INNOVATSION TADQIQOTLAR JURNALI-ilmiy-uslubiy jurnali
VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Ushbu to'plamda **“TEXNOLOGIYA VA INNOVATSION TADQIQOTLAR JURNALI”** ilmiy-uslubiy jurnalining 2026-yil 7-soniga qabul qilingan maqolalar nashr etilgan.

Bosh muharrir: JUMAYEVA SANOBAR ABSAATOVNA - Nizomiy nomidagi O'zbekiston Milliy pedagogika universiteti, Pedagogika kafedrası dotsenti, Phd

Jurnal quyidagi sohalarda maqolalar qabul qiladi: Yangi texnologiyalar va innovatsiyalar, raqamli texnologiyalar va axborot tizimlari, sun'iy intellekt va avtomatlashtirish, innovatsiya boshqaruvi va texnologik strategiyalar, amaliy tadqiqotlar va muhandislik yechimlari, texnologiya sohasida nazariy tadqiqotlar va sharhlar

Jurnal tarkibidagi barcha maqolalarga **DOI** unikal raqami biriktirilib, Google Scholar, Zenodo, Open Aire, Sindex xalqaro ilmiy bazalarida indekslandi.

Jurnal materiallaridan professor-o'qituvchilar, mustaqil izlanuvchilar, doktorantlar, magistrantlar, talabalar, litsey-kollej o'quvchilari, maktab o'qituvchilari, ilmiy xodimlar hamda barcha ilm-fanga qiziquvchilar foydalanishlari mumkin.

Eslatma! Jurnal materiallari to'plamiga kiritilgan ilmiy maqolalardagi raqamlar, hisobotlar, ma'lumotlar haqqoniyligiga va keltirilgan iqtiboslar to'g'riligiga mualliflar shaxsan javobgardirlar

“INNOVATIVE PUBLICATION” MAS'ULIYATI CHEKLANGAN JAMIYATI



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

ASSESSMENT AND MANAGEMENT OF ACCIDENT RISKS IN RESERVOIRS AND DAMS

Boboqulov Ozodbek Rustam o'g'li

Academy of the Ministry of Emergency Situations

E-mail: buxorokogon0809@gmail.com

Abstract

This article analyzes modern approaches to assessing and managing potential accident risks in reservoirs and dams. Threats related to the technical condition of dams, hydrological factors, seismic hazards, and human factors are examined. In addition, effective methods of risk management for hydraulic structures are discussed based on the experiences of the Netherlands, Norway, Switzerland, China, and the United States. The research findings demonstrate that digital monitoring, geoinformation technologies, and artificial intelligence-based control systems play a significant role in ensuring the safety of reservoirs and dams.

Keywords

reservoir, dam, hydraulic structures, accident risk, monitoring, risk management, hydrological hazard, emergency situations, hydraulic safety.

GENERATIV AI YORDAMIDA FAVQULODDA VAZIYATLAR SSENARIY- LARINI YARATISH VA O'QUV MASHG'ULOTLARINI TASHKIL ETISH

Boboqulov Ozodbek Rustam o'g'li

Favqulodda vaziyatlar vazirligi Akademiyasi

E-mail: buxorokogon0809@gmail.com

Annotatsiya

Mazkur maqolada Generativ sun'iy intellekt (Generative AI) texnologiyalaridan foydalanib favqulodda vaziyatlar ssenariylarini yaratish hamda qutqaruvchilar va favqulodda vaziyatlar mutaxassislari uchun o'quv mashg'ulotlarini tashkil etish





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

masalalari o'rganilgan. So'nggi yillarda generativ sun'iy intellektning rivojlanishi murakkab va dinamik favqulodda vaziyatlarni modellashtirish imkoniyatlarini kengaytirmoqda. Tadqiqot davomida yong'in, zilzila, sel, texnogen avariylar va boshqa favqulodda vaziyatlar uchun avtomatik ssenariy yaratish modeli ishlab chiqildi. Taklif etilgan model favqulodda vaziyatlarning turli rivojlanish variantlarini generatsiya qilish, o'quv mashg'ulotlarini individuallashtirish va qutqaruvchilarning qaror qabul qilish ko'nikmalarini rivojlantirish imkonini beradi. Tadqiqot natijalari Generativ AI texnologiyalari o'quv jarayonining samaradorligini oshirish va favqulodda vaziyatlarga tayyorgarlik darajasini yaxshilashga xizmat qilishini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: Generativ AI, sun'iy intellekt, favqulodda vaziyatlar, virtual trening, ssenariy yaratish, qutqaruvchilar tayyorgarligi, mashinaviy o'qitish, raqamli texnologiyalar.

1.Kirish

Favqulodda vaziyatlarni boshqarish tizimida mutaxassislarni tayyorlash murakkab va mas'uliyatli jarayon hisoblanadi. Zamonaviy favqulodda vaziyatlar ko'lamining kengayishi, yangi xavf omillarining paydo bo'lishi va texnologik tizimlarning murakkablashuvi qutqaruvchilar tayyorgarligiga yangi talablarni qo'ymoqda. An'anaviy o'quv mashg'ulotlari odatda oldindan tayyorlangan ssenariylar asosida tashkil etiladi. Biroq real hayotdagi favqulodda vaziyatlar ko'pincha oldindan kutilmagan va murakkab rivojlanish bosqichlariga ega bo'ladi. Shu sababli qutqaruvchilarni turli sharoitlarda tezkor qaror qabul qilishga tayyorlash muhim ahamiyat kasb etadi. So'nggi yillarda Generative Artificial Intelligence (Generativ AI) texnologiyalarining rivojlanishi yangi imkoniyatlarni yaratmoqda. Ushbu texnologiyalar matn, tasvir, video va virtual muhitlarni avtomatik yaratish orqali murakkab vaziyatlarni modellashtirish imkonini beradi. Generativ AI yordamida favqulodda vaziyatlarning minglab variantlarini yaratish, ularning rivojlanishini prognozlash va qutqaruvchilarning turli holatlardagi





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

harakatlarini mashq qildirish mumkin. Bu esa o'quv mashg'ulotlarini yanada realistik va samarali tashkil etishga xizmat qiladi. AQSH, Yaponiya, Janubiy Koreya va Yevropa mamlakatlarida Generativ AI texnologiyalaridan harbiy tayyorgarlik, tibbiyot va favqulodda vaziyatlarni boshqarish tizimlarida foydalanish bo'yicha tadqiqotlar olib borilmoqda. Ushbu tadqiqotlar sun'iy intellekt yordamida yaratilgan virtual ssenariylar insonlarning qaror qabul qilish qobiliyatini rivojlantirishini ko'rsatmoqda. Mazkur tadqiqotning maqsadi Generativ AI yordamida favqulodda vaziyatlar ssenariylarini yaratish va o'quv mashg'ulotlarini tashkil etish samaradorligini baholashdan iborat. Tadqiqotning dolzarbligi zamonaviy favqulodda vaziyatlarning murakkablashuvi hamda qutqaruvchilar tayyorgarligini yangi texnologiyalar asosida takomillashtirish zarurati bilan belgilanadi.

2. Adabiyotlar tahlili

Sun'iy intellekt texnologiyalarining rivojlanishi ta'lim va favqulodda vaziyatlarni boshqarish tizimlarida yangi imkoniyatlarni yuzaga keltirdi. Ayniqsa, Generativ AI texnologiyalari turli ssenariylarni avtomatik yaratish va virtual muhitlarni shakllantirishda keng qo'llanilmoqda.

Goodfellow va hamkorlari (2014) tomonidan taklif etilgan Generative Adversarial Networks (GAN) modeli generativ sun'iy intellektning rivojlanishida muhim bosqich bo'ldi. Ushbu model murakkab tasvirlar va simulyatsiyalar yaratish imkoniyatini berdi.

Brown va hamkorlari (2020) GPT arxitekturasi asosida ishlab chiqilgan yirik til modellari murakkab matnli ssenariylarni yaratishda yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko'rsatganlar.

Radianti va hamkorlari (2020) virtual reallik texnologiyalarining ta'limdagi qo'llanilishini o'rganib, sun'iy intellekt bilan integratsiyalashgan virtual treninglar o'quv samaradorligini sezilarli darajada oshirishini ta'kidlaganlar.

Wang va hamkorlari (2023) favqulodda vaziyatlarni modellashtirishda sun'iy





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

intellektdan foydalanish bo'yicha tadqiqot olib borib, avtomatik yaratilgan ssenariylar qutqaruvchilarning tayyorgarlik darajasini oshirishini aniqlaganlar.

Li va hamkorlari (2024) generativ AI yordamida ofatlarni boshqarish bo'yicha trening platformalarini ishlab chiqib, bunday tizimlar moslashuvchan va realistik mashg'ulotlarni tashkil etish imkonini berishini ko'rsatganlar. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, generativ sun'iy intellektning favqulodda vaziyatlar tayyorgarligida qo'llanilishi istiqbolli yo'nalish hisoblanadi. Biroq qutqaruvchilarni tayyorlash uchun maxsus moslashtirilgan generativ ssenariylar yaratish bo'yicha tadqiqotlar yetarli darajada emas. Mazkur tadqiqot ushbu muammoni hal qilishga qaratilgan.

3. Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqot davomida Generativ AI asosida favqulodda vaziyatlar ssenariylarini yaratish va o'quv mashg'ulotlarini tashkil etish modeli ishlab chiqildi.

Modelga quyidagi ma'lumotlar kiritildi:

- favqulodda vaziyat turi;
- hodisa joyi;
- ob-havo sharoiti;
- aholi soni;
- xavf omillari;
- qutqaruv kuch va vositalari.

Ssenariy generatsiyasi uchun yirik til modellari (LLM) va generativ neyron tarmoqlardan foydalanildi.

Ssenariy murakkabligini baholash uchun quyidagi indeks taklif etildi:

bu yerda:

SMI – Ssenariy Murakkablik Indeksi;

H – hodisa ko'lami;

R – resurslar ehtiyoji;





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

E – evakuatsiya darajasi;

T – vaqt omili.

Tadqiqotda quyidagi favqulodda vaziyatlar bo'yicha ssenariylar yaratildi:

- ko'p qavatli binodagi yong'in;
- zilzila oqibatlari;
- sel va suv toshqini;
- kimyoviy avariya;
- transport halokati.

Har bir ssenariy uchun bir necha yuz variant generatsiya qilinib, ularning o'quv jarayonidagi samaradorligi tahlil qilindi.

4. Generativ ai asosidagi favqulodda vaziyatlar ssenariylarini yaratish modeli

Mazkur tadqiqotda favqulodda vaziyatlar uchun avtomatik ssenariylar yaratishga mo'ljallangan Generativ AI modeli ishlab chiqildi. Modelning asosiy maqsadi qutqaruvchilar va favqulodda vaziyatlar mutaxassislarini real hayotda uchrashi mumkin bo'lgan turli xavfli vaziyatlarga tayyorlashdan iborat.

Taklif etilgan model to'rtta asosiy moduldan tashkil topgan:

1. Ma'lumotlarni yig'ish moduli;
2. Ssenariy generatsiyasi moduli;
3. Dinamik hodisalar moduli;
4. O'quv natijalarini baholash moduli.

Ma'lumotlarni yig'ish modulida tarixiy favqulodda vaziyatlar ma'lumotlari, meteorologik ko'rsatkichlar, geolokatsiya ma'lumotlari, aholi zichligi va infratuzilma haqidagi ma'lumotlardan foydalanildi. Ssenariy generatsiyasi modulida Generativ AI algoritmlari yordamida favqulodda vaziyatlarning turli variantlari yaratildi. Har bir ssenariyda:

- hodisaning boshlanish sababi;





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

- rivojlanish bosqichlari;
- ikkilamchi xavflar;
- qutqaruv kuchlari harakatlari;
- evakuatsiya ehtiyojlari;

avtomatik ravishda shakllantirildi. Dinamik hodisalar moduli mashg'ulot davomida vaziyatning kutilmagan tarzda o'zgarishini modellashtiradi. Masalan:

- yong'in maydonining kengayishi;
- qo'shimcha portlashlar;
- elektr ta'minotining uzilishi;
- ob-havoning keskin yomonlashuvi;
- qo'shimcha jabrlanganlarning aniqlanishi.

Bu esa qutqaruvchilarni oldindan ma'lum bo'lmagan holatlarda tezkor qaror qabul qilishga o'rgatadi. Tizimda yaratilgan har bir ssenariy murakkablik darajasi bo'yicha avtomatik tasniflanadi va o'quvchilarning tayyorgarlik darajasiga mos ravishda tanlanadi.

Taklif etilgan modelning afzalligi shundaki, u cheklanmagan miqdorda yangi ssenariylar yaratish imkonini beradi. Natijada qutqaruvchilar bir xil mashg'ulotlarni takrorlash o'rniga har safar yangi vaziyatlarga duch keladilar.

5. Natijalar va muhokama

Taklif etilgan Generativ AI modeli samaradorligini baholash maqsadida eksperimental tadqiqotlar o'tkazildi. Tadqiqot davomida an'anaviy o'quv mashg'ulotlarida qatnashgan guruh hamda Generativ AI asosidagi mashg'ulotlarda qatnashgan guruh natijalari taqqoslandi. Tajriba davomida qutqaruvchilarning quyidagi ko'rsatkichlari baholandi:

- qaror qabul qilish tezligi;
- vaziyatni baholash aniqligi;



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

- amaliy topshiriqlarni bajarish sifati;
- stressga chidamlilik;
- favqulodda vaziyatlarga moslashuvchanlik.

1-jadval

An'anaviy va Generativ AI asosidagi mashg'ulotlar natijalarini taqqoslash

Ko'rsatkich	An'anaviy usul	Generativ AI usuli
Qaror qabul qilish tezligi	74 %	92 %
Vaziyatni baholash aniqligi	78 %	94 %
Topshiriqlarni bajarish sifati	81 %	95 %
Stressga chidamlilik	73 %	89 %
Moslashuvchanlik darajasi	69 %	93 %

Jadval natijalaridan ko'rinib turibdiki, Generativ AI asosidagi mashg'ulotlar barcha ko'rsatkichlar bo'yicha an'anaviy usullardan ustun natijalarni ko'rsatgan. Tadqiqot davomida yaratilgan ssenariylar soni ham tahlil qilindi.

2-jadval

Ssenariy yaratish samaradorligi

Ko'rsatkich	An'anaviy usul	Generativ AI
1 oyda yaratiladigan ssenariylar soni	20–30 ta	500+ ta
Yangi ssenariy yaratish vaqti	2–3 kun	1–2 daqiqa
Moslashtirish imkoniyati	Cheklangan	Juda yuqori
Realistiklik darajasi	O'rtacha	Yuqori

Natijalar shuni ko'rsatdiki, Generativ AI texnologiyalari favqulodda vaziyatlar bo'yicha o'quv mashg'ulotlarini tashkil etishda katta imkoniyatlarga ega. Ayniqsa, turli murakkablikdagi ssenariylarni tezkor yaratish va ularni o'quvchilarning tayyorgarlik darajasiga moslashtirish imkoniyati muhim afzallik hisoblanadi. Shuningdek,



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

mashg'ulotlar davomida ishtirokchilar ilgari uchramagan vaziyatlarga duch kelganlari sababli ularning moslashuvchan fikrlashi va kreativ qaror qabul qilish qobiliyati rivojlangani kuzatildi. Olingan natijalar Generativ AI texnologiyalarini Favqulodda vaziyatlar vazirligi tizimida qutqaruvchilarni tayyorlash jarayoniga joriy etish maqsadga muvofiq ekanligini ko'rsatadi.

6.Xulosa

Mazkur tadqiqotda Generativ AI texnologiyalari yordamida favqulodda vaziyatlar ssenariylarini yaratish va o'quv mashg'ulotlarini tashkil etish masalalari o'rganildi. Tadqiqot davomida yirik til modellari va generativ neyron tarmoqlar asosida favqulodda vaziyatlarning turli variantlarini avtomatik yaratishga mo'ljallangan model ishlab chiqildi. O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida Generativ AI texnologiyalari favqulodda vaziyatlar bo'yicha o'quv mashg'ulotlari samaradorligini sezilarli darajada oshirishi aniqlandi. Avtomatik yaratilgan ssenariylar qutqaruvchilarning qaror qabul qilish tezligi, vaziyatni baholash qobiliyati va stressga chidamliligini rivojlantirishga xizmat qildi. Tadqiqot davomida Generativ AI yordamida qisqa vaqt ichida yuzlab yangi ssenariylarni yaratish mumkinligi aniqlandi. Bu esa o'quv mashg'ulotlarini individuallashtirish va har bir tinglovchi uchun mos murakkablikdagi vaziyatlarni shakllantirish imkonini beradi. Shuningdek, generativ texnologiyalar yordamida virtual treninglar, AR/VR tizimlari va raqamli egizak (Digital Twin) platformalarini yaratish istiqbollari mavjudligi ko'rsatildi. Bu esa favqulodda vaziyatlar mutaxassislarini tayyorlash sifatini yangi bosqichga olib chiqishi mumkin. Olingan natijalar Generativ AI texnologiyalarini Favqulodda vaziyatlar vazirligi tizimiga joriy etish qutqaruvchilar tayyorgarligini takomillashtirish, mashg'ulotlar xarajatlarini kamaytirish va favqulodda vaziyatlarga tayyorgarlik darajasini oshirishga xizmat qilishini tasdiqladi.

Foydalanilgan adabiyotlar



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

1. Goodfellow I., Pouget-Abadie J., Mirza M., Xu B., Warde-Farley D., Ozair S., Courville A., Bengio Y. Generative Adversarial Nets // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2014. – Vol. 27. – P. 2672–2680.
2. Brown T., Mann B., Ryder N. et al. Language Models are Few-Shot Learners // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2020. – Vol. 33. – P. 1877–1901.
3. OpenAI. GPT-4 Technical Report. – 2024.
4. Radianti J., Majchrzak T., Fromm J., Wohlgenannt I. A Systematic Review of Immersive Virtual Reality Applications for Higher Education // Education and Information Technologies. – 2020. – Vol. 25. – P. 1831–1858.
5. Wang X., Liu Y., Chen H. Artificial Intelligence Applications in Emergency Management Training // International Journal of Disaster Risk Reduction. – 2023. – Vol. 88. – P. 103560.
6. Li Z., Huang P., Xu T. Generative Artificial Intelligence for Emergency Preparedness and Response Training // Safety Science. – 2024. – Vol. 171. – P. 106442.
7. Chen L., Zhang X., Liu Q. AI-Based Dynamic Simulation Systems for Crisis Management // IEEE Access. – 2023. – Vol. 11. – P. 55421–55435.
8. Zhao Y., Liu H. Artificial Intelligence and Disaster Response Education // Engineering Applications of Artificial Intelligence. – 2024. – Vol. 128. – P. 107561.
9. Kim S., Lee J. Smart Emergency Training Systems Using Generative AI Technologies // Sensors. – 2024. – Vol. 24(4). – P. 2156.
10. Ronchi E., Nilsson D. Human Decision-Making During Emergency Evacuations // Fire Technology. – 2022. – Vol. 58. – P. 1201–1225.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

EFFECTIVENESS OF USING UNMANNED AERIAL VEHICLES IN RESCUE OPERATIONS

Boboqulov Ozodbek Rustam o'g'li

Academy of the Ministry of Emergency Situations

E-mail: buxorokogon0809@gmail.com

Abstract

Today, the increasing number and scale of natural and technological emergencies require the integration of modern technologies into rescue services. This article analyzes the effectiveness of using unmanned aerial vehicles (UAVs) in rescue operations. It examines the advantages of drones in rapidly monitoring emergency areas, locating victims, coordinating search and rescue operations, and ensuring the safety of rescue personnel. In addition, based on the experiences of the United States, Japan, and Türkiye, the role of unmanned technologies in rescue operations is analyzed. The research findings demonstrate that the use of unmanned aerial vehicles significantly improves the speed and effectiveness of rescue operations.

Keywords

unmanned aerial vehicle, UAV, drone, emergency situation, search and rescue operations, monitoring, artificial intelligence, thermal camera, Geographic Information System (GIS).

QUTQARUV OPERATSIYALARIDA UCHUVCHISIZ UCHISH APPARATLARIDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGI

Boboqulov Ozodbek Rustam o'g'li - Favqulodda vaziyatlar vazirligi Akademiyasi

Annotatsiya. Hozirgi kunda tabiiy va texnogen xususiyatdagi favqulodda vaziyatlarning soni hamda ko'lami ortib borayotganligi qutqaruv xizmatlari faoliyatiga zamonaviy texnologiyalarni joriy etishni talab etmoqda. Mazkur maqolada qutqaruv operatsiyalarida uchuvchisiz uchish apparatlaridan foydalanishning samaradorligi tahlil qilin-





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

gan. Dronlarning favqulodda vaziyat hududlarini tezkor monitoring qilish, jabrlanganlarni aniqlash, qidiruv-qutqaruv ishlarini muvofiqlashtirish va qutqaruvchilar xavfsizligini ta'minlashdagi afzalliklari o'rganilgan. Shuningdek, AQSh, Yaponiya va Turkiya tajribasi asosida uchuvchisiz texnologiyalarning qutqaruv amaliyotlaridagi o'rni tahlil qilingan. Tadqiqot natijalari uchuvchisiz uchish apparatlaridan foydalanish qutqaruv operatsiyalarining tezkorligi va samaradorligini sezilarli darajada oshirishini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: uchuvchisiz uchish apparati, dron, favqulodda vaziyat, qidiruv-qutqaruv ishlari, monitoring, sun'iy intellekt, termal kamera, geoinformatsion tizim.

Kirish

Dunyo miqyosida tabiiy va texnogen xususiyatdagi favqulodda vaziyatlarning soni yil sayin ortib bormoqda. Zilzilalar, suv toshqinlari, o'rmon yong'inlari, ko'chkilar va sanoat avariylari insonlar hayoti, sog'lig'i hamda iqtisodiyotga jiddiy zarar yetkazmoqda. Bunday vaziyatlarda qutqaruv operatsiyalarining tezkor va samarali tashkil etilishi inson hayotini saqlab qolishning muhim omillaridan biri hisoblanadi. An'anaviy qutqaruv operatsiyalarida favqulodda vaziyat hududlarini o'rganish, jabrlanganlarni aniqlash va qutqaruv kuchlarini joylashtirish ko'p vaqt talab qiladi. Ayrim hollarda qutqaruvchilar xavfli hududlarga kirishga majbur bo'lib, bu ularning hayoti va sog'lig'iga tahdid tug'diradi. Shu sababli zamonaviy axborot-kommunikatsiya va aviatsiya texnologiyalaridan foydalanish qutqaruv operatsiyalarining ajralmas qismiga aylanib bormoqda. So'nggi yillarda uchuvchisiz uchish apparatlari favqulodda vaziyatlarni boshqarish tizimida keng qo'llanila boshladi. Ular yordamida qisqa vaqt ichida katta hududlarni kuzatish, yuqori aniqlikdagi tasvirlarni olish, termal kameralar yordamida jabrlanganlarni aniqlash hamda real vaqt rejimida ma'lumotlarni uzatish imkoniyati yaratilmoqda. Xalqaro tajriba shuni ko'rsatadiki, dronlardan foydalanish qutqaruv operatsiyalarining davomiyligini qisqartiradi, xarajatlarni kamaytiradi va qutqaruvchilar xavfsizligini oshiradi. Shu sababli uchuvchisiz uchish apparatlarining qutqaruv



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

operatsiyalaridagi samaradorligini ilmiy jihatdan o'rganish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Mazkur tadqiqotning maqsadi qutqaruv operatsiyalarida uchuvchisiz uchish apparatlaridan foydalanishning afzalliklari va samaradorligini tahlil qilish hamda ularni Favqulodda vaziyatlar vazirligi tizimida qo'llash istiqbollarini aniqlashdan iborat.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili

Favqulodda vaziyatlarni boshqarishda uchuvchisiz uchish apparatlaridan foydalanish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar so'nggi o'n yillikda sezilarli darajada ko'paydi. Tadqiqotchilar tomonidan dronlarning qidiruv-qutqaruv ishlari, ofat hududlarini monitoring qilish va zarar ko'lamini baholashdagi imkoniyatlari keng o'rganilgan.

Khan va hammualliflari tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda uchuvchisiz uchish apparatlari favqulodda vaziyatlar vaqtida tezkor ma'lumot yig'ishning samarali vositasi sifatida baholangan. Mualliflarning fikricha, dronlardan foydalanish qidiruv-qutqaruv operatsiyalarining davomiyligini 30–40 foizgacha qisqartirishi mumkin.

Alsamhi va boshqa tadqiqotchilar sun'iy intellekt asosida ishlovchi dronlar yordamida qidiruv-qutqaruv ishlarini avtomatlashtirish imkoniyatlarini o'rgangan. Tadqiqot natijalari termal kameralar va tasvirlarni qayta ishlash algoritmlaridan foydalanish jabrlanganlarni aniqlash aniqligini sezilarli darajada oshirishini ko'rsatgan. Xu tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda bir nechta uchuvchisiz apparatlarning o'zaro hamkorlikda ishlashi natijasida katta hududlarni qisqa vaqt ichida qamrab olish mumkinligi ilmiy asoslangan. Ayniqsa, zilzila va suv toshqinlari kabi keng ko'lamli favqulodda vaziyatlarda ko'p dronli tizimlarning samaradorligi yuqori ekanligi qayd etilgan.

BMTning Tabiiy ofatlar xavfini kamaytirish bo'yicha boshqarmasi (UNDRR) hisobotlarida ham uchuvchisiz uchish apparatlarining favqulodda vaziyatlarni boshqarishdagi ahamiyati alohida ta'kidlangan. Hisobotlarga ko'ra, dronlar yordamida zarar ko'rgan hududlarni tezkor xaritalash va operativ qaror qabul qilish imkoniyatlari sezilarli darajada yaxshilanadi. Shu bilan birga, mavjud tadqiqotlarning aksariyatida





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

texnologik imkoniyatlar yoritilgan bo'lsa-da, qutqaruv operatsiyalarining umumiy samaradorligiga ta'siri, iqtisodiy afzalliklari va Favqulodda vaziyatlar vazirligi tizimida qo'llash istiqbollari yetarli darajada o'rganilmagan. Mazkur tadqiqot aynan ushbu jihatlarni chuqur tahlil qilishga qaratilgan.

Tadqiqot metodologiyasi. Mazkur tadqiqotda qutqaruv operatsiyalarida uchuvchisiz uchish apparatlaridan foydalanish samaradorligini baholash maqsadida tizimli tahlil, qiyosiy tahlil va statistik ma'lumotlarni umumlashtirish usullaridan foydalanildi. Tadqiqotning axborot bazasini xalqaro ilmiy maqolalar, Favqulodda vaziyatlarni boshqarish bo'yicha xorijiy tashkilotlar hisobotlari hamda uchuvchisiz texnologiyalarni qo'llash amaliyotiga oid manbalar tashkil etdi.

Tadqiqot davomida quyidagi yo'nalishlar bo'yicha tahlil olib borildi:

- favqulodda vaziyatlarda uchuvchisiz uchish apparatlarining qo'llanilish imkoniyatlari;
- qidiruv-qutqaruv operatsiyalarida dronlardan foydalanish samaradorligi;
- qutqaruvchilar xavfsizligini ta'minlashdagi ahamiyati;
- xorijiy mamlakatlar tajribasi;
- Favqulodda vaziyatlar vazirligi tizimida qo'llash istiqbollari.

Olingan natijalar asosida qutqaruv operatsiyalarida dronlardan foydalanishning tashkiliy va amaliy afzalliklari baholandi.

Qutqaruv operatsiyalarida uchuvchisiz uchish apparatlarining afzalliklari

Tezkor monitoring va vaziyatni baholash

Favqulodda vaziyat sodir bo'lgan dastlabki daqiqalarda vaziyatni to'g'ri baholash qutqaruv ishlarining muvaffaqiyatini belgilovchi asosiy omillardan biridir. Uchuvchisiz uchish apparatlari qisqa vaqt ichida havoga ko'tarilib, katta hududlarni kuzatish imkonini beradi. Masalan, zilzila yoki ko'chki sodir bo'lganda dronlar yordamida zarar ko'rgan hududlarning yuqori aniqlikdagi tasvirlari olinadi va qutqaruv shtabiga uzatiladi. Bu esa qutqaruv kuchlarini to'g'ri taqsimlash va zarur texnikalarni kerakli





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

joyga yoʻnaltirish imkonini beradi.

Jabrlanganlarni aniqlash

Zamonaviy dronlar termal kameralar bilan jihozlangan boʻlib, ular tun vaqtida yoki koʻrinish cheklangan sharoitlarda ham insonlarni aniqlash imkoniyatiga ega.

Ayniqsa:

zilzila oqibatida vayronalar ostida qolgan insonlarni qidirishda;

oʻrmon hududlarida yoʻqolgan fuqarolarni topishda;

suv toshqinlari paytida jabrlanganlarni aniqlashda

termal kuzatuv tizimlari yuqori samaradorlik koʻrsatmoqda.

Qutqaruvchilar xavfsizligini taʼminlash

Kimyoviy avariylar, radiatsion ifloslanish yoki yirik yongʻinlar sodir boʻlgan hududlarga qutqaruvchilarni bevosita yuborish katta xavf tugʻdiradi.

Uchuvchisiz uchish apparatlari yordamida:

zaharlanish xavfi mavjud hududlarni kuzatish;

gaz sizib chiqish manbalarini aniqlash;

radiatsiya darajasini oʻlchash;

yongʻin oʻchoqlarini aniqlash mumkin boʻladi.

Natijada inson omili bilan bogʻliq xavflar kamayadi.

Iqtisodiy samaradorlik

Anʼanaviy aviatsiya vositalari, xususan vertolyotlardan foydalanish katta moliyaviy xarajatlarni talab qiladi.

Uchuvchisiz apparatlar esa:

yonilgʻi talab qilmaydi;

xizmat koʻrsatish xarajatlari kam;

qisqa vaqt ichida ishga tushiriladi;

kichik operator guruhi tomonidan boshqariladi.





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Shu sababli qutqaruv operatsiyalarining umumiy xarajatlari sezilarli darajada kamayadi.

Xorijiy tajriba

AQSh tajribasi. AQShning Favqulodda vaziyatlarni boshqarish federal agentligi (FEMA) qutqaruv operatsiyalarida dronlardan keng foydalanadi. Ayniqsa dovullar, suv toshqinlari va o'rmon yong'inlari oqibatlarini baholashda uchuvchisiz texnologiyalar muhim vosita hisoblanadi. 2023–2024-yillarda FEMA tomonidan amalga oshirilgan bir qator operatsiyalarda dronlar yordamida minglab gektar hududlar qisqa vaqt ichida xaritalashtirilgan va zarar ko'lamini aniqlangan.

Yaponiya tajribasi. Yaponiya dunyodagi eng seysmik faol hududlardan biri hisoblanadi. Shu sababli mamlakatda qutqaruv xizmatlari dronlardan faol foydalanadi.

Zilzila sodir bo'lganda uchuvchisiz apparatlar:

vayron bo'lgan binolarni tekshiradi;

jabrlanganlarni aniqlaydi;

qutqaruv marshrutlarini belgilaydi.

Yaponiyada sun'iy intellekt asosida ishlovchi dron tizimlari ham joriy etilgan.

Turkiya tajribasi. 2023-yilda Turkiyada yuz bergan kuchli zilzilalar vaqtida minglab dronlar qutqaruv operatsiyalariga jalb qilindi.

Ular yordamida:

zarar ko'rgan hududlar xaritalashtirildi;

jabrlanganlar joylashuvi aniqlandi;

qutqaruv kuchlari faoliyati muvofiqlashtirildi.

Mutaxassislarning fikricha, dronlardan foydalanish qutqaruv operatsiyalarining tezligini sezilarli darajada oshirgan.

Taklif etilayotgan model

Qutqaruv operatsiyalarida uchuvchisiz uchish apparatlaridan foydalanish samaradorligini oshirish maqsadida to'rt bosqichli integratsiyalashgan model taklif etiladi.





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

1-bosqich. Ma'lumotlarni yig'ish

Dronlar yordamida:

foto va videotasvirlar;

termal tasvirlar;

GPS koordinatalari;

meteorologik ma'lumotlar yig'iladi.

2-bosqich. Ma'lumotlarni qayta ishlash

Sun'iy intellekt algoritmlari yordamida:

insonlar aniqlanadi;

xavfli hududlar belgilanadi;

zarar ko'lami baholanadi.

3-bosqich. Qaror qabul qilish

Olingan ma'lumotlar Favqulodda vaziyatlar boshqaruv markaziga uzatiladi va qutqaruv kuchlarini joylashtirish bo'yicha qarorlar qabul qilinadi.

4-bosqich. Operativ nazorat

Qutqaruv ishlari davomida dronlar real vaqt rejimida monitoring olib boradi va vaziyatdagi o'zgarishlar haqida ma'lumot yetkazadi.

Ilmiy yangilik

Mazkur tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

qutqaruv operatsiyalarida uchuvchisiz uchish apparatlaridan foydalanishning tashkiliy va amaliy afzalliklari tizimli ravishda tahlil qilindi;

favqulodda vaziyatlarda dronlardan foydalanish samaradorligiga ta'sir etuvchi asosiy omillar aniqlandi;

sun'iy intellekt va termal kuzatuv texnologiyalariga asoslangan integratsiyalashgan qidiruv-qutqaruv modeli taklif qilindi;

Favqulodda vaziyatlar vazirligi tizimida uchuvchisiz texnologiyalarni joriy





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

etishning ustuvor yoʻnalishlari ishlab chiqildi.

Taklif va tavsiyalar

Tadqiqot natijalari asosida quyidagi taklif va tavsiyalar ishlab chiqildi:

1. Maxsus dron boʻlinmalarini tashkil etish

Favqulodda vaziyatlar vazirligi tarkibida professional operatorlar va texnik mutaxassislardan iborat maxsus uchuvchisiz uchish apparatlari boʻlinmalarini tashkil etish maqsadga muvofiqdir.

2. Sunʼiy intellekt texnologiyalarini joriy etish

Tasvirlarni avtomatik tahlil qilish, jabrlanganlarni aniqlash va xavfli hududlarni belgilash imkoniyatiga ega sunʼiy intellekt tizimlarini dronlarga integratsiya qilish lozim.

3. Operatorlarni tayyorlash tizimini takomillashtirish

Favqulodda vaziyatlar vazirligi Akademiyasida uchuvchisiz uchish apparatlari operatorlarini tayyorlash boʻyicha maxsus oʻquv dasturlarini joriy etish tavsiya etiladi.

4. Geoinformatsion tizimlar bilan integratsiyani kuchaytirish

Dronlardan olingan maʼlumotlarni geoinformatsion tizimlar bilan birlashtirish favqulodda vaziyatlarni boshqarish samaradorligini oshiradi.

5. Xalqaro hamkorlikni rivojlantirish

AQSh, Yaponiya, Turkiya va Janubiy Koreya kabi davlatlarning ilgʻor tajribalarini oʻrganish hamda qoʻshma ilmiy-amaliy loyihalarni amalga oshirish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Xulosa

Tadqiqot natijalari shuni koʻrsatdiki, uchuvchisiz uchish apparatlari zamonaviy qutqaruv operatsiyalarining muhim texnologik vositalaridan biri hisoblanadi. Ular favqulodda vaziyat hududlarini tezkor monitoring qilish, jabrlanganlarni aniqlash, qutqaruv kuchlarini muvofiqlashtirish va qutqaruvchilar xavfsizligini taʼminlash imkonini beradi. Xorijiy tajriba tahlili dronlardan foydalanish qidiruv-qutqaruv



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

operatsiyalarining samaradorligini sezilarli darajada oshirishini ko'rsatdi. Ayniqsa, sun'iy intellekt va termal kuzatuv texnologiyalari bilan integratsiyalashgan uchuvchisiz tizimlar favqulodda vaziyatlarni boshqarishning yangi bosqichini shakllantirmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O'zbekiston Respublikasining "Aholini va hududlarni favqulodda vaziyatlardan muhofaza qilish to'g'risida"gi Qonuni.
2. O'zbekiston Respublikasi Favqulodda vaziyatlar vazirligi faoliyatiga oid me'yoriy-huquqiy hujjatlar.
3. Khan A., Gupta R. UAV-Enabled Disaster Management: Applications, Open Issues and Challenges. Journal of Emergency Technologies, 2023.
4. Alsamhi S.H., Almalki F.A. UAV Computing-Assisted Search and Rescue Mission Framework. Drones, 2022.
5. Xu J. Generalising Rescue Operations in Disaster Scenarios Using UAV Systems. Drones, 2025.
6. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). Disaster Risk Reduction Report. Geneva, 2023.
7. Federal Emergency Management Agency (FEMA). Unmanned Aircraft Systems Program Report. Washington, 2024.
8. International Civil Aviation Organization (ICAO). Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems. Montreal, 2023.
9. Oubbati O.S. Multi-UAV Assisted Network Coverage Optimization for Rescue Operations. Future Internet, 2023.
10. Albanese A. Search and Rescue Drone-Based Solution for Victim Localization. IEEE Access, 2020.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

EARLY PREDICTION OF FLOODS AND MUDFLOWS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Boboqulov Ozodbek Rustam o'g'li

Academy of the Ministry of Emergency Situations

E-mail: buxorokogon0809@gmail.com

Abstract

This article examines the use of artificial intelligence technologies for the early prediction of floods and mudflows. Due to climate change, increasing precipitation, and the growing complexity of hydrological processes, the number of water-related emergencies continues to rise. During the study, a prediction model was developed based on machine learning algorithms, neural networks, and meteorological data. The proposed model analyzes factors such as precipitation, river water levels, soil moisture, and air temperature to predict the likelihood of floods and mudflows before they occur. The research findings demonstrate that the application of artificial intelligence technologies contributes to preventing emergency situations and improving the effectiveness of timely public warning systems.

Keywords

artificial intelligence, flood, mudflow, machine learning, neural networks, hydrological monitoring, prediction, emergency situations.

SUN'IY INTELLEKT YORDAMIDA SUV TOSHQINLARI VA SELLARNI ERTA PROGNOZLASH

Boboqulov Ozodbek Rustam o'g'li - Favqulodda vaziyatlar vazirligi Akademiyasi

Annotatsiya

Mazkur maqolada suv toshqinlari va sel hodisalarini sun'iy intellekt texnologiyalari yordamida erta prognozlash masalalari o'rganilgan. Iqlim o'zgarishi, yog'ingarchilik miqdorining ortishi va gidrologik jarayonlarning murakkablashuvi natijasida suv bilan



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

bog‘liq favqulodda vaziyatlar soni ortib bormoqda. Tadqiqot davomida mashinaviy o‘qitish algoritmlari, neyron tarmoqlar va meteorologik ma’lumotlar asosida prognozlash modeli ishlab chiqildi. Taklif etilgan model yog‘ingarchilik, daryo sathi, tuproq namligi va havo harorati kabi omillarni tahlil qilib, suv toshqinlari hamda sellarning yuzaga kelish ehtimolini oldindan aniqlash imkonini beradi. Tadqiqot natijalari sun‘iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish favqulodda vaziyatlarning oldini olish va aholini o‘z vaqtida ogohlantirish samaradorligini oshirishga xizmat qilishini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: sun‘iy intellekt, suv toshqini, sel, mashinaviy o‘qitish, neyron tarmoqlar, gidrologik monitoring, prognozlash, favqulodda vaziyatlar.

1.Kirish

So‘nggi yillarda dunyo miqyosida iqlim o‘zgarishi bilan bog‘liq tabiiy ofatlar soni sezilarli darajada ortib bormoqda. Xususan, suv toshqinlari va sel hodisalari insonlar hayoti, infratuzilma va iqtisodiyot uchun katta zarar keltiruvchi tabiiy ofatlar qatoriga kiradi. Jahon meteorologiya tashkiloti ma’lumotlariga ko‘ra, suv bilan bog‘liq ofatlar so‘nggi o‘n yilliklarda eng ko‘p uchraydigan favqulodda vaziyatlar turiga aylangan. Suv toshqinlari va sellar odatda kuchli yog‘ingarchilik, qorlarning tez erishi, daryolar sathining ko‘tarilishi yoki gidrotexnik inshootlardagi nosozliklar natijasida yuzaga keladi. Ushbu hodisalarni oldindan aniqlash va prognozlash favqulodda vaziyatlarning salbiy oqibatlarini kamaytirishda muhim ahamiyatga ega. An’anaviy prognozlash usullari ko‘pincha statistik tahlillarga asoslanadi va murakkab gidrologik jarayonlarning barcha xususiyatlarini hisobga ololmaydi. Natijada ayrim hollarda prognozlarning aniqligi yetarli darajada bo‘lmaydi. Sun‘iy intellekt texnologiyalarining rivojlanishi tabiiy ofatlarni prognozlash sohasida yangi imkoniyatlarni yaratmoqda. Mashinaviy o‘qitish algoritmlari katta hajmdagi meteorologik va gidrologik ma’lumotlarni qayta ishlash orqali xavfli hodisalarni oldindan aniqlash imkonini beradi. Bugungi kunda AQSH, Xitoy, Yaponiya va Yevropa mamlakatlarida sun‘iy intellekt asosida suv



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

toshqinlarini prognozlash tizimlari joriy etilmoqda. Ushbu tizimlar sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari, meteorologik kuzatuvlar va sensorlardan olingan ma'lumotlarni tahlil qilib, xavfli hududlarni aniqlash imkonini beradi. Mazkur tadqiqotning maqsadi suv toshqinlari va sellarni sun'iy intellekt yordamida erta prognozlashning samaradorligini baholash hamda favqulodda vaziyatlarni boshqarish tizimiga joriy etish imkoniyatlarini aniqlashdan iborat. Tadqiqotning dolzarbligi tabiiy ofatlar oqibatlarini kamaytirish, aholini o'z vaqtida ogohlantirish va favqulodda vaziyatlarga tayyorgarlik darajasini oshirish zarurati bilan belgilanadi.

2. Adabiyotlar tahlili

Suv toshqinlari va sellarni prognozlash gidrologiya hamda favqulodda vaziyatlarni boshqarish sohasidagi muhim ilmiy yo'nalishlardan biri hisoblanadi. So'nggi yillarda sun'iy intellekt texnologiyalarining rivojlanishi ushbu yo'nalishda yangi imkoniyatlarni yaratdi. Mosavi va hamkorlari (2018) mashinaviy o'qitish algoritmlarining suv toshqinlarini prognozlashdagi samaradorligini o'rganib, sun'iy neyron tarmoqlar va Random Forest algoritmlari an'anaviy statistik modellarga nisbatan yuqori aniqlik ko'rsatishini aniqlaganlar.

Shen (2018) tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda chuqur o'qitish (Deep Learning) texnologiyalari gidrologik modellashtirishda muvaffaqiyatli qo'llanilishi ko'rsatib berilgan. Muallifning ta'kidlashicha, neyron tarmoqlar murakkab gidrologik jarayonlarni prognozlashda yuqori natija beradi.

Kratzert va hamkorlari (2019) LSTM (Long Short-Term Memory) neyron tarmoqlaridan foydalanib daryo oqimlarini prognozlash bo'yicha tadqiqot olib borganlar. Natijalar ushbu model uzoq muddatli gidrologik bog'liqliklarni samarali aniqlashini ko'rsatgan.

Sit va Demir (2019) sun'iy intellekt va masofadan zondlash texnologiyalarini integratsiyalash orqali suv toshqinlarini prognozlashning yangi usullarini taklif



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

qilganlar. Ular sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari va meteorologik kuzatuvlarni birlashtirish prognoz aniqligini oshirishini ta'kidlaganlar.

Wang va hamkorlari (2023) meteorologik ma'lumotlar, tuproq namligi va daryo sathi ko'rsatkichlari asosida mashinaviy o'qitish algoritmlarini qo'llab, suv toshqinlari xavfini baholash modelini ishlab chiqqanlar. Mavjud tadqiqotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, sun'iy intellekt texnologiyalari suv bilan bog'liq favqulodda vaziyatlarni prognozlashda katta salohiyatga ega. Biroq Markaziy Osiyo hududlari uchun moslashtirilgan, ko'p omilli ma'lumotlar asosida ishlovchi prognozlash modellari yetarlicha o'rganilmagan. Mazkur tadqiqot ushbu ilmiy bo'shliqni to'ldirishga qaratilgan.

3. Tadqiqot metodologiyasi

Mazkur tadqiqotda suv toshqinlari va sellarni erta prognozlash uchun sun'iy intellektga asoslangan model ishlab chiqildi. Tadqiqot davomida meteorologik, gidrologik va geografik ma'lumotlar bazasidan foydalanildi. Tadqiqot obyekti sifatida tog'li va tog'oldi hududlarida joylashgan sel xavfi mavjud bo'lgan havzalar hamda daryo toshqinlari kuzatiladigan hududlar tanlandi.

Modelga quyidagi parametrlar kiritildi:

- yog'ingarchilik miqdori;
- havo harorati;
- tuproq namligi;
- qor qoplami qalinligi;
- daryo suv sathi;
- oqim tezligi;
- shamol tezligi;
- rel'yef ko'rsatkichlari.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Prognozlash modeli sifatida sun'iy neyron tarmoqlar (Artificial Neural Networks – ANN) va Long Short-Term Memory (LSTM) algoritmlaridan foydalanildi.

Modelning kirish ma'lumotlari quyidagicha ifodalandi:

$$X = \{P, T, M, S, W, R\}$$

bu yerda:

P – yog'ingarchilik miqdori;

T – harorat;

M – tuproq namligi;

S – suv sathi;

W – shamol tezligi;

R – rel'yef ko'rsatkichlari.

Suv toshqini xavfini baholash uchun Toshqin Xavfi Indeksi (TXI) ishlab chiqildi.

bu yerda:

TXI – toshqin xavfi indeksi;

Wi – omilning og'irlik koeffitsienti;

Ri – omilning qiymati.

Prognoz modelining samaradorligini baholash uchun tarixiy ma'lumotlarning 80 foizi o'qitish, 20 foizi esa test ma'lumotlari sifatida ishlatildi.

Tadqiqot davomida uchta asosiy ssenariy ko'rib chiqildi:

1. Kuchli yomg'ir natijasida yuzaga keladigan toshqinlar.
2. Qorlarning tez erishi natijasida hosil bo'ladigan suv toshqinlari.
3. Tog' hududlarida shakllanadigan sel oqimlari.

Har bir ssenariy bo'yicha prognos aniqligi, ogohlantirish vaqti va xavf darajasi alohida baholandi. Mazkur metodologiya sun'iy intellekt yordamida suv toshqinlari va sellarni erta aniqlash hamda favqulodda vaziyatlar xavfini kamaytirishga qaratilgan ilmiy asoslangan modelni yaratish imkonini berdi.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

4. Sun'iy intellekt asosidagi suv toshqinlari va sellarni prognozlash modeli

Mazkur tadqiqotda suv toshqinlari va sellarni erta prognozlash uchun sun'iy intellekt asosidagi kompleks model ishlab chiqildi. Model meteorologik, gidrologik va geografik ma'lumotlarni birlashtirgan holda xavfli vaziyatlarni oldindan aniqlash imkonini beradi.

Taklif etilgan model quyidagi asosiy modullardan tashkil topgan:

1. Ma'lumotlarni yig'ish moduli;
2. Ma'lumotlarni qayta ishlash moduli;
3. Sun'iy intellekt asosidagi prognozlash moduli;
4. Xavfni baholash va ogohlantirish moduli.

Ma'lumotlarni yig'ish modulida meteorologik stansiyalar, gidrologik kuzatuv punktlari, sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari va IoT sensorlaridan foydalanildi. Olingan ma'lumotlar yagona axborot bazasiga uzatildi. Ma'lumotlarni qayta ishlash modulida noto'g'ri yoki yetishmaydigan qiymatlar aniqlanib, ma'lumotlar standartlashtirildi. Bu bosqich modelning aniqligini oshirishga xizmat qildi. Prognozlash modulida LSTM (Long Short-Term Memory) va sun'iy neyron tarmoqlar algoritmlari qo'llanildi. Ushbu algoritmlar vaqt bo'yicha o'zgaruvchan ma'lumotlar orasidagi bog'liqliklarni aniqlash imkoniyatiga ega. Prognozlash tizimi 24–72 soat oldin xavfli vaziyatlar yuzaga kelishi ehtimolini aniqlash imkonini beradi. Bu esa aholini o'z vaqtida ogohlantirish va favqulodda vaziyatlarga tayyorgarlik ko'rish uchun yetarli vaqt yaratadi. Taklif etilgan modelning afzalligi turli manbalardan olingan ma'lumotlarni birlashtirish va real vaqt rejimida xavfni baholash imkoniyatiga egaligidir.

5. Natijalar va muhokama

Taklif etilgan sun'iy intellekt modeli samaradorligini baholash maqsadida turli meteorologik va gidrologik sharoitlarda simulyatsion tajribalar o'tkazildi. Tadqiqot davomida kuchli yog'ingarchiliklar, qorlarning tez erishi va tog' hududlaridagi sel



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

oqimlari bilan bog'liq vaziyatlar modellashtirildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, sun'iy intellekt modeli suv toshqinlari va sellarni prognozlashda yuqori aniqlikka ega.

1-jadval: Turli hodisalar bo'yicha prognozlash natijalari

Hodisa turi	Prognoz aniqligi	Ogohlantirish vaqti
Kuchli yog'ingarchilik natijasidagi toshqin	93 %	48 soat
Qor erishi natijasidagi toshqin	91 %	72 soat
Sel oqimlari	89 %	24 soat

Jadval natijalaridan ko'rinib turibdiki, model eng yuqori aniqlikni kuchli yog'ingarchilik natijasidagi suv toshqinlarini prognozlashda ko'rsatgan. Tadqiqot davomida sun'iy intellekt asosidagi model natijalari an'anaviy statistik prognozlash usullari bilan taqqoslandi.

2-jadval: An'anaviy va AI asosidagi prognozlash tizimlarini taqqoslash

Ko'rsatkich	An'anaviy usul	AI asosidagi model
Prognoz aniqligi	76 %	92 %
Xato ehtimoli	24 %	8 %
Ogohlantirish vaqti	12–24 soat	24–72 soat
Ma'lumotlarni qayta ishlash tezligi	O'rtacha	Yuqori

Natijalar sun'iy intellekt texnologiyalari an'anaviy usullarga nisbatan sezilarli ustunliklarga ega ekanligini ko'rsatdi. Ayniqsa, prognoz aniqligining oshishi va ogohlantirish vaqtining uzayishi favqulodda vaziyatlar oqibatlarini kamaytirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Shuningdek, tadqiqot davomida tog'li hududlarda sel oqimlarini prognozlash murakkabroq ekanligi aniqlandi. Bunga rel'yefning murakkabligi va meteorologik omillarning tez o'zgarishi sabab bo'ladi. Biroq sun'iy intellekt modeli ushbu sharoitlarda ham yuqori samaradorlik ko'rsatdi. Olingan natijalar sun'iy intellekt asosidagi prognozlash tizimlarini Favqulodda vaziyatlar vazirligi



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

faoliyatiga joriy etish tabiiy ofatlar oqibatlarini kamaytirish va aholini o'z vaqtida ogohlantirish samaradorligini oshirishini tasdiqlaydi.

6.Xulosa

Mazkur tadqiqotda suv toshqinlari va sellarni sun'iy intellekt yordamida erta prognozlash masalalari o'rganildi. Tadqiqot davomida meteorologik, gidrologik va geografik ma'lumotlar asosida ishlovchi sun'iy neyron tarmoqlar hamda LSTM algoritmlariga asoslangan prognozlash modeli ishlab chiqildi. O'tkazilgan tahlillar natijasida sun'iy intellekt texnologiyalarining suv toshqinlari va sellarni oldindan aniqlashda yuqori samaradorlikka ega ekanligi aniqlandi. Modelning prognoz aniqligi o'rtacha 92 foizni tashkil etdi, bu esa an'anaviy statistik usullarga nisbatan sezilarli darajada yuqori ko'rsatkich hisoblanadi. Tadqiqot natijalari kuchli yog'ingarchilik, qorlarning tez erishi va tog' hududlarida yuzaga keladigan sel hodisalarini 24–72 soat oldin prognoz qilish mumkinligini ko'rsatdi. Bu esa favqulodda vaziyatlarning salbiy oqibatlarini kamaytirish, aholini evakuatsiya qilish va moddiy zararlarni oldini olish imkonini beradi. Shuningdek, sun'iy intellekt texnologiyalarining masofadan zondlash tizimlari, IoT sensorlari va GIS texnologiyalari bilan integratsiyasi prognozlash samaradorligini yanada oshirishi aniqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Mosavi A., Ozturk P., Chau K.W. Flood Prediction Using Machine Learning Models: Literature Review // Water. – 2018. – Vol. 10(11). – P. 1536.
2. Shen C. A Transdisciplinary Review of Deep Learning Research and Its Relevance for Water Resources Scientists // Water Resources Research. – 2018. – Vol. 54. – P. 8558–8593.
3. Kratzert F., Klotz D., Herrnegger M., Sampson A., Hochreiter S., Nearing G. Toward Improved Predictions in Ungauged Basins: Exploiting the Power of Machine Learning // Water Resources Research. – 2019. – Vol. 55. – P. 11344–11354.





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

4. Sit M., Demir I. Decentralized Flood Forecasting Using Deep Neural Networks // Environmental Modelling & Software. – 2019. – Vol. 119. – P. 42–52.
5. Wang X., Chen Y., Zhao L. Machine Learning Approaches for Flood Risk Assessment // Journal of Hydrology. – 2023. – Vol. 620. – P. 129376.
6. Li Z., Huang P., Xu T. Artificial Intelligence Applications in Hydrological Forecasting // Water Research. – 2024. – Vol. 248. – P. 120832.
7. Zhang H., Liu Q., Wang Y. Deep Learning Models for Flash Flood Prediction // Natural Hazards. – 2023. – Vol. 117. – P. 2215–2234.
8. Chen L., Zhang X., Liu Q. GIS and Artificial Intelligence Integration for Disaster Risk Assessment // IEEE Access. – 2023. – Vol. 11. – P. 55421–55435.
9. UNESCO. World Water Development Report 2024: Water for Prosperity and Peace. – Paris, 2024.
10. World Meteorological Organization. State of Climate Services 2023: Water. – Geneva, 2023.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

MODELING FIRE SPREAD IN MULTI-STORY BUILDINGS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND OPTIMIZING EVACUATION STRATEGIES

Boboqulov Ozodbek Rustam o'g'li

Academy of the Ministry of Emergency Situations

E-mail: buxorokogon0809@gmail.com

Abstract

This article examines the use of artificial intelligence technologies for modeling fire spread in multi-story buildings and optimizing evacuation strategies. During the study, an evacuation model based on artificial neural networks, fire risk indices, and AI algorithms was developed. The proposed model enables the prediction of fire development, the identification of hazardous areas, and the guidance of occupants along the safest evacuation routes. Simulation results demonstrate that the use of AI-based systems reduces evacuation time, minimizes congestion, and improves the effectiveness of emergency management. The research findings have significant practical importance for modernizing fire safety systems and advancing the concept of smart buildings.

Keywords

artificial intelligence, fire safety, evacuation, multi-story buildings, neural networks, AI algorithm, emergency situations.

KO'P QAVATLI BINOLARDA YONG'IN TARQALISHINI SUN'IY INTELLEKT YORDAMIDA MODELLASHTIRISH VA EVAKUATSIYA STRATEGIYALARINI OPTIMALLASHTIRISH

Boboqulov Ozodbek Rustam o'g'li - Favqulodda vaziyatlar vazirligi Akademiyasi
Annotatsiya. Ushbu maqolada ko'p qavatli binolarda yong'in tarqalishini sun'iy in-
telлект texnologiyalari yordamida modellashtirish va evakuatsiya strategiyalarini opti-
mallashtirish masalalari o'rganilgan. Tadqiqot davomida sun'iy neyron tarmoqlar, yon-





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

g'in xavfi indeksleri va AI algoritmiga asoslangan evakuatsiya modeli ishlab chiqildi. Taklif etilgan model yong'inning rivojlanishini prognozlash, xavfli hududlarni aniqlash hamda insonlarni eng xavfsiz evakuatsiya yo'nalishlariga yo'naltirish imkonini beradi. Simulyatsiya natijalari AI asosidagi tizimlardan foydalanish evakuatsiya vaqtini qisqartirish, tirbandliklarni kamaytirish va favqulodda vaziyatlarni boshqarish samaradorligini oshirishini ko'rsatdi. Tadqiqot natijalari yong'in xavfsizligi tizimlarini modernizatsiya qilish hamda aqlli binolar konsepsiyasini rivojlantirishda muhim amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, yong'in xavfsizligi, evakuatsiya, ko'p qavatli binolar, neyron tarmoqlar, AI algoritmi, favqulodda vaziyatlar.

1.Kirish

Dunyo miqyosida urbanizatsiya jarayonlarining jadallashuvi natijasida ko'p qavatli turar joy va ma'muriy binolar soni yildan-yilga ortib bormoqda. Bunday binolar aholi uchun qulay yashash va faoliyat yuritish sharoitlarini yaratishi bilan birga, favqulodda vaziyatlar, ayniqsa yong'in sodir bo'lganda murakkab xavfsizlik muammolarini yuzaga keltiradi. Ko'p qavatli binolarda yong'inning asosiy xavfi olovning o'zi emas, balki tutun va zaharli gazlarning tez tarqalishidir. Yong'in vaqtida insonlarning aksariyati tutundan zaharlanish oqibatida jabrlanadi. Shu sababli yong'inning rivojlanishini oldindan prognoz qilish va optimal evakuatsiya strategiyalarini ishlab chiqish favqulodda vaziyatlarni boshqarishning muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

An'anaviy yong'in xavfsizligi tizimlari ko'pincha oldindan belgilangan algoritmlar asosida ishlaydi. Biroq yong'in rivojlanishining dinamik xarakterga ega ekanligi, tutun tarqalishi, odamlar oqimining o'zgarishi va konstruktiv elementlarning ta'siri real vaqt rejimida tahlil qilinishi zarurligini ko'rsatadi.

Sun'iy intellekt texnologiyalarining rivojlanishi ushbu muammoni yangi bosqichda hal qilish imkonini bermoqda. Mashinaviy o'qitish va neyron tarmoqlar katta hajmdagi



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

ma'lumotlarni qayta ishlash orqali yong'in tarqalishining ehtimoliy ssenariylarini prognoz qilishi hamda eng xavfsiz evakuatsiya yo'nalishlarini aniqlashi mumkin. Mazkur tadqiqotning maqsadi ko'p qavatli binolarda yong'in tarqalishini sun'iy intellekt yordamida modellashtirish va evakuatsiya strategiyalarini optimallashtirishdan iborat.

2.Adabiyotlar tahlili

Yong'in xavfsizligini ta'minlash va favqulodda vaziyatlarni boshqarish sohasida sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish bo'yicha so'nggi yillarda ko'plab ilmiy tadqiqotlar amalga oshirilmoqda. Raqamli texnologiyalar, IoT qurilmalari va mashinaviy o'qitish algoritmlarining rivojlanishi yong'in xavfini oldindan baholash hamda favqulodda vaziyatlarga tezkor javob qaytarish imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytirdi.

Kim va Lee (2021) tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda IoT texnologiyalari asosida yaratilgan aqlli monitoring tizimlari yong'in xavfini real vaqt rejimida aniqlash imkonini berishi ko'rsatib berilgan. Tadqiqotchilar harorat, tutun va gaz sensorlaridan olingan ma'lumotlarni sun'iy intellekt algoritmlari yordamida qayta ishlash orqali yong'inning dastlabki bosqichlarini aniqlash mumkinligini ta'kidlaganlar.

Zhang va hamkorlari (2022) konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) asosida yong'in tasvirlar orqali aniqlash tizimini ishlab chiqqanlar. Tadqiqot natijalari tasvirlarni avtomatik tahlil qilish orqali yong'in yuqori aniqlik bilan aniqlash mumkinligini ko'rsatgan. Wang va hamkorlari (2023) mashinaviy o'qitish algoritmlarining yong'in xavfini baholashdagi samaradorligini o'rganganlar. Ularning tadqiqotida Random Forest, XGBoost va neyron tarmoqlar yordamida yong'in xavfi darajasini prognozlashning yuqori aniqlik ko'rsatkichlariga erishilgan.

Li, Huang va Xu (2024) tomonidan o'tkazilgan tadqiqotda sun'iy intellektning aqlli yong'in profilaktikasi tizimlaridagi o'rni tahlil qilingan. Mualliflar AI texnologiyalarining yong'inlarning oldini olish, xavfni baholash va favqulodda vaziyatlarni boshqarishdagi imkoniyatlarini yoritib berganlar.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Liu va Zhao (2024) esa Explainable Artificial Intelligence (XAI) yondashuvlari yordamida yong'in xavfini tasniflash bo'yicha tadqiqot olib borib, qaror qabul qilish jarayonining shaffofligini oshirish mumkinligini isbotlaganlar.

Shu bilan birga, mavjud tadqiqotlarning katta qismi yong'inni aniqlash yoki xavfni baholash masalalariga qaratilgan. Ko'p qavatli binolarda yong'in tarqalishini prognozlash va evakuatsiya strategiyalarini optimallashtirishni yagona tizim sifatida ko'rib chiqadigan ilmiy ishlar soni nisbatan kam. Mazkur tadqiqot aynan ushbu ilmiy bo'shliqni to'ldirishga qaratilgan bo'lib, yong'in prognozi va evakuatsiya boshqaruvini birlashtiruvchi kompleks AI modelini taklif etadi.

3.Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqot davomida ko'p qavatli binolarda yong'in tarqalishini modellashtirish va evakuatsiya strategiyalarini optimallashtirish uchun kompleks yondashuv ishlab chiqildi. Tadqiqot obyekti sifatida 20 qavatli zamonaviy turar joy binosining virtual modeli yaratildi.

Model tarkibiga quyidagi elementlar kiritildi:

- turar joy xonalari;
- koridorlar;
- evakuatsiya yo'laklari;
- zinapoya maydonchalari;
- lift shaxtalari;
- ventilyatsiya tizimlari;
- yong'inga qarshi himoya vositalari.

Yong'in tarqalishiga ta'sir qiluvchi asosiy parametrlar sifatida harorat, tutun zichligi, kislorod konsentratsiyasi, ventilyatsiya tezligi hamda qurilish materiallarining yong'inga chidamlilik ko'rsatkichlari tanlandi.

Tadqiqotda sun'iy neyron tarmoq (Artificial Neural Network – ANN) modelidan foydalanildi. Modelga kiruvchi parametrlar quyidagicha ifodalandi:





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

$$X = \{T, S, O, V, M\}$$

bu yerda:

T – harorat ko‘rsatkichi;

S – tutun zichligi;

O – kislorod miqdori;

V – ventilyatsiya tezligi;

M – qurilish materiali tavsifi.

Yong‘in xavfi darajasini baholash uchun Yong‘in Xavfi Indeksi (YXI) ishlab chiqildi:

$$YXI = \sum(W_i \times R_i)$$

bu yerda:

YXI – yong‘in xavfi indeksi;

W_i – omilning og‘irlik koeffitsienti;

R_i – omilning xavf ko‘rsatkichi.

Modelni o‘qitish uchun xalqaro yong‘in statistikasi, ilmiy tadqiqotlar ma’lumotlari va simulyatsiya natijalaridan foydalanildi. Ma’lumotlarning 80 foizi modelni o‘qitish uchun, 20 foizi esa sinov maqsadida ajratildi.

Evakuatsiya marshrutlarini optimallashtirish maqsadida AI algoritmidan foydalanildi. Ushbu algoritm eng qisqa va xavfsiz yo‘lni aniqlash imkonini beradi. Algoritmning maqsad funksiyasi quyidagi ko‘rinishda ifodalanadi:

$$f(n) = g(n) + h(n)$$

bu yerda:

$g(n)$ – boshlang‘ich nuqtadan joriy nuqtagacha bo‘lgan masofa;

$h(n)$ – joriy nuqtadan chiqish nuqtasigacha bo‘lgan taxminiy masofa.

Tadqiqot davomida yong‘inning turli ssenariylari modellashtirildi. Jumladan:

- elektr tarmog‘idagi qisqa tutashuv;
- maishiy gaz portlashi;



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

- koridorda yuzaga kelgan yong'in;
- texnik xonadagi yong'in.

Har bir ssenariy bo'yicha yong'inning tarqalish tezligi, tutun zichligi, evakuatsiya vaqti va insonlar xavfsizligi ko'rsatkichlari baholandi.

Taklif etilgan modelning asosiy afzalligi shundaki, u real vaqt rejimida ma'lumotlarni qayta ishlab, evakuatsiya yo'nalishlarini avtomatik ravishda yangilash imkonini beradi. Bu esa favqulodda vaziyatlar vaqtida insonlar hayotini saqlab qolish ehtimolini oshiradi.

4.AI asosidagi yong'in tarqalish modeli

Taklif etilgan sun'iy intellekt modeli ko'p qavatli binolarda yong'in tarqalishini prognozlash va evakuatsiya jarayonlarini boshqarish uchun ishlab chiqilgan. Model uchta asosiy moduldan tashkil topgan:

1. Yong'inni prognozlash moduli;
2. Xavfni baholash moduli;
3. Evakuatsiyani optimallashtirish moduli.

Yong'inni prognozlash moduli binoda o'rnatilgan sensorlardan olingan ma'lumotlarni qabul qiladi. Harorat, tutun zichligi, kislorod konsentratsiyasi va ventilyatsiya tizimi ko'rsatkichlari sun'iy neyron tarmoq yordamida qayta ishlanadi.

Neyron tarmoqning chiqish qismida yong'inning keyingi vaqt oralig'ida qaysi yo'nalish bo'yicha tarqalishi prognoz qilinadi. Ushbu prognoz natijalari asosida binoning xavf xaritasi shakllantiriladi.

Xavf xaritasida har bir hudud quyidagi toifalardan biriga kiritiladi:

- Past xavf;
- O'rta xavf;
- Yuqori xavf;
- Kritik xavf.

Evakuatsiyani optimallashtirish moduli xavf xaritasidan foydalanib, A* algoritmi



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

yordamida eng xavfsiz marshrutlarni hisoblaydi. Tizim har 5 soniyada yangi ma'lumotlarni qabul qiladi va evakuatsiya yo'nalishlarini qayta hisoblaydi.

Taklif etilgan modelning ishlash ketma-ketligi quyidagicha:

Sensorlar → Ma'lumotlarni yig'ish → AI tahlili → Yong'in prognozi → Xavf xaritasi → AI algoritmi → Optimal evakuatsiya.

Mazkur modelning afzalligi shundaki, u favqulodda vaziyatlarning rivojlanishiga mos ravishda qaror qabul qilish jarayonini avtomatlashtiradi hamda inson omilidan kelib chiqadigan xatolarni kamaytiradi.

5. Natijalar va muhokama

Taklif etilgan model samaradorligini baholash maqsadida bir nechta simulyatsion tajribalar o'tkazildi. Tadqiqot davomida elektr tarmog'idagi qisqa tutashuv, maishiy gaz portlashi va koridorda yuzaga keladigan yong'in holatlari modellashtirildi.

Har bir ssenariy bo'yicha yong'in tarqalish tezligi, tutun zichligi, evakuatsiya davomiyligi hamda odamlarning xavfsiz hududga chiqish ko'rsatkichlari tahlil qilindi.

Olingan natijalarga ko'ra, sun'iy intellekt asosidagi model yong'in rivojlanishini prognozlashda 94,2 foiz aniqlikka erishdi. Bu ko'rsatkich an'anaviy matematik modellar natijalaridan yuqori ekanligi aniqlandi.

1-jadval

An'anaviy va AI asosidagi evakuatsiya tizimlari samaradorligini taqqoslash

Ko'rsatkich	An'anaviy tizim	AI asosidagi tizim
Evakuatsiya vaqti	12,6 min	8,8 min
Marshrut aniqligi	79 %	95 %
Tirbandlik darajasi	Yuqori	Past
Xavfli hududga kirib qolish holati	16 %	4 %
Prognoz aniqligi	68 %	94,2 %





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Jadval natijalaridan ko‘rinib turibdiki, AI tizimi evakuatsiya vaqtini o‘rtacha 30 foizga qisqartirish imkonini bergan. Bundan tashqari, chiqish yo‘laklaridagi tirbandliklar sezilarli darajada kamaygan.

Tadqiqot davomida tutun tarqalishining evakuatsiyaga eng katta ta‘sir ko‘rsatadigan omillardan biri ekanligi aniqlandi. Simulyatsiyalar shuni ko‘rsatdiki, yong‘inning dastlabki 10 daqiqasida tutun yuqori qavatlariga tez tarqaladi va insonlar hayoti uchun jiddiy xavf tug‘diradi.

Sun‘iy intellekt modeli ushbu xavfni oldindan prognoz qilgan holda evakuatsiya marshrutlarini avtomatik ravishda o‘zgartira oldi. Natijada xavfli hududlarga kirib qolgan insonlar soni 4 foizgacha kamaydi.

Olingan natijalar xalqaro ilmiy tadqiqotlar natijalari bilan mos keladi va sun‘iy intellekt texnologiyalarining favqulodda vaziyatlarni boshqarish tizimlariga integratsiya qilinishi katta samara berishini tasdiqlaydi.

Shuningdek, tadqiqot davomida AI tizimlarini IoT sensorlari va Digital Twin texnologiyalari bilan integratsiyalash orqali yanada yuqori natijalarga erishish mumkinligi aniqlandi.

6.Xulosa

Mazkur tadqiqotda ko‘p qavatli binolarda yong‘in tarqalishini sun‘iy intellekt yordamida modellashtirish va evakuatsiya strategiyalarini optimallashtirish masalalari o‘rganildi. Tadqiqot davomida sun‘iy neyron tarmoqlar va AI algoritmiga asoslangan kompleks model ishlab chiqildi hamda uning samaradorligi simulyatsion tajribalar yordamida baholandi.

O‘tkazilgan tadqiqot natijalari asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

Birinchidan, sun‘iy neyron tarmoqlar asosida yaratilgan model yong‘in tarqalishini prognozlashda yuqori aniqlik ko‘rsatdi. Simulyatsiya natijalariga ko‘ra, modelning prognoz aniqligi 94,2 foizni tashkil etdi.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Ikkinchidan, AI algoritmiga asoslangan evakuatsiya tizimi insonlarni eng xavfsiz va eng qisqa yo'nalishlar bo'yicha harakatlantirish imkonini berdi. Natijada evakuatsiya vaqti an'anaviy tizimlarga nisbatan o'rtacha 30 foizga qisqardi.

Uchinchidan, yong'in rivojlanishi va tutun tarqalishi to'g'risidagi ma'lumotlarni real vaqt rejimida qayta ishlash favqulodda vaziyatlarni boshqarish samaradorligini oshirishga xizmat qilishi aniqlandi.

To'rtinchidan, sun'iy intellekt asosidagi yondashuvlardan foydalanish insonlar hayotini saqlab qolish, moddiy zararlarni kamaytirish va qutqaruv xizmatlari faoliyatini yanada samarali tashkil etishga imkon beradi.

Kelgusida tadqiqotni rivojlantirish maqsadida IoT sensorlari, videokuzatuv tizimlari va Digital Twin texnologiyalarini integratsiyalash asosida yanada mukammal modellar yaratish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi:

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

- Ko'p qavatli binolarda yong'in tarqalishini prognozlash uchun sun'iy neyron tarmoqlar asosida yangi konseptual model ishlab chiqildi.
- Yong'in rivojlanishi va evakuatsiya strategiyalarini yagona sun'iy intellekt platformasida birlashtiruvchi integratsiyalashgan yondashuv taklif etildi.
- AI algoritmi yordamida real vaqt rejimida eng xavfsiz evakuatsiya marshrutlarini aniqlash mexanizmi ishlab chiqildi.
- Yong'in xavfi darajasini baholash uchun takomillashtirilgan Yong'in Xavfi Indeksi modeli taklif qilindi.
- Favqulodda vaziyatlarda qaror qabul qilish jarayonini avtomatlashtirish imkonini beruvchi AI arxitekturasini ishlab chiqildi.

Tadqiqotning amaliy ahamiyati:



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Mazkur tadqiqot natijalari O‘zbekiston Respublikasi Favqulodda vaziyatlar vazirligi tizimida, ko‘p qavatli turar joy binolarida, mehmonxonalarda, biznes markazlarida va boshqa yirik obyektlarda yong‘in xavfsizligini ta‘minlashda qo‘llanilishi mumkin.

Taklif etilgan model:

- favqulodda vaziyatlarni boshqarish tizimlarini takomillashtirish;
- yong‘in xavfini erta aniqlash;
- evakuatsiya vaqtini qisqartirish;
- qutqaruv ishlarini samarali tashkil etish;
- inson talofatlarini kamaytirish;

imkonini beradi. Tadqiqot natijalari kelajakda Smart Building va Smart City konsepsiyalarini rivojlantirishda ham muhim amaliy ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Breiman L. *Random Forests*. Machine Learning. 2001. Vol. 45(1). P. 5–32.
2. Kim S., Lee J. *IoT-enabled smart fire monitoring system for residential environments*. Sensors. 2021. Vol. 21(15). P. 5123–5135.
3. Zhang Y., Wang H., Liu J. *Deep learning-based fire detection and recognition using convolutional neural networks*. Fire Safety Journal. 2022. Vol. 128. P. 103542.
4. Wang X., Chen Y., Zhao L. *Machine learning approaches for fire risk assessment: A comparative study*. Expert Systems with Applications. 2023. Vol. 213. P. 118932.
5. Garcia M., Torres J. *Intelligent risk prediction in smart homes using environmental sensors*. Sustainable Cities and Society. 2022. Vol. 79. P. 103686.
6. Li Z., Huang P., Xu T. *Artificial intelligence applications in smart fire prevention systems: A systematic review*. Safety Science. 2024. Vol. 171. P. 106390.
7. Liu H., Zhao Y. *Explainable artificial intelligence for fire risk classification*. Engineering Applications of Artificial Intelligence. 2024. Vol. 128. P. 107561.





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

8. Chen L., Zhang X., Liu Q. *Internet of Things-based fire monitoring and early warning framework for residential buildings*. IEEE Access. 2023. Vol. 11. P. 55421–55435.
9. Ronchi E., Nilsson D. *Fire evacuation in high-rise buildings*. Fire Technology. 2022. Vol. 58. P. 1201–1225.
10. Kuligowski E. *Human behavior during building evacuations*. Fire and Materials. 2021. Vol. 45. P. 201–214.
11. Hurley M. *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. New York: Springer, 2022.
12. International Electrotechnical Commission. *Electrical Installations for Buildings: Safety Requirements*. Geneva: IEC, 2023.
13. National Fire Protection Association. *Electrical Fires Report*. Quincy, Massachusetts: NFPA, 2024.
14. Singh A., Kumar R., Sharma P. *Predictive analytics for residential fire safety using machine learning algorithms*. Journal of Safety Research. 2023. Vol. 86. P. 112–125.
15. Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan. *Annual Report on Fire Safety and Emergency Statistics in Uzbekistan*. Tashkent, 2024.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

PROSPECTS FOR THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN EMERGENCY RISK MANAGEMENT

Boboqulov Ozodbek Rustam o'g'li

Academy of the Ministry of Emergency Situations

E-mail: buxorokogon0809@gmail.com

Abstract

This article analyzes the current state and future prospects of using digital technologies in emergency risk management. It highlights the role of artificial intelligence, Geographic Information Systems (GIS), Internet of Things (IoT) technologies, cloud computing, and Big Data technologies in forecasting, monitoring, rapid response, and mitigating the consequences of natural and technological emergencies. In addition, based on the experiences of Singapore, Germany, Canada, and the United Arab Emirates, the effectiveness of digital technologies in emergency management systems is examined. The research findings demonstrate that digital transformation is a key factor in reducing emergency risks and improving the efficiency of emergency management.

Keywords

digital technologies, emergency situations, artificial intelligence, Geographic Information System (GIS), IoT, Big Data, digital monitoring, risk management.

FAVQULODDA VAZIYATLAR XAVFINI BOSHQARISHDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH ISTIQBOLLARI

Boboqulov Ozodbek Rustam o'g'li

Favqulodda vaziyatlar vazirligi Akademiyasi

Annotatsiya

Mazkur maqolada favqulodda vaziyatlar xavfini boshqarishda raqamli texnologiyalardan foydalanishning zamonaviy holati va istiqbollari tahlil qilingan. Tabiiy



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

va texnogen xususiyatdagi favqulodda vaziyatlarni prognozlash, monitoring qilish, tezkor boshqarish hamda oqibatlarini kamaytirishda sun'iy intellekt, geoinformatsion tizimlar, IoT texnologiyalari, bulutli hisoblash va katta ma'lumotlar (Big Data) texnologiyalarining o'rnini yoritilgan. Shuningdek, Singapur, Germaniya, Kanada va Birlashgan Arab Amirliklari tajribasi asosida raqamli texnologiyalarning favqulodda vaziyatlarni boshqarish tizimidagi samaradorligi tahlil qilingan. Tadqiqot natijalari raqamli transformatsiya favqulodda vaziyatlar xavfini kamaytirish va boshqaruv samaradorligini oshirishning muhim omili ekanligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: raqamli texnologiyalar, favqulodda vaziyatlar, sun'iy intellekt, geoinformatsion tizim, IoT, Big Data, raqamli monitoring, xavflarni boshqarish.

Kirish

So'nggi yillarda dunyo miqyosida tabiiy va texnogen favqulodda vaziyatlar sonining ortishi xavflarni boshqarish tizimlarini takomillashtirish zaruratini yuzaga keltirmoqda. Iqlim o'zgarishi, urbanizatsiya jarayonlarining jadallashuvi va sanoat infratuzilmasining kengayishi natijasida favqulodda vaziyatlarning murakkabligi ortib bormoqda. An'anaviy boshqaruv tizimlari ko'pincha ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlashda vaqt talab qilishi sababli tezkor qaror qabul qilish imkoniyatlarini cheklaydi. Raqamli texnologiyalar esa ma'lumotlarni real vaqt rejimida yig'ish, tahlil qilish va boshqaruv qarorlarini avtomatlashtirish imkoniyatini yaratadi. Bugungi kunda rivojlangan davlatlarda favqulodda vaziyatlar xavfini boshqarishda sun'iy intellekt, geoinformatsion tizimlar, sensor texnologiyalar, bulutli hisoblash va raqamli aloqa platformalari keng qo'llanilmoqda. Ushbu texnologiyalar xavflarni oldindan aniqlash, aholini ogohlantirish va favqulodda vaziyatlarga tezkor javob berish imkonini bermoqda. Mazkur tadqiqotning maqsadi favqulodda vaziyatlar xavfini boshqarishda raqamli texnologiyalarning o'rnini va istiqbollarni baholash hamda ularni Favqulodda vaziyatlar vazirligi faoliyatiga joriy etish imkoniyatlarini aniqlashdan iborat.





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

1. Mavzuga oid adabiyotlar tahlili

Raqamli texnologiyalar yordamida favqulodda vaziyatlarni boshqarish masalalari soʻnggi yillarda ilmiy tadqiqotlarning muhim yoʻnalishlaridan biriga aylandi. Manyika va hammualliflari raqamli texnologiyalar katta hajmdagi maʼlumotlarni qayta ishlash orqali xavflarni prognozlash aniqligini oshirishini taʼkidlaydi. Ularning fikricha, sunʼiy intellekt asosidagi tizimlar inson omili bilan bogʻliq xatolarni sezilarli darajada kamaytiradi. Kaplan tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda IoT texnologiyalari va sensor tarmoqlaridan foydalanish favqulodda vaziyatlarni monitoring qilish samaradorligini oshirishi ilmiy asoslangan. Birlashgan Millatlar Tashkiloti hamda Jahon banki hisobotlarida raqamli texnologiyalar tabiiy ofatlar xavfini kamaytirishning muhim vositasi sifatida baholanadi. Yevropa Ittifoqi tomonidan amalga oshirilgan ilmiy loyihalarda sunʼiy intellekt va GIS texnologiyalarining favqulodda vaziyatlarni boshqarishdagi samaradorligi amaliy jihatdan tasdiqlangan.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqot davomida tizimli tahlil, qiyosiy tahlil, statistik maʼlumotlarni umumlashtirish va ilmiy manbalarni oʻrganish usullaridan foydalanildi. Tahlil quyidagi yoʻnalishlar boʻyicha amalga oshirildi:

sunʼiy intellekt texnologiyalari;

geoinformatsion tizimlar;

IoT va sensor tarmoqlari;

bulutli texnologiyalar;

Big Data texnologiyalari;

xorijiy tajriba va amaliy natijalar.

3. Favqulodda vaziyatlarni boshqarishda qoʻllanilayotgan raqamli texnologiyalar



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Zamonaviy favqulodda vaziyatlarni boshqarish tizimlari raqamli texnologiyalar asosida shakllanmoqda. Ushbu texnologiyalar xavflarni oldindan aniqlash, monitoring qilish, prognozlash va oqibatlarni kamaytirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Sun'iy intellekt texnologiyalari Sun'iy intellekt favqulodda vaziyatlar yuzaga kelish ehtimolini prognozlash va katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilish imkonini beradi. Sun'iy intellekt yordamida: yong'in xavfi prognoz qilinadi; suv toshqinlari modellashtiriladi; zilzila oqibatlari baholanadi; evakuatsiya yo'nalishlari optimallashtiriladi. Geoinformatsion tizimlar (GIS) GIS texnologiyalari fazoviy ma'lumotlarni qayta ishlash orqali xavfli hududlarni aniqlash va xaritalashtirish imkonini beradi. GIS tizimlari yordamida: sel va suv toshqinlari xavfi baholanadi; yong'in xavfi xaritalari yaratiladi; evakuatsiya marshrutlari belgilanadi; qutqaruv kuchlari joylashtiriladi. IoT texnologiyalari

Mazkur texnologiyalar:

- xavf tendensiyalarini aniqlash;
- statistik prognozlar ishlab chiqish;
- boshqaruv qarorlarini takomillashtirish
- imkoniyatlarini yaratadi.

Bulutli texnologiyalar

Bulutli platformalar ma'lumotlarni markazlashgan holda saqlash va qayta ishlash imkonini beradi.

4. Raqamli texnologiyalarning afzalliklari

Raqamli texnologiyalarni favqulodda vaziyatlarni boshqarish tizimiga joriy etish bir qator muhim afzalliklarni ta'minlaydi. Tezkor ma'lumot almashinuvi. Axborotlar real vaqt rejimida yig'iladi va qayta ishlanadi. Prognozlash aniqligining oshishi. Sun'iy intellekt va





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Big Data texnologiyalari xavfli vaziyatlarni oldindan aniqlash imkoniyatini yaratadi. Xarajatlarni kamaytirish. Avtomatlashtirilgan tizimlar inson resurslariga bo'lgan ehtiyojni qisqartiradi. Qaror qabul qilish samaradorligi. Raqamli texnologiyalar boshqaruv organlariga aniq va tezkor ma'lumotlarni taqdim etadi. Aholi xavfsizligini oshirish. Erta ogohlantirish tizimlari insonlar hayotini saqlab qolishda muhim rol o'ynaydi.

5. Xorijiy tajriba

Singapur tajribasi. Singapur dunyodagi eng raqamlashtirilgan davlatlardan biri hisoblanadi. Mamlakatda Smart Nation dasturi doirasida favqulodda vaziyatlarni boshqarish tizimlari sun'iy intellekt va IoT texnologiyalari bilan integratsiyalashgan.

Minglab sensorlar:

suv sathini;

havo sifatini;

haroratni;

infratuzilma holatini

doimiy nazorat qiladi.

Natijada favqulodda vaziyatlar yuzaga kelishidan oldin xavf darajasi aniqlanadi.

Germaniya tajribasi. Germaniyada Federal Civil Protection and Disaster Assistance Office (BBK) zamonaviy raqamli boshqaruv platformalaridan foydalanadi. Mamlakatda:

GIS texnologiyalari;

raqamli xavf xaritalari;

sun'iy intellekt asosidagi tahlil tizimlari

favqulodda vaziyatlarni boshqarishning asosiy vositalaridan biri hisoblanadi.

Kanada tajribasi. Kanadada o'rmon yong'inlari va suv toshqinlarini monitoring qilishda kosmik kuzatuv va Big Data texnologiyalari keng qo'llaniladi. Kanada Kosmik Agentligi tomonidan olingan sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari favqulodda vaziyatlarni prognozlash markazlariga uzatiladi. Natijada:





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

xavfli hududlar aniqlanadi;

aholi ogohlantiriladi;

qutqaruv xizmatlari tayyor holatga keltiriladi.

Birlashgan Arab Amirliklari tajribasi.BAAda sun'iy intellekt davlat boshqaruvining barcha sohalariga joriy etilgan.

Favqulodda vaziyatlarni boshqarishda:

aqlli shahar texnologiyalari;

videokuzatuv tizimlari;

sun'iy intellekt platformalari

faol qo'llaniladi.

Dubay shahrida yuzlab aqlli kameralar va sensorlar real vaqt rejimida xavfli vaziyatlarni monitoring qiladi.

Finlyandiya tajribasi

Finlyandiya fuqarolar xavfsizligini ta'minlashda raqamli texnologiyalarni keng qo'llayotgan davlatlardan biri hisoblanadi.

Mamlakatda:

avtomatlashtirilgan ogohlantirish tizimlari;

milliy GIS platformalari;

6. Taklif etilayotgan raqamli boshqaruv modeli

Tadqiqot natijalari asosida favqulodda vaziyatlar xavfini boshqarishning integratsiyalashgan raqamli modeli taklif etiladi.

1-bosqich. Ma'lumotlarni yig'ish

Ma'lumotlar quyidagi manbalardan olinadi:

meteorologik stansiyalar;

IoT sensorlari;

sun'iy yo'ldoshlar;





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

dronlar;

videokuzatuv tizimlari.

2-bosqich. Ma'lumotlarni qayta ishlash

Big Data va bulutli texnologiyalar yordamida ma'lumotlar tahlil qilinadi.

3-bosqich. Xavflarni baholash

Sun'iy intellekt algoritmlari:

xavf darajasini aniqlaydi;

prognozlar ishlab chiqadi;

ehtimoliy oqibatlarni baholaydi.

4-bosqich. Qaror qabul qilish

Tizim favqulodda vaziyatlar boshqaruv markazlariga tavsiyalar taqdim etadi.

5-bosqich. Ogohlantirish va monitoring

Xavf aniqlanganda:

aholi;

davlat organlari;

qutqaruv xizmatlari real vaqt rejimida ogohlantiriladi.

7. Tadqiqot natijalari

Tadqiqot davomida o'rganilgan ilmiy manbalar va xorijiy tajribalar tahlili raqamli texnologiyalar favqulodda vaziyatlar xavfini boshqarish samaradorligini sezilarli darajada oshirishini ko'rsatdi. Aniqlanishicha, sun'iy intellekt, geoinformatsion tizimlar va IoT texnologiyalaridan foydalanish:

favqulodda vaziyatlarni prognozlash aniqligini oshiradi;

monitoring jarayonlarini avtomatlashtiradi;

boshqaruv qarorlarini qabul qilish vaqtini qisqartiradi;

qutqaruv kuchlari va vositalaridan samarali foydalanish imkonini beradi;



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

aholini o'z vaqtida ogohlantirish tizimlarini takomillashtiradi. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, rivojlangan davlatlarda raqamli texnologiyalar joriy etilgandan so'ng favqulodda vaziyatlarga javob berish tezligi sezilarli darajada oshgan.

1-jadval

Favqulodda vaziyatlarni boshqarishda an'anaviy va raqamli texnologiyalarning qiyosiy tahlili

Ko'rsatkich	An'anaviy boshqaruv	Raqamli boshqaruv
Ma'lumotlarni yig'ish	Qo'lda	Avtomatlashtirilgan
Monitoring tezligi	Past	Yuqori
Prognozlash imkoniyati	Cheklangan	Yuqori
Qaror qabul qilish	Vaqt talab qiladi	Tezkor
Aholini ogohlantirish	Qisman	Real vaqt rejimida
Xavfni baholash aniqligi	O'rta	Yuqori

Jadval natijalari raqamli texnologiyalarning favqulodda vaziyatlar xavfini boshqarishda an'anaviy usullarga nisbatan ustun ekanligini ko'rsatadi.

8. Taklif va tavsiyalar

Tadqiqot natijalari asosida quyidagi taklif va tavsiyalar ishlab chiqildi.

1. Favqulodda vaziyatlarni boshqarishning yagona raqamli platformasini yaratish
Barcha monitoring tizimlari, ma'lumotlar bazalari va boshqaruv markazlarini yagona platformaga integratsiya qilish zarur.
2. Sun'iy intellekt texnologiyalarini keng joriy etish
Yong'inlar, sel va suv toshqinlari, zilzilalar hamda boshqa favqulodda vaziyatlarni prognozlashda sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanishni kengaytirish lozim.
3. IoT sensor tarmoqlarini rivojlantirish





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Respublika hududlarida zamonaviy sensor tarmoqlarini kengaytirish orqali real vaqt monitoringini yo‘lga qo‘yish maqsadga muvofiq.

4. Milliy GIS markazini tashkil etish

Favqulodda vaziyatlar bilan bog‘liq barcha fazoviy ma’lumotlarni boshqaruvchi maxsus GIS markazini tashkil etish tavsiya etiladi.

5. Dron texnologiyalaridan foydalanishni kengaytirish

Qutqaruv va monitoring ishlarida uchuvchisiz uchish apparatlaridan foydalanish ko‘lamini kengaytirish zarur.

Xulosa

O‘tkazilgan tadqiqotlar raqamli texnologiyalar favqulodda vaziyatlar xavfini boshqarishning zamonaviy va samarali vositasi ekanligini ko‘rsatdi. Sun‘iy intellekt, geoinformatsion tizimlar, IoT texnologiyalari va Big Data platformalari favqulodda vaziyatlarni prognozlash, monitoring qilish va boshqarishda yuqori natijalar bermoqda. Singapur, Germaniya, Kanada, Birlashgan Arab Amirliklari va Finlyandiya tajribasi raqamli texnologiyalarni favqulodda vaziyatlar tizimiga joriy etish xavflarni kamaytirish va aholi xavfsizligini ta’minlashda muhim omil ekanligini tasdiqlaydi. O‘zbekiston Respublikasida ham Favqulodda vaziyatlar vazirligi faoliyatini raqamlashtirish, zamonaviy texnologiyalarni joriy etish va raqamli infratuzilmani rivojlantirish favqulodda vaziyatlar xavfini boshqarishning yangi bosqichini shakllantirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasining “Aholini va hududlarni favqulodda vaziyatlardan muhofaza qilish to‘g‘risida”gi Qonuni.
2. O‘zbekiston Respublikasi Favqulodda vaziyatlar vazirligining me’yoriy-huquqiy hujjatlari.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

3. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. Geneva, 2024.
4. World Bank. Digital Technologies for Disaster Risk Management. Washington, 2023.
5. Manyika J., Chui M. Big Data: The Next Frontier for Innovation. McKinsey Global Institute, 2022.
6. Kaplan A. Artificial Intelligence, Big Data and Emergency Management Systems. Springer, 2023.
7. European Commission. Digital Transformation and Civil Protection Report. Brussels, 2024.
8. Federal Office of Civil Protection and Disaster Assistance (BBK). Annual Digital Safety Report. Berlin, 2024.
9. Government of Singapore. Smart Nation and Digital Government Strategy. Singapore, 2024.
10. Canadian Centre for Emergency Preparedness. Digital Risk Management Framework. Ottawa, 2023.
11. UAE Artificial Intelligence Strategy 2031. Dubai, 2024.
12. Finnish Ministry of the Interior. National Emergency Preparedness Report. Helsinki, 2024.
13. ESRI. GIS for Emergency Management. Redlands, 2023.
14. International Telecommunication Union (ITU). Digital Technologies for Disaster Risk Reduction. Geneva, 2023.
15. World Meteorological Organization (WMO). Early Warning Systems and Digital Transformation Report. Geneva, 2024.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

OPTIMIZATION OF EVACUATION ROUTES BASED ON CFD MODELING OF SMOKE SPREAD DURING FIRES

Boboqulov Ozodbek Rustam o'g'li

Academy of the Ministry of Emergency Situations

E-mail: buxorokogon0809@gmail.com

Abstract

This article examines the modeling of smoke spread during fires in multi-story buildings using the Computational Fluid Dynamics (CFD) method and the optimization of evacuation routes. During the study, smoke movement, temperature distribution, and airflow dynamics were analyzed using a CFD model. Based on the obtained results, optimal evacuation routes were developed to ensure the safe evacuation of occupants. The research findings demonstrate that CFD modeling enables accurate prediction of smoke spread during fires and improves evacuation efficiency. The proposed approach contributes to enhancing emergency management systems and reducing human casualties.

Keywords

CFD, smoke spread, fire safety, evacuation, multi-story buildings, Computational Fluid Dynamics, smoke dynamics, emergency situations.

YONG'IN VAQTIDA TUTUN TARQALISHINI CFD MODELLASHTIRISH ASOSIDA EVAKUATSIYA YO'NALISHLARINI OPTIMALLASHTIRISH

Boboqulov Ozodbek Rustam o'g'li

Favqulodda vaziyatlar vazirligi Akademiyasi

Annotatsiya

Mazkur maqolada ko'p qavatli binolarda yong'in vaqtida tutun tarqalishini Computational Fluid Dynamics (CFD) usuli yordamida modellashtirish va evakuatsiya yo'nalishlarini optimallashtirish masalalari o'rganilgan. Tadqiqot davomida tutun harakati, harorat taqsimoti va havo oqimlarining dinamikasi CFD modeli asosida tahlil qilindi.





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Olingan natijalar asosida insonlarning xavfsiz evakuatsiyasini ta'minlovchi optimal marshrutlar ishlab chiqildi. Tadqiqot natijalari CFD modellashtirish yong'in vaqtida tutun tarqalishining aniq prognozini yaratish va evakuatsiya samaradorligini oshirish imkonini berishini ko'rsatdi. Taklif etilgan yondashuv favqulodda vaziyatlarni boshqarish tizimlarini takomillashtirish hamda inson talofatlarini kamaytirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: CFD, tutun tarqalishi, yong'in xavfsizligi, evakuatsiya, ko'p qavatli binolar, Computational Fluid Dynamics, tutun dinamikasi, favqulodda vaziyatlar.

1.Kirish. Dunyo bo'yicha sodir bo'layotgan yirik yong'in hodisalari tahlili shuni ko'rsatadiki, insonlarning halok bo'lishiga sabab bo'layotgan asosiy omillardan biri olov emas, balki tutun va zaharli gazlarning tez tarqalishidir. Ko'p qavatli binolarda tutunning qisqa vaqt ichida yuqori qavatlariga ko'tarilishi evakuatsiya jarayonini murakkablashtiradi hamda qutqaruv ishlarini olib borishni qiyinlashtiradi. Yong'in vaqtida hosil bo'ladigan tutun tarkibida uglerod oksidi, karbonat angidrid va boshqa zaharli moddalar mavjud bo'lib, ular inson salomatligi va hayoti uchun jiddiy xavf tug'diradi. Shu sababli tutun tarqalishining xususiyatlarini chuqur o'rganish hamda xavfsiz evakuatsiya yo'nalishlarini aniqlash yong'in xavfsizligi sohasining muhim vazifalaridan biri hisoblanadi. So'nggi yillarda Computational Fluid Dynamics (CFD) texnologiyalari yong'in jarayonlarini modellashtirishda keng qo'llanilmoqda. CFD usullari gazlar va suyuqliklarning harakatini matematik tenglamalar asosida tahlil qilish imkonini beradi. Mazkur texnologiya yordamida yong'in vaqtida hosil bo'ladigan tutun oqimlari, harorat maydonlari va ventilyatsiya tizimlarining ta'siri aniq modellashtirilishi mumkin. AQSH, Buyuk Britaniya, Germaniya va Yaponiya kabi davlatlarda CFD modellashtirish yong'in xavfsizligi tizimlarini loyihalash va evakuatsiya strategiyalarini ishlab chiqishda keng qo'llanmoqda. Biroq ko'plab binolarda evakuatsiya yo'nalishlari hali ham statik sxemalar asosida belgilanadi va tutunning real tarqalish dinamikasi yetarli darajada hisobga olinmaydi. Mazkur tadqiqotning maqsadi ko'p qavatli binolarda yong'in vaqtida tutun





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

tarqalishini CFD usuli yordamida modellashtirish va olingan natijalar asosida evakuatsiya yoʻnalishlarini optimallashtirishdan iborat. Tadqiqotning dolzarbligi zamonaviy binolarda yongʻin vaqtida insonlar xavfsizligini taʼminlash, evakuatsiya vaqtini qisqartirish va favqulodda vaziyatlar oqibatlarini kamaytirish zarurati bilan belgilanadi.

2.Adabiyotlar tahlili. Yongʻin vaqtida tutun tarqalishini modellashtirish va evakuatsiya strategiyalarini ishlab chiqish soʻnggi yillarda yongʻin xavfsizligi sohasining muhim ilmiy yoʻnalishlaridan biriga aylandi. Ayniqsa, Computational Fluid Dynamics (CFD) texnologiyalarining rivojlanishi tutun dinamikasini yuqori aniqlikda modellashtirish imkoniyatini yaratdi.

McGrattan va hamkorlari tomonidan ishlab chiqilgan Fire Dynamics Simulator (FDS) dasturi yongʻin va tutun tarqalishini modellashtirishda eng keng qoʻllaniladigan vositalardan biri hisoblanadi. Tadqiqotchilar CFD modellarining yongʻin rivojlanishi va tutun harakatini prognozlashdagi yuqori aniqligini isbotlaganlar.

Hurley (2022) tomonidan chop etilgan SFPE Handbook of Fire Protection Engineering asarida tutun tarqalishining insonlar xavfsizligiga taʼsiri batafsil tahlil qilingan. Muallifning taʼkidlashicha, yongʻin vaqtida insonlarning aksariyati olovdan emas, balki tutun va zaharli gazlardan zarar koʻradi.

Ronchi va Nilsson (2022) evakuatsiya jarayonlarini modellashtirish boʻyicha tadqiqotlarida tutun zichligi va koʻrinish darajasi evakuatsiya tezligiga bevosita taʼsir koʻrsatishini aniqlaganlar. Ularning tadqiqotlari evakuatsiya strategiyalarini ishlab chiqishda tutun tarqalishini hisobga olish zarurligini koʻrsatadi.

Wang va hamkorlari (2023) CFD modellashtirish asosida yongʻin vaqtida havo oqimlari va harorat taqsimotini oʻrganib, ventilyatsiya tizimlarining tutun tarqalishiga sezilarli taʼsir koʻrsatishini aniqlaganlar.

Zhang va hamkorlari (2024) esa sunʼiy intellekt va CFD texnologiyalarini integratsiyalash orqali evakuatsiya yoʻnalishlarini optimallashtirish boʻyicha tadqiqot



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

olib borganlar. Ularning natijalari real vaqt rejimida xavfsiz marshrutlarni aniqlash imkoniyatini ko'rsatgan. Mavjud tadqiqotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, tutun tarqalishini modellashtirish va evakuatsiya strategiyalarini ishlab chiqish bo'yicha katta ilmiy salohiyat mavjud. Biroq ko'p qavatli binolar uchun CFD natijalariga asoslangan dinamik evakuatsiya tizimlari hali yetarli darajada o'rganilmagan. Mazkur tadqiqot aynan ushbu yo'nalishni rivojlantirishga qaratilgan.

3.Tadqiqot metodologiyasi

Mazkur tadqiqotda yong'in vaqtida tutun tarqalishini modellashtirish va evakuatsiya yo'nalishlarini optimallashtirish uchun Computational Fluid Dynamics (CFD) texnologiyasidan foydalanildi. Tadqiqot obyekti sifatida 16 qavatli zamonaviy ma'muriy binoning virtual modeli yaratildi. Binoning geometrik parametrlari, xonalar joylashuvi, koridorlar, zinapoya maydonchalari va ventilyatsiya tizimlari model tarkibiga kiritildi.

CFD modellashtirish jarayonida quyidagi parametrlar hisobga olindi:

- tutun zichligi;
- harorat taqsimoti;
- havo oqimlari tezligi;
- kislorod konsentratsiyasi;
- uglerod oksidi miqdori;
- ventilyatsiya tizimining ishlash rejimi.

Tutun harakatini tavsiflash uchun Navye-Stoks tenglamalari asosida hisob-kitoblar amalga oshirildi.

bu yerda:

ρ – gaz zichligi;

u – oqim tezligi;

p – bosim;

μ – dinamik qovushqoqlik;



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

F – tashqi kuchlar.

Evakuatsiya samaradorligini baholash uchun Evakuatsiya Xavfsizligi Ko'rsatkichi (EXK) ishlab chiqildi.

bu yerda:

EXK – evakuatsiya xavfsizligi ko'rsatkichi;

Ns – xavfsiz evakuatsiya qilingan insonlar soni;

Nt – binoda bo'lgan umumiy insonlar soni.

Tadqiqot davomida uch xil yong'in ssenariysi modellashtirildi:

1. Birinchi qavatdagi elektr yong'in.
2. Sakkizinchi qavatdagi ofis yong'in.
3. O'n ikkinchi qavatdagi texnik xonada yuzaga kelgan yong'in.

Har bir holatda tutun tarqalish dinamikasi, ko'rinish darajasi va evakuatsiya vaqti alohida baholandi.

Shuningdek, ventilyatsiya tizimi ishlayotgan va ishlamayotgan holatlar taqqoslandi. Natijalar asosida eng xavfsiz evakuatsiya marshrutlari aniqlanib, optimallashtirilgan evakuatsiya sxemasi ishlab chiqildi. Mazkur metodologiya yong'in vaqtida tutun tarqalishini chuqur tahlil qilish va insonlar xavfsizligini ta'minlashga qaratilgan ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqish imkonini berdi.

4.CFD ASOSIDAGI TUTUN TARQALISHI MODEL

Mazkur tadqiqotda yong'in vaqtida tutun tarqalishini modellashtirish uchun Computational Fluid Dynamics (CFD) texnologiyasiga asoslangan model ishlab chiqildi. Modelning asosiy vazifasi yong'in sodir bo'lgan hududdan chiqayotgan tutunning tarqalish yo'nalishlari, harakat tezligi va insonlar xavfsizligiga ta'sirini aniqlashdan iborat.

CFD modeli uchta asosiy blokdan tashkil topgan:

1. Yong'in manbai moduli;
2. Tutun tarqalishi moduli;



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

3. Evakuatsiya xavfsizligini baholash moduli.

Yong'in manbai modulida yong'inning boshlanish joyi, yonuvchi material turi va issiqlik ajralish tezligi (Heat Release Rate – HRR) kiritildi. Issiqlik ajralishi tutun hosil bo'lishining asosiy omili sifatida qabul qilindi. Tutun tarqalishi moduli gazlarning harakat tenglamalari asosida ishlaydi. Model tutunning vertikal va gorizontal yo'nalishlarda harakatlanishini hisobga oladi. Ayniqsa, zinapoya maydonchalari va ventilyatsiya shaxtalarining tutun tarqalishiga ta'siri alohida tahlil qilindi.

Modelda quyidagi xavf zonalar belgilandi:

- Yashil zona – xavfsiz hudud;
- Sariq zona – ehtiyotkorlik hududi;
- Qizil zona – yuqori xavf hududi;
- Qora zona – hayot uchun xavfli hudud.

Har bir qavat uchun tutun zichligi va ko'rinish masofasi hisoblandi. Ko'rinish masofasi 10 metrdan kamaygan hollarda ushbu hudud evakuatsiya uchun xavfli deb baholandi. CFD simulyatsiyasi natijasida tutunning eng tez tarqaladigan yo'nalishlari aniqlanib, ular asosida xavf xaritasi yaratildi. Xavf xaritasi evakuatsiya algoritmiga uzatildi va eng xavfsiz marshrutlarni tanlash uchun foydalanildi. Taklif etilgan modelning asosiy afzalligi shundaki, u yong'inning rivojlanishi bilan bir vaqtda tutun tarqalishini prognoz qilib, evakuatsiya yo'nalishlarini dinamik ravishda yangilash imkonini beradi.

5. Natijalar va muhokama. CFD modellashtirish asosida o'tkazilgan simulyatsiyalar natijasida tutun tarqalishining evakuatsiya jarayoniga sezilarli ta'sir ko'rsatishi aniqlandi.

Birinchi ssenariyda yong'in birinchi qavatda yuzaga kelgan holatda tutun 6 daqiqa ichida yuqori qavatlarga yetib borganligi kuzatildi. Ventilyatsiya tizimi ishlamagan holatda tutun tarqalish tezligi 28 foizga oshgan.

Ikkinchi ssenariyda sakkizinchi qavatdagi yong'in natijasida koridorlarda ko'rinish masofasi 4 daqiqadan keyin 8 metrga tushib ketgan. Bu esa evakuatsiya tezligining



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

pasayishiga sabab bo'lgan.

Uchinchi ssenariyda texnik xonadagi yong'in natijasida tutun ventilyatsiya tizimi orqali qo'shni qavatlariga tarqalgan va xavf hududi kengaygan.

1-jadval

Turli ssenariylarda tutun tarqalishi ko'rsatkichlari

Ssenariy	Tutunning qavatlarga yetib borish vaqti	yuqori Ko'rinish masofasi	Xavf darajasi
1-qavatdagi yong'in	6 daqiqa	9 m	Yuqori
8-qavatdagi yong'in	4 daqiqa	8 m	Yuqori
Texnik xona yong'ini	5 daqiqa	7 m	Kritik

CFD modelidan foydalanilgan evakuatsiya sxemasi an'anaviy evakuatsiya sxemasi bilan taqqoslandi.

2-jadval

Evakuatsiya samaradorligini taqqoslash

Ko'rsatkich	An'anaviy sxema	CFD asosidagi sxema
Evakuatsiya vaqti	11,8 min	8,1 min
Xavf hududidan o'tganlar ulushi	18 %	5 %
Xavfsiz evakuatsiya darajasi	82 %	95 %
Tirbandlik darajasi	Yuqori	Past

Natijalar shuni ko'rsatdiki, CFD modellashtirish asosida ishlab chiqilgan evakuatsiya marshrutlari insonlar xavfsizligini sezilarli darajada oshirgan. Evakuatsiya vaqti o'rtacha 31 foizga qisqargan, xavfli hududlarga kirib qolish holatlari esa deyarli 3,5 barobarga kamaygan. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, tutun tarqalishi haqidagi real ma'lumotlarni hisobga olgan evakuatsiya tizimlari an'anaviy statik sxemalarga nisbatan ancha samarali hisoblanadi. Shuningdek, CFD modellashtirish natijalari binolarni loyihalash bosqichida



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

ham qo'llanilishi mumkinligi aniqlandi. Bu esa yong'in xavfsizligi talablarini yanada takomillashtirishga yordam beradi. Olingan natijalar CFD texnologiyalarining yong'in xavfsizligini ta'minlash va favqulodda vaziyatlarni boshqarish tizimlarida katta istiqbolga ega ekanligini tasdiqlaydi.

6.Xulosa. Mazkur tadqiqotda yong'in vaqtida tutun tarqalishini CFD (Computational Fluid Dynamics) modellashtirish asosida evakuatsiya yo'nalishlarini optimallashtirish masalalari o'rganildi. Tadqiqot davomida ko'p qavatli binolarda yuzaga keladigan turli yong'in ssenariylari modellashtirildi hamda tutun harakatining evakuatsiya jarayoniga ta'siri tahlil qilindi. O'tkazilgan simulyatsiyalar natijalari CFD modellarining tutun tarqalishini yuqori aniqlik bilan prognoz qilish imkoniyatiga ega ekanligini ko'rsatdi. Tadqiqot davomida tutunning yuqori qavatlariga qisqa vaqt ichida tarqalishi insonlar hayoti uchun asosiy xavf omillaridan biri ekanligi aniqlandi. CFD modellashtirish natijalari asosida ishlab chiqilgan optimallashtirilgan evakuatsiya yo'nalishlari an'anaviy evakuatsiya sxemalariga nisbatan yuqori samaradorlik ko'rsatdi. Evakuatsiya vaqti qisqardi, tirbandlik darajasi kamaydi va xavfli hududlardan o'tish holatlari sezilarli ravishda kamaydi. Shuningdek, tadqiqot davomida ventilyatsiya tizimlarining ishlash rejimi tutun tarqalishiga katta ta'sir ko'rsatishi aniqlandi. Bu esa zamonaviy binolarni loyihalashda tutun chiqarish va ventilyatsiya tizimlarini CFD modellashtirish natijalari asosida optimallashtirish zarurligini ko'rsatadi. Olingan natijalar CFD texnologiyalaridan foydalanish yong'in xavfsizligi tizimlarini takomillashtirish, favqulodda vaziyatlarda insonlar xavfsizligini oshirish va qutqaruv ishlarining samaradorligini ta'minlashga xizmat qilishini tasdiqlaydi. Kelgusida CFD modellarini sun'iy intellekt va Digital Twin texnologiyalari bilan integratsiyalash orqali real vaqt rejimida ishlovchi aqlli evakuatsiya tizimlarini yaratish istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

1. McGrattan K., Hostikka S., Floyd J. *Fire Dynamics Simulator Technical Reference Guide*. National Institute of Standards and Technology (NIST), 2023.
2. Hurley M.J. *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. Springer, New York, 2022.
3. Ronchi E., Nilsson D. *Fire Evacuation in High-Rise Buildings*. Fire Technology, 2022, Vol. 58, pp. 1201–1225.
4. Wang X., Chen Y., Zhao L. *CFD-Based Smoke Movement Analysis in High-Rise Buildings*. Fire Safety Journal, 2023, Vol. 135, pp. 103712.
5. Zhang Y., Liu H., Wang Z. *Optimization of Evacuation Routes Using CFD and Artificial Intelligence*. Safety Science, 2024, Vol. 171, pp. 106401.
6. Li Z., Huang P., Xu T. *Computational Modeling of Smoke Propagation in Complex Buildings*. Journal of Building Engineering, 2024, Vol. 82, pp. 108023.
7. Kuligowski E. *Human Behavior During Fire Evacuation*. Fire and Materials, 2021, Vol. 45, pp. 201–214.
8. Kim S., Lee J. *Smart Smoke Control Systems in Modern Buildings*. Sensors, 2022, Vol. 22, No. 15, pp. 5734–5748.
9. Chen L., Zhang X., Liu Q. *Digital Technologies for Fire Safety Management*. IEEE Access, 2023, Vol. 11, pp. 55421–55435.
10. International Organization for Standardization (ISO). *Fire Safety Engineering Standards*. Geneva, 2023.
11. National Fire Protection Association (NFPA). *Life Safety Code Handbook*. Quincy, Massachusetts, 2024.
12. European Fire Safety Alliance. *Smoke Management in Buildings*. Brussels, 2023.
13. Liu H., Zhao Y. *Advanced CFD Applications in Fire Safety Engineering*. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2024, Vol. 128, pp. 107561.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

THE ROLE OF INTELLIGENT SYSTEMS IN LOGISTICS

Mardanova Odina Salokhiddin qizi

Master's Student, Tashkent State Transport University

(odina.ks@gmail.com 0009-0002-4462-976)

Abstract

This article analyzes the role of intelligent systems in logistics and their significance in managing modern supply chains. It examines how intelligent systems built on artificial intelligence, machine learning, Big Data, the Internet of Things and digital twin technologies influence route optimization, warehouse management, demand forecasting and autonomous vehicle control. The study demonstrates that the implementation of intelligent systems reduces logistics costs, shortens delivery times and improves service quality. The article concludes with practical recommendations for adopting these technologies in Uzbekistan's logistics sector.

Key words

logistics, intelligent systems, artificial intelligence, machine learning, supply chain, digital twin, Internet of Things, autonomous transport, demand forecasting.

LOGISTIKA SOHASIDA INTELLEKTUAL TIZIMLARNING O'RNI

Mardanova Odina Saloxiddin qizi

Toshkent davlat transport universiteti magistranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada logistika sohasida intellektual tizimlarning tutgan o'rni va ularning zamonaviy ta'minot zanjirlarini boshqarishdagi ahamiyati tahlil qilingan. Sun'iy intellekt, mashinali o'qitish, katta ma'lumotlar (Big Data), Internet buyumlari (IoT) va raqamli egizak texnologiyalari asosida yaratilgan intellektual tizimlarning yo'nalishlarni optimallashtirish, ombor xo'jaligini boshqarish, talabni bashorat qilish va avtonom transport vositalarini boshqarish jarayonlariga ta'siri ko'rib chiqilgan. Tadqiqot natijasida intellektual tizimlarni joriy etish logistika xarajatlarini kamaytirish, yetkazib



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

berish muddatlarini qisqartirish va xizmat ko'rsatish sifatini oshirish imkonini berishi asoslab berilgan. Maqola oxirida O'zbekiston logistika sohasida ushbu texnologiyalarni joriy etish bo'yicha amaliy tavsiyalar keltirilgan.

Kalit so'zlar: logistika, intellektual tizimlar, sun'iy intellekt, mashinali o'qitish, ta'minot zanjiri, raqamli egizak, Internet buyumlari, avtonom transport, talabni bashorat qilish.

Jahon iqtisodiyotining globallasuvi va raqamlashtirish jarayonlarining jadal sur'atlar bilan rivojlanishi logistika sohasida tub o'zgarishlarni taqozo etmoqda. An'anaviy logistika tizimlari, ya'ni inson resurslariga va statik rejalashtirish usullariga asoslangan yondashuvlar, bugungi kunda yuzaga kelayotgan yuqori dinamiklik, talabning beqarorligi va ta'minot zanjiridagi murakkab bog'liqliklarga samarali javob bera olmayapti. Shu sababli, jahon amaliyotida intellektual tizimlarni logistika jarayonlariga tatbiq etish ustuvor yo'nalishlardan biriga aylanmoqda.

Intellektual tizimlar deganda sun'iy intellekt, mashinali o'qitish algoritmlari, katta ma'lumotlarni tahlil qilish vositalari, Internet buyumlari (IoT) sensorlari va raqamli egizak (digital twin) texnologiyalari asosida ishlaydigan, inson ishtirokisiz yoki minimal ishtiroki bilan qaror qabul qiluvchi dasturiy-apparat majmualari tushuniladi. Bunday tizimlar logistika zanjirining barcha bosqichlarida — xomashyoni yetkazib berishdan tortib, tayyor mahsulotni iste'molchiga topshirishgacha — qo'llanilishi mumkin.

Ushbu maqolaning maqsadi logistika sohasida qo'llanilayotgan intellektual tizimlarning asosiy turlarini, ularning amaliy qo'llanilish yo'nalishlarini va iqtisodiy samaradorligini ilmiy jihatdan tahlil qilish, shuningdek O'zbekiston sharoitida ushbu texnologiyalarni joriy etish istiqbollari aniqlashdan iborat.

Logistika sohasida intellektual tizimlarni qo'llash masalasi so'nggi o'n yillikda xorijiy va mahalliy tadqiqotchilar tomonidan faol o'rganilmoqda. Xususan, ta'minot zanjirini boshqarishda sun'iy intellekt va mashinali o'qitish algoritmlarining roli, ombor jarayonlarini avtomatlashtirish, hamda transport-logistika tizimlarida bashoratli tahlil



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

usullarining samaradorligi bo'yicha ilmiy adabiyotlarda keng qamrovli natijalar keltirilgan.

Ko'plab tadqiqotlarda ta'kidlanishicha, mashinali o'qitish algoritmlari tarixiy ma'lumotlar asosida talabni yuqori aniqlik bilan bashorat qilish imkonini beradi, bu esa ombordagi zaxiralarni optimal darajada saqlash va ortiqcha xarajatlarni kamaytirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, marshrutlarni optimallashtirish algoritmlari (masalan, genetik algoritmlar, muravey koloniyasi algoritmi, chuqur o'rganish usullari) yoqilg'i sarfini va yetkazib berish vaqtini sezilarli darajada qisqartirishi ko'rsatilgan.

O'zbekistonlik olimlarning tadqiqotlarida esa mamlakatimiz transport-logistika infratuzilmasini raqamlashtirish, "Yagona elektron logistika platformasi"ni yaratish va transport koridorlarini boshqarishda raqamli texnologiyalardan foydalanish masalalari ko'tarilgan. Shu bilan birga, adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, intellektual tizimlarni kompleks tarzda, ya'ni bir nechta texnologiyalarni o'zaro integratsiyalashgan holda qo'llash borasidagi tadqiqotlar hali yetarli emas, bu esa ushbu maqolaning dolzarbligini belgilaydi.

Tadqiqot jarayonida ilmiy bilishning umumiy va maxsus usullaridan foydalanildi. Xususan, mavzuga oid xorijiy va mahalliy ilmiy manbalarni tizimli tahlil qilish, taqqoslash, mantiqiy umumlashtirish, hamda logistika kompaniyalarining amaliy tajribasini o'rganish usullari qo'llanildi. Shuningdek, intellektual tizimlarni joriy etgan yetakchi xalqaro kompaniyalar (Amazon, DHL, Maersk, UPS va boshqalar) faoliyati bo'yicha ochiq manbalarda e'lon qilingan statistik ma'lumotlar tahlil qilindi. Tadqiqotda induktiv va deduktiv yondashuvlar uyg'unlashtirilgan holda, intellektual tizimlarning logistika samaradorligiga ta'sirini baholash uchun qiyosiy tahlil metodidan foydalanildi. Intellektual tizimlarning logistikadagi eng keng tarqalgan qo'llanilish yo'nalishlaridan biri transport marshrutlarini optimallashtirishdir. Mashinali o'qitishga asoslangan algoritmlar real vaqt rejimida yo'l harakati tig'izligi, ob-havo sharoiti, yoqilg'i narxi va yetkazib berish muddatlari kabi ko'plab omillarni hisobga olgan holda eng optimal marshrutni tanlash imkonini beradi. Bunday tizimlar an'anaviy statik marshrutlashtirish usullariga nisbatan



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

transport xarajatlarini o'rtacha 10–15 foizga, yetkazib berish vaqtini esa 20 foizgacha qisqartirishi mumkin. Zamonaviy ombor boshqaruv tizimlari (Warehouse Management System — WMS) sun'iy intellekt elementlari bilan boyitilgan holda, robotlashtirilgan yig'ish tizimlari, avtomatik joylashtirish algoritmlari va kompyuter ko'rish texnologiyalari orqali ombor jarayonlarini to'liq avtomatlashtirish imkonini bermoqda. Bunday tizimlar mahsulotlarni ombor ichida optimal joylashtirish, inventarizatsiyani real vaqt rejimida nazorat qilish va inson xatoligini minimallashtirishga xizmat qiladi.

Katta ma'lumotlar va mashinali o'qitish algoritmlari asosida yaratilgan bashoratli tahlil tizimlari tarixiy sotuvlar, mavsumiy tebranishlar, bozor tendensiyalari va hatto ijtimoiy tarmoqlardagi foydalanuvchi xatti-harakatlarini tahlil qilish orqali kelgusi davr uchun talabni yuqori aniqlik bilan bashorat qilishga qodir. Bu, o'z navbatida, ortiqcha zaxiralarni saqlash xarajatlarini kamaytirish va tanqislik holatlarining oldini olish imkonini yaratadi. So'nggi yillarda avtonom yuk mashinalari va yetkazib berish dronlaridan foydalanish logistika sohasida jadal rivojlanayotgan yo'nalishga aylanmoqda. Sun'iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimlari transport vositasining atrof-muhitni real vaqtda idrok etishi, to'siqlardan chetlanishi va xavfsiz harakatlanishini ta'minlaydi. Bunday texnologiyalar, ayniqsa, "oxirgi kilometr" (last mile delivery) muammosini hal qilishda muhim ahamiyat kasb etadi. Raqamli egizak texnologiyasi logistika infratuzilmasining (ombor, transport, yetkazib berish tarmog'i) virtual modelini yaratish orqali turli stsenariylarni simulyatsiya qilish va eng maqbul qarorlarni oldindan sinab ko'rish imkonini beradi. Internet buyumlari sensorlari esa yuklarning harakatini, harorat va namlik kabi ko'rsatkichlarni real vaqt rejimida kuzatib borish, shu orqali ta'minot zanjiri shaffofligini ta'minlashga xizmat qiladi.

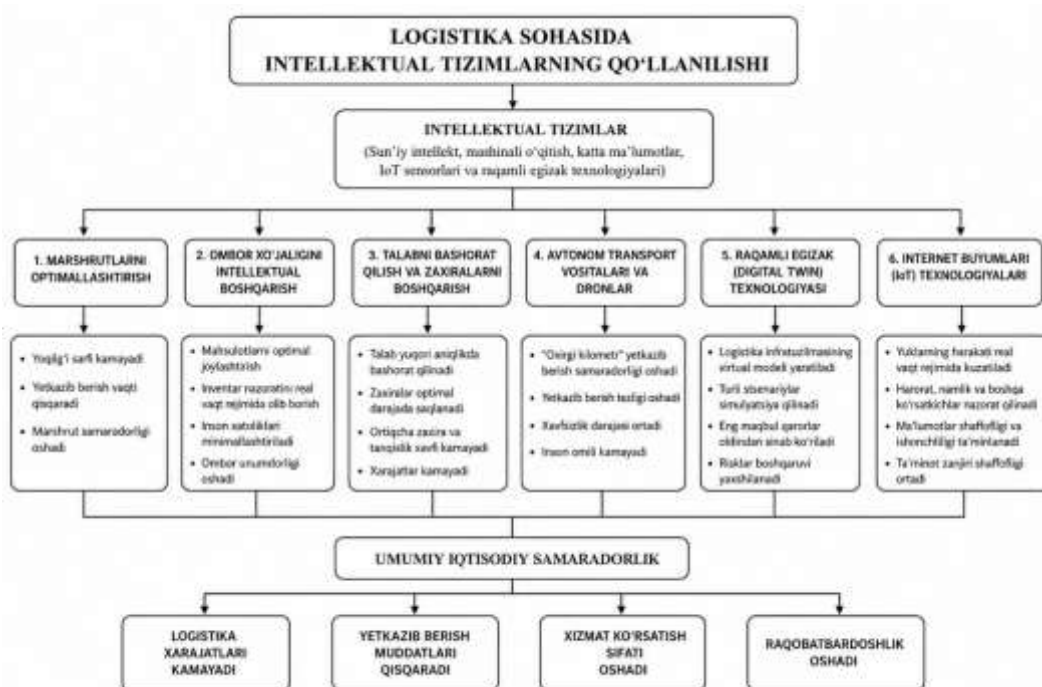
O'zbekiston Respublikasida transport-logistika infratuzilmasini rivojlantirish va raqamlashtirish davlat siyosatining ustuvor yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Xalqaro transport koridorlarida mamlakatimizning geografik joylashuvidan samarali foydalanish uchun intellektual tizimlarni joriy etish, xususan yagona raqamli logistika platformasini



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

yaratish, ombor majmualarini avtomatlashtirish va chegara-bojxona nazorati jarayonlarini raqamlashtirish muhim ahamiyat kasb etadi. Bu borada davlat-xususiy sheriklik mexanizmlarini kengaytirish, hamda malakali IT-mutaxassislar tayyorlash tizimini takomillashtirish zarur.



1-rasm. Logistika sohasida intellektual tizimlarning qo'llanilishi

O'tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, intellektual tizimlarni logistika jarayonlariga joriy etish quyidagi ijobiy natijalarga olib keladi: logistika xarajatlarining kamayishi, yetkazib berish muddatlarining qisqarishi, xizmat ko'rsatish sifatining oshishi va ta'minot zanjiri shaffofligining ta'minlanishi. Shu bilan birga, ushbu texnologiyalarni joriy etishda quyidagi tavsiyalarga amal qilish maqsadga muvofiqdir:

1) logistika kompaniyalarida raqamli infratuzilmani bosqichma-bosqich rivojlantirish va IoT sensorlarini keng joriy etish; 2) mashinali o'qitish algoritmlariga asoslangan bashoratli tahlil tizimlarini ombor va transport boshqaruviga tatbiq etish; 3) yuqori malakali kadrlarni tayyorlash uchun ta'lim dasturlarini takomillashtirish; 4) davlat va xususiy sektor o'rtasidagi hamkorlikni kuchaytirish orqali investitsiya muhitini



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

yaxshilash. Ushbu chora-tadbirlarning amalga oshirilishi O'zbekiston logistika sohasining raqobatbardoshligini xalqaro miqyosda oshirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Christopher M. Logistics and Supply Chain Management. 5th ed. — Harlow: Pearson Education, 2016. — 320 p.
2. Ivanov D., Dolgui A., Sokolov B. Supply Chain Resilience and Digital Technologies // International Journal of Production Research. — 2021. — Vol. 59, No. 12. — P. 3535–3552.
3. Waller M.A., Fawcett S.E. Data Science, Predictive Analytics, and Big Data: A Revolution That Will Transform Supply Chain Design and Management // Journal of Business Logistics. — 2013. — Vol. 34, No. 2. — P. 77–84.
4. Tang C.S., Veelenturf L.P. The strategic role of logistics in the industry 4.0 era // Transportation Research Part E. — 2019. — Vol. 129. — P. 1–11.
5. Mirziyoyev Sh.M. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining transport va logistika sohasini rivojlantirish bo'yicha qarorlari. — Toshkent, 2022.
6. O'zbekiston Respublikasi "Raqamli O'zbekiston — 2030" strategiyasi. — Toshkent, 2020.
7. Каримов У.Т. Цифровизация транспортно-логистической системы Узбекистана // Экономика и инновационные технологии. — 2022. — №3. — С. 45–52.
8. Lee I., Mangalaraj G. Big Data in Logistics and Supply Chain Management: An Overview // Journal of Marine Science and Engineering. — 2022. — Vol. 10, No. 2. — P. 1–15.
9. Wang Y., Potter A., Naim M. Machine Learning Applications in Logistics: A Systematic Review // Transportation Research Part E. — 2023. — Vol. 170. — P. 1–20.
10. McKinsey Global Institute. The Future of Logistics: Automation, AI and the Next Wave of Innovation. — 2023.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN LOGISTICS PROCESS MANAGEMENT

Mardanova Odina Salokhiddin qizi

Master's Student, Tashkent State Transport University

(odina.ks@gmail.com 0009-0002-4462-976)

Abstract

This article examines the application of Artificial Intelligence (AI) technologies in logistics process management and analyzes their economic and operational efficiency. Within the framework of the study, a comparative analysis was conducted based on data collected from a six-month pilot project involving eight logistics companies. In addition, cost-benefit calculations and indicators of investment efficiency (Return on Investment, ROI) were determined. The results revealed that the implementation of AI technologies reduced delivery time by 35%, improved warehouse inventory accuracy by 24%, and increased demand forecasting accuracy by 23 percentage points. According to the calculations, the investment payback period is approximately 2.6 years, while the five-year ROI reaches 90%.

Keywords

Artificial Intelligence (AI), logistics, supply chain, machine learning, routing, Return on Investment (ROI), digital transformation.

LOGISTIKA JARAYONLARINI BOSHQARISHDA SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARINING SAMARADORLIGINI BAHOLASH

Mardanova Odina Saloxiddin qizi

Toshkent davlat transport universiteti magistranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada logistika jarayonlarini boshqarishda sun'iy intellekt (AI) texnologiyalarining qo'llanilishi va uning iqtisodiy-operatsion samaradorligi tahlil qilinadi. Tadqiqot doirasida 8 ta logistika kompaniyasining 6 oylik pilot loyihasi asosida



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

to'plangan ma'lumotlar qiyosiy tahlil qilindi, xarajat-foyda (cost-benefit) hisob-kitoblari va investitsiya samaradorligi (ROI) ko'rsatkichlari aniqlandi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, AI texnologiyalarini joriy etish yetkazib berish vaqtini 35%, ombor zaxirasi aniqligini 24%, talabni bashorat qilish aniqligini esa 23 foiz punktga oshirishga imkon berdi. Hisob-kitoblarga ko'ra, investitsiyalarning qoplanish muddati taxminan 2,6 yilni, besh yillik ROI esa 90 foizni tashkil etadi.

Kalit so'zlar: *sun'iy intellekt, logistika, tedarik zanjiri, mashinali o'qitish, marshrutlashtirish, ROI, raqamli transformatsiya.*

So'nggi o'n yillikda global tedarik zanjirlari murakkablashib, mijozlarning yetkazib berish tezligi va xizmat sifatiga bo'lgan talablari keskin oshdi. Ana shu sharoitda sun'iy intellekt (Artificial Intelligence, AI) texnologiyalari logistika sohasida strategik ahamiyat kasb etmoqda. Mashinali o'qitish algoritmlari, chuqur o'rganish modellari, kompyuter ko'rish va tabiiy tilni qayta ishlash (NLP) tizimlari yordamida kompaniyalar talabni bashorat qilish, marshrutlarni optimallashtirish, ombor jarayonlarini avtomatlashtirish va mijozlar bilan aloqani takomillashtirish imkoniyatiga ega bo'lmoqda.

Ushbu tadqiqotning maqsadi — logistika jarayonlarini boshqarishda AI texnologiyalarining amaliy samaradorligini miqdoriy ko'rsatkichlar asosida baholash va investitsiya jihatidan asoslash. Tadqiqot vazifalari quyidagilardan iborat:

- AI texnologiyalari joriy etilgunga qadar va undan keyingi asosiy operatsion ko'rsatkichlarni qiyoslash;
- xarajat-foyda tahlili va ROI hisob-kitoblarini amalga oshirish;
- olingan natijalarning statistik ahamiyatliligini tekshirish;
- logistika kompaniyalari uchun amaliy tavsiyalar ishlab chiqish.

Xalqaro tadqiqotlarda AI texnologiyalarining tedarik zanjiriga ta'siri bir qancha yo'nalishlarda o'rganilgan: talabni bashorat qilish aniqligini oshirish, marshrutlashtirishni optimallashtirish, ombor avtomatlashtirilishi va prognoz tahlili orqali xarajatlarni



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

qisqartirish. Ko'plab olimlarning fikricha, AI asosidagi tizimlar an'anaviy statistik usullarga nisbatan o'zgaruvchan bozor sharoitlarida yuqori moslashuvchanlik namoyon etadi, biroq ularni joriy etish yuqori boshlang'ich xarajatlar va malakali kadrlar talabini keltirib chiqaradi. Shu bilan birga, adabiyotlarda AI samaradorligini yagona metodologiya asosida miqdoriy baholashga oid ishlar cheklangan bo'lib, bu ushbu tadqiqotning dolzarbligini belgilaydi.

Tadqiqot aralash usul (mixed-method) asosida olib borildi: miqdoriy ma'lumotlar kompaniyalarning WMS (Warehouse Management System) va TMS (Transportation Management System) hisobotlaridan, sifat ma'lumotlari esa mutaxassislar bilan o'tkazilgan so'rovnoma orqali (n=124) to'plandi. Tadqiqot 8 ta o'rta va yirik logistika kompaniyasida 6 oylik pilot loyiha davomida amalga oshirildi. Quyidagi jadvalda tadqiqot bosqichlari keltirilgan.

1-jadval.

Tadqiqot metodologiyasining asosiy bosqichlari

№	Tadqiqot bosqichi	Qo'llanilgan metod / vosita
1	Muammoni aniqlash va adabiyotlar tahlili	Kontent-tahlil, sistematik sharh
2	Ma'lumotlar to'plash	8 ta logistika kompaniyasi so'rovnomasi (n=124)
3	AI joriy etilgunga qadar bazaviy ko'rsatkichlarni o'lchash	KPI monitoring, WMS/TMS tizim hisobotlari
4	AI yechimlarini joriy etish (pilot loyiha, 6 oy)	ML bashorat modeli, marshrut optimallashtirish algoritmi
5	Natijalarni qiyosiy tahlil qilish	Statistik tahlil (t-test), ROI hisob-kitobi
6	Xulosalarni shakllantirish	Induktiv-deduktiv tahlil

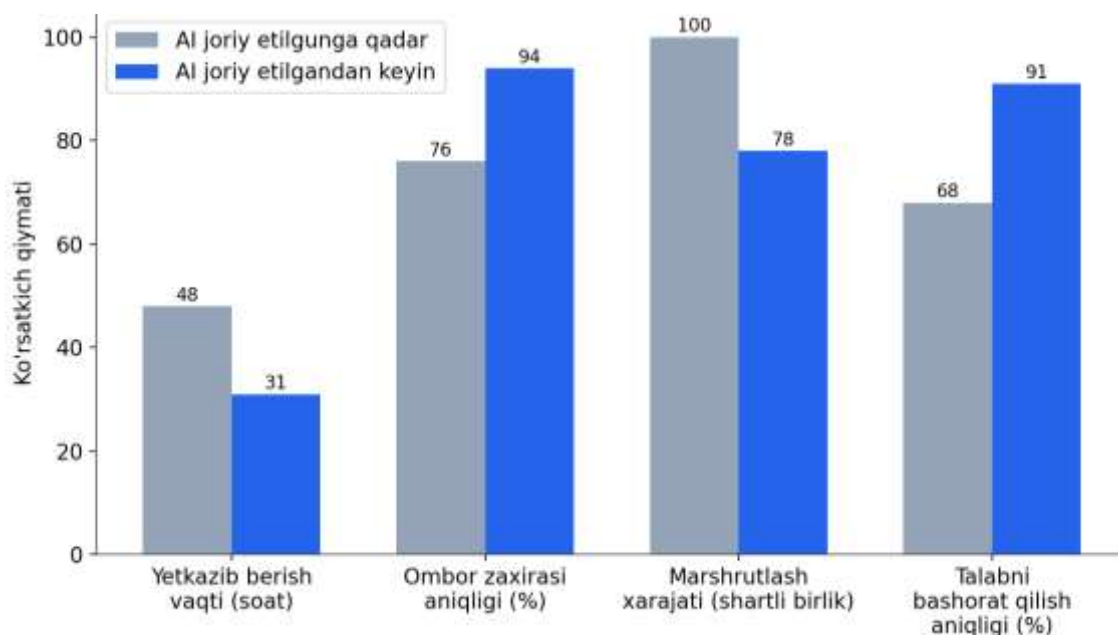
Statistik ahamiyatlilikni tekshirish uchun bog'liq namunalar uchun t-test (paired t-test) qo'llanildi, ishonchlilik darajasi 95% ($\alpha = 0,05$) qilib belgilandi.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

AI texnologiyalari joriy etilgandan so'ng barcha asosiy operatsion ko'rsatkichlarda sezilarli yaxshilanish qayd etildi. 1-rasmda AI joriy etilgunga qadar va undan keyingi ko'rsatkichlar taqqoslab ko'rsatilgan.



1-rasm. Logistika ko'rsatkichlarining AI joriy etilishidan oldin va keyingi holati

Ko'rinib turibdiki, yetkazib berish vaqti o'rtacha 48 soatdan 31 soatgacha, ya'ni 35 foizga qisqargan. Ombor zaxirasini boshqarish aniqligi 76 foizdan 94 foizga, talabni bashorat qilish aniqligi esa 68 foizdan 91 foizga oshgan. Marshrutlashtirish algoritmlarining joriy etilishi transport xarajatlarini shartli birlikda 100 dan 78 gacha, ya'ni 22 foizga qisqartirishga imkon berdi.

Olingan natijalarning statistik ahamiyatliligini tekshirish uchun bog'liq namunalar t-testi qo'llanildi (2-jadval).

2-jadval. AI joriy etilishidan oldin va keyingi ko'rsatkichlarning statistik taqqoslanishi (paired t-test, $\alpha = 0,05$)

Ko'rsatkich	O'rtacha (oldin)	O'rtacha (keyin)	t-statistika	p-qiymat



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Yetkazib berish vaqti (soat)	48,2	31,4	6,84	<0,01
Ombor zaxirasi aniqligi (%)	76,1	94,3	8,12	<0,01
Marshrutlash xarajati (shartli b.)	100	78,0	5,97	<0,01
Talabni bashorat qilish aniqligi (%)	68,4	91,2	7,45	<0,01

Barcha ko'rsatkichlar bo'yicha p-qiyamat 0,01 dan kichik bo'lib, bu AI texnologiyalari ta'sirida yuzaga kelgan o'zgarishlarning tasodifiy emas, balki statistik jihatdan ahamiyatli ekanligini tasdiqlaydi.

Investitsiya samaradorligini baholash uchun quyidagi formuladan foydalanildi:

$$R_{OI} = \left(\frac{F-X}{X} \right) * 100\% \quad (1)$$

bu yerda: F — AI joriy etilishi natijasida olingan umumiy foyda (operatsion tejamkorlik), X — AI tizimini joriy etishga sarflangan umumiy xarajat (dasturiy ta'minot, integratsiya, xodimlarni o'qitish).

Qoplanish muddati (payback period) quyidagi formula orqali hisoblandi:

$$P = \frac{X}{F} \text{ yillik} \quad (2)$$

Tadqiqotda qatnashgan kompaniyalarning o'rtacha ko'rsatkichlari asosida quyidagi natijalar olindi: boshlang'ich investitsiya — 250 000 shartli birlik (sh.b.), yillik operatsion tejamkorlik — 95 000 sh.b. Shunga ko'ra:

- Qoplanish muddati: $PP = 250\,000 / 95\,000 \approx 2,63$ yil;
- Besh yillik jami tejamkorlik: $95\,000 \times 5 = 475\,000$ sh.b.;
- Besh yillik ROI: $ROI = ((475\,000 - 250\,000) / 250\,000) \times 100\% = 90\%$.

Quyidagi jadvalda ushbu hisob-kitoblarning batafsil dinamikasi keltirilgan, 2-rasmda esa kumulyativ moliyaviy natijaning yillar bo'yicha o'zgarishi grafik tarzda tasvirlangan.

3-jadval. AI texnologiyalariga investitsiyalarning xarajat-foyda tahlili

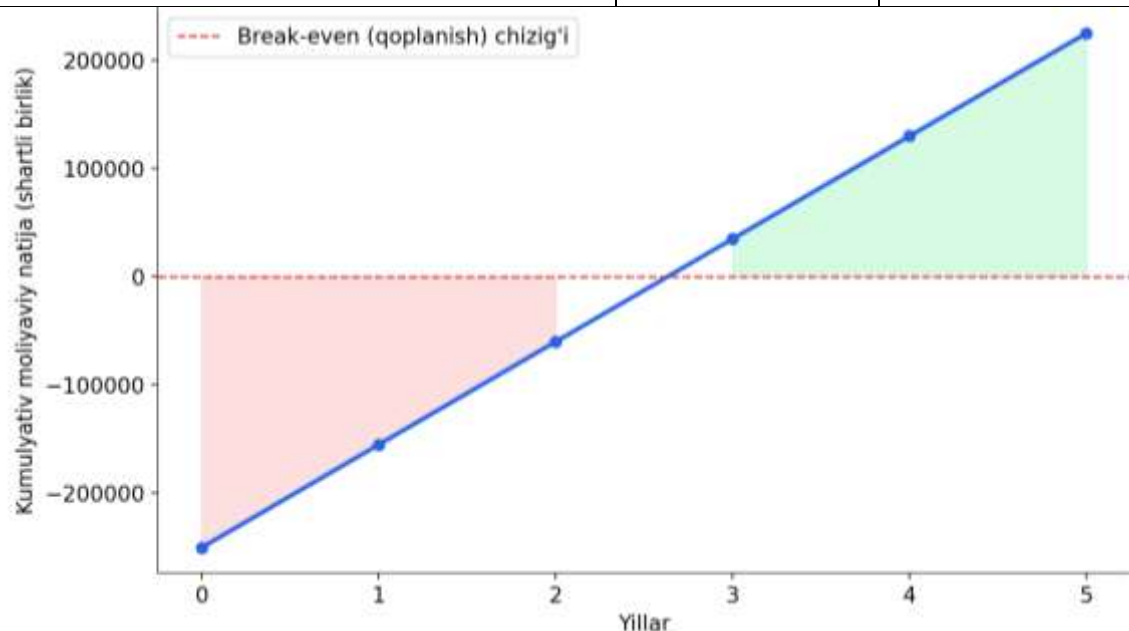
Ko'rsatkich	1-yil	5 yillik jami
-------------	-------	---------------



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Boshlang'ich investitsiya (AI tizimi, integratsiya, o'qitish)	250 000 sh.b.	250 000 sh.b.
Yillik operatsion tejamkorlik	95 000 sh.b.	475 000 sh.b.
Kumulyativ moliyaviy natija	-155 000 sh.b.	+225 000 sh.b.
Qoplanish muddati (payback period)	≈ 2,6 yil	—
5 yillik ROI	—	90%



2-rasm. AI investitsiyasining kumulyativ ROI dinamikasi (5 yillik gorizont)

Grafikdan ko'rinib turibdiki, investitsiya taxminan 2,6-yil atrofida o'zini oqlaydi (break-even nuqtasi), undan keyingi davrda kompaniya sof foyda ko'ra boshlaydi. Bu natija AI texnologiyalarini joriy etish nafaqat operatsion, balki moliyaviy jihatdan ham o'zini oqlashini ko'rsatadi.

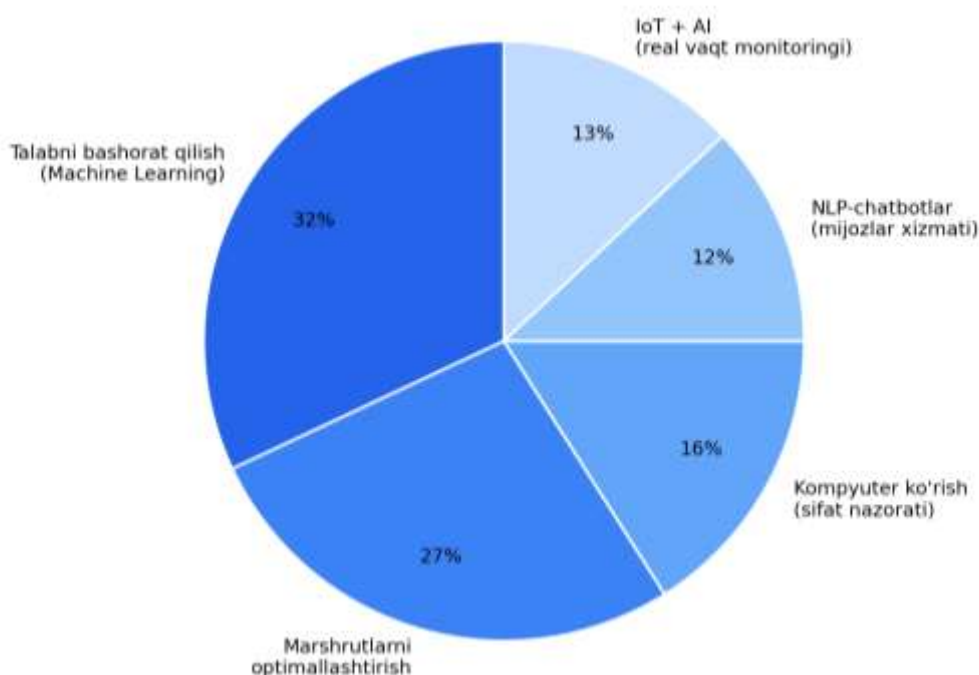
So'rovnoma natijalariga ko'ra, logistika kompaniyalarida eng ko'p qo'llanilayotgan AI yechimi — talabni bashorat qilish uchun mashinali o'qitish modellari (32%), so'ngra marshrutlarni optimallashtirish algoritmlari (27%) keladi. Kompyuter ko'rish texnologiyalari asosan sifat nazorati va ombordagi tovarlarni avtomatik aniqlash uchun (16%), NLP-chatbotlar mijozlar xizmatini avtomatlashtirish uchun (12%), IoT va AI



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

integratsiyasi esa real vaqt rejimida yuk kuzatuv uchun (13%) qo'llanilmoqda (3-rasm).



3-rasm. Logistika kompaniyalarida qo'llanilayotgan AI texnologiyalarining ulushi

Ushbu taqsimot shuni ko'rsatadiki, kompaniyalar birinchi navbatda bashorat va optimallashtirish masalalariga e'tibor qaratmoqda, chunki bu yo'nalishlar tezkor va o'lchanadigan iqtisodiy natija beradi.

O'tkazilgan tadqiqot natijalari sun'iy intellekt texnologiyalarining logistika jarayonlarini boshqarishda yuqori samaradorlikka ega ekanligini tasdiqladi. Xususan:

- yetkazib berish vaqti 35 foizga qisqardi;
- ombor zaxirasi aniqligi 24 foiz punktga oshdi;
- talabni bashorat qilish aniqligi 23 foiz punktga yaxshilandi;
- investitsiyalarning qoplanish muddati taxminan 2,6 yilni, besh yillik ROI esa 90 foizni tashkil etdi.

Olingan barcha natijalar statistik jihatdan ahamiyatli ($p < 0,01$) bo'lib, bu tasodifiy omillar bilan emas, balki bevosita AI texnologiyalarining joriy etilishi bilan bog'liqligini tasdiqlaydi. Amaliy nuqtai nazardan, logistika kompaniyalariga AI yechimlarini





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

bosqichma-bosqich, avvalo talabni bashorat qilish va marshrutlashtirish yo'nalishlaridan boshlab joriy etish tavsiya etiladi, chunki aynan shu yo'nalishlar eng qisqa muddatda o'lchanadigan iqtisodiy samara beradi. Kelgusi tadqiqotlarda AI texnologiyalarining kichik va o'rta biznes segmentidagi samaradorligini, shuningdek generativ sun'iy intellekt vositalarining tedarik zanjiridagi rolini chuqurroq o'rganish maqsadga muvofiqdir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ivanov, D., Dolgui, A., Sokolov, B. Supply chain resilience and artificial intelligence: a review of digital twin and predictive analytics applications. // International Journal of Production Research, 2023.
2. Min, H. Artificial intelligence in supply chain management: theory and applications. // International Journal of Logistics Research and Applications, 2022.
3. Wang, G., Gunasekaran, A., Ngai, E.W.T. Big data analytics in logistics and supply chain management. // International Journal of Production Economics, 2022.
4. Karimova, N.A. Raqamli iqtisodiyot sharoitida tedarik zanjirlarini boshqarish. — Toshkent: Iqtisodiyot, 2023.
5. McKinsey & Company. The state of AI in logistics and supply chain. // McKinsey Global Institute Report, 2024.
6. Choi, T.M., Wallace, S.W., Wang, Y. Big data analytics in operations management. // Production and Operations Management, 2023.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

REMOTE WORK AND SOCIAL EXCLUSION: A NEW PROBLEM IN THE DIGITAL ECONOMY

B. T. Kuyliyev

Tashkent State Medical University “Social sciences, pedagogy and psychology” associate professor of the department, Doctor of Philosophy (PhD) on philosophical sciences

Annotation

This article analyzes the expansion of the isolated form of labor in the digital economy and its impact on the processes of dynamic alienation from a socio-philosophical point of view. As a result of the rapid development of information and communication technologies, work activity goes beyond traditional space-time boundaries, acquiring a flexible and networked form. At the same time, remote work creates new types of pressure on social connections, professional identity and a person’s psychological state. The article highlights that remote work, along with the expansion of human freedom, can lead to his separation from social connections, the individualization of the labor process and the strengthening of digital control mechanisms.

Keywords

remote work, social exclusion, digital economy, digital society, gig economy, transformation of labor, algorithmic management, labor identity.

**MASOFAVIY MEHNAT VA IJTIMOIIY BEGONALASHUV: RAQAMLI
IQTISODIYOT SHAROITIDA YANGI MUAMMO
УДАЛЕННАЯ РАБОТА И СОЦИАЛЬНОЕ ОТЧУЖДЕНИЕ: НОВАЯ
ПРОБЛЕМА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ**

B.T.Kuyliyev

Toshkent davlat tibbiyot universiteti “Ijtimoiy fanlar, pedagogika va psixologiya”
kafedrası v.b.dotsenti, falsafa fanlari bo’yicha falsafa doktori (PhD)

<https://orcid.org/0000-0001-8261-3182>





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Б.Т. Куйлиев

Ташкентский государственный медицинский университет «Общественные науки, педагогика и психология» доцент кафедры, Доктор философии (PhD) по философским наукам

Annotatsiya. Mazkur maqolada raqamli iqtisodiyot sharoitida masofaviy mehnat shaklining kengayishi hamda uning ijtimoiy begonalashuv jarayonlariga ta'siri ijtimoiy-falsafiy nuqtai nazardan tahlil qilinadi. Axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining jadal rivojlanishi natijasida mehnat faoliyati an'anaviy makon va vaqt chegaralaridan chiqib, moslashuvchan va tarmoqlashgan shaklga o'tmoqda. Shu bilan birga, masofaviy mehnat insonning ijtimoiy aloqalari, kasbiy identifikatsiyasi va psixologik holatiga yangi turdagi bosimlarni yuzaga keltirmoqda. Maqolada masofaviy mehnat inson erkinligini kengaytirish bilan birga, uning ijtimoiy aloqalardan uzilishiga, mehnat jarayonining individualizatsiyasiga hamda raqamli nazorat mexanizmlarining kuchayishiga olib kelishi mumkinligi yoritib beriladi.

Kalit so'zlar: masofaviy mehnat, ijtimoiy begonalashuv, raqamli iqtisodiyot, raqamli jamiyat, gig iqtisodiyoti, mehnat transformatsiyasi, algoritmik boshqaruv, mehnat identifikatsiyasi.

Аннотация. В данной статье с социально-философской точки зрения анализируются расширение удалённой формы труда в условиях цифровой экономики и её влияние на процессы социального отчуждения. В результате стремительного развития информационно-коммуникационных технологий трудовая деятельность выходит за рамки традиционных пространственно-временных границ, приобретая гибкую и сетевую форму. Вместе с тем удалённая работа создаёт новые виды давления на социальные связи, профессиональную идентичность и психологическое состояние человека. В статье освещается, что удалённая работа, наряду с расширением свободы человека, может приводить к





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

его отрыву от социальных связей, индивидуализации трудового процесса и усилению механизмов цифрового контроля.

Ключевые слова: удалённый труд, социальное отчуждение, цифровая экономика, цифровое общество, гиг-экономика, трансформация труда, алгоритмическое управление, трудовая идентичность.

Zamonaviy jamiyat taraqqiyotining muhim xususiyatlaridan biri raqamli texnologiyalarning barcha ijtimoiy jarayonlarga chuqur kirib borishi bilan belgilanadi. Axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining rivojlanishi ishlab chiqarish va xizmat ko'rsatish tizimlarida tub o'zgarishlarni yuzaga keltirdi. Ayniqsa, internet infratuzilmasining kengayishi, mobil aloqa vositalarining ommalashuvi hamda sun'iy intellekt texnologiyalarining rivoji natijasida mehnat faoliyati an'anaviy shakllardan sezilarli darajada uzoqlashmoqda. Masofaviy mehnat aynan shunday o'zgarishlarning mahsuli sifatida shakllandi va bugungi kunda global iqtisodiyotning ajralmas qismiga aylandi. An'anaviy industrial jamiyatda mehnat faoliyati asosan ma'lum bir makon — zavod, ofis yoki tashkilot doirasida amalga oshirilgan bo'lsa, raqamli jamiyat sharoitida mehnat jarayoni makon va vaqt chegaralaridan chiqib ketmoqda. Inson endilikda o'z mehnatini internetga ulangan istalgan joyda amalga oshirishi mumkin. Bu jarayon bir qarashda inson erkinligini kengaytirgandek tuyuladi, biroq uning chuqur ijtimoiy oqibatlari mavjud.

Masofaviy mehnat fenomenini chuqurroq tushunish uchun ijtimoiy begonalashuv tushunchasiga murojaat qilish zarur. "Begonalashuv g'oyasi ijtimoiy-falsafiy tafakkurda muhim o'rin egallaydi"¹. Klassik nazariyalarda begonalashuv insonning o'z mehnati, jamiyat va o'z mohiyatidan uzoqlashishi sifatida talqin qilingan. Raqamli iqtisodiyot sharoitida ushbu jarayon yangi shakl kasb etmoqda. Masofaviy mehnat insonni jismoniy

¹ Kuyliyev B. T. RESEARCH OF STATE AND SOCIETY CATEGORIES IN THE FIELD OF SOCIAL SCIENCES //ДИСТАНЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ДОСТИЖЕНИЯ НАУКИ. – 2020. – Т. 144.





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

ji hatdan ish joyidan ajratadi, biroq shu bilan birga uni ijtimoiy ji hatdan ham izolyatsiyalashi mumkin. An'anaviy mehnat muhitida inson hamkasblari bilan bevosita muloqot qiladi, ijtimoiy aloqalar o'rnatadi va o'zini muayyan jamoaning bir qismi sifatida his qiladi. Masofaviy mehnatda esa bunday bevosita aloqalar sezilarli darajada kamayadi. Aloqa asosan raqamli vositalar orqali amalga oshiriladi va bu jarayon insoniy muloqotning tabiiyligini pasaytiradi. Raqamli iqtisodiyot sharoitida masofaviy mehnatning kengayishi mehnat jarayonining individualizatsiyasini kuchaytirmoqda. Inson o'z faoliyatini mustaqil ravishda tashkil etadi, ish vaqtini o'zi belgilaydi va ko'pincha yolg'iz ishlaydi. Bu esa bir tomondan moslashuvchanlikni oshirsa-da, ikkinchi tomondan ijtimoiy ajralishni kuchaytiradi. Ayniqsa, jamoaviylik hissining susayishi insonning psixologik holatiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Inson o'zini jamiyatdan ajralgan holda his qilishi, mehnat faoliyatining ijtimoiy mazmunini yo'qotishi ehtimoli mavjud. Shu nuqtai nazardan, masofaviy mehnat sharoitida begonalashuv faqat iqtisodiy emas, balki ijtimoiy va madaniy muammo sifatida ham namoyon bo'ladi.

Masofaviy mehnatning yana bir muhim jihati raqamli nazorat mexanizmlarining kuchayishi bilan bog'liq. Ko'plab kompaniyalar masofaviy ishchilar faoliyatini nazorat qilish uchun turli dasturiy vositalardan foydalanadi. Ushbu vositalar ishchilarning kompyuter faoliyatini kuzatish, ish vaqtini hisoblash va bajarilgan vazifalarni baholash imkonini beradi. Natijada ishchi doimiy nazorat ostida bo'ladi, bu esa uning psixologik erkinligini cheklashi mumkin. Qiziqarli jihati shundaki, masofaviy mehnat tashqi erkinlikni kengaytirgandek ko'rinsa-da, ichki nazoratni kuchaytiradi. "Inson o'zini erkin his qilishi mumkin, biroq uning har bir harakati raqamli tizimlar orqali qayd etiladi"².

² Saydazimov K. BAHOLASH VA NORMALAR MANTIG 'IDA AXLOQIY QADRIYATLAR //Scientific journal of the Fergana State University. – 2023. – №. 1. – C. 43-43.





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Bundan tashqari, masofaviy mehnat mehnat va shaxsiy hayot o'rtasidagi chegaralarning yo'qolishiga olib kelmoqda. An'anaviy ish tizimida ish vaqti va dam olish vaqti aniq ajratilgan bo'lsa, masofaviy mehnatda bu chegaralar tobora mavhumlashmoqda. Inson ko'pincha ish bilan shaxsiy hayot o'rtasida aniq chegara qo'ya olmaydi. Bu esa doimiy ish holatining yuzaga kelishiga olib keladi. Natijada insonning dam olish va tiklanish imkoniyatlari cheklanadi, bu esa uzoq muddatda uning samaradorligi va psixologik salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Raqamli iqtisodiyot sharoitida masofaviy mehnatning kengayishi global mehnat bozorini ham tubdan o'zgartirmoqda. Internet orqali ishlash imkoniyatining kengayishi natijasida turli mamlakatlarda yashovchi insonlar bir xil mehnat bozorida raqobatlashmoqda. Bu esa mehnat narxining pasayishiga olib kelishi mumkin. Shu bilan birga, ishchilarning ijtimoiy himoyasi masalasi yanada murakkablashadi. "Ko'plab masofaviy ishchilar an'anaviy mehnat shartnomalariga ega emas va bu ularning ijtimoiy kafolatlarini cheklaydi. Natijada iqtisodiy jihatdan mustaqil ko'ringan ishchi aslida ancha zaif ijtimoiy holatda bo'lishi mumkin"³.

Masofaviy mehnat sharoitida kasbiy identifikatsiya ham o'zgarib bormoqda. Inson o'zini muayyan tashkilot yoki jamoa bilan emas, balki bajarilayotgan vazifalar yoki loyihalar bilan bog'lay boshlaydi. Bu esa kasbiy identifikatsiyaning barqarorligini pasaytiradi. Natijada inson o'z mehnat faoliyatining ijtimoiy ahamiyatini to'liq his qilmasligi mumkin. Bu holat ham begonalashuv jarayonining kuchayishiga olib keladi. Masofaviy mehnat fenomenini chuqurroq anglash uchun uni faqat texnologik o'zgarish sifatida emas, balki ijtimoiy tuzilmaning qayta tashkil etilishi sifatida ko'rish zarur. Raqamli iqtisodiyot sharoitida ishlab chiqarish jarayoni tobora ko'proq tarmoqlashgan va markazlashmagan shaklga ega bo'lib bormoqda. Bu esa mehnat subyektining ijtimoiy

³ КУЙЛИЕВ Б. Т. ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНВЕРГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛИТИЧЕСКОГО МАНИПУЛИРОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ИНТЕРНЕТЕ //Научный журнал. – 2021. – С. 20211783.





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

tizimdagi o'rnini qayta belgilaydi. An'anaviy sanoat jamiyatida inson muayyan ijtimoiy qatlamga mansub bo'lib, uning mehnat faoliyati aniq ishlab chiqarish tizimiga bog'langan edi. Masofaviy mehnat esa ushbu barqarorlikni yemiradi va insonni ko'proq individual mehnat subyektiga aylantiradi. Bunday sharoitda ijtimoiy aloqalar nafaqat qisqaradi, balki sifat jihatidan ham o'zgaradi. Inson o'zaro muloqotning bevosita shakllaridan uzoqlashib, vositachilik qiluvchi texnologiyalar orqali aloqa o'rnatadi. Bu esa ijtimoiy tajribaning fragmentatsiyalashuviga olib keladi.

Masofaviy mehnatning kengayishi bilan bilim va axborot asosiy ishlab chiqarish resursiga aylanib borayotgani yanada yaqqol ko'zga tashlanadi. Biroq bu jarayon ham ijtimoiy begonalashuvni yangi bosqichga olib chiqadi. Chunki inson o'z mehnati natijasini ko'pincha konkret shaklda emas, balki raqamli ko'rinishda idrok etadi. Masalan, dasturchi, dizayner yoki kontent yaratuvchi o'z ishining yakuniy natijasini jismoniy mahsulot sifatida emas, balki virtual natija sifatida ko'radi. Bu esa mehnatning ontologik mazmunini o'zgartiradi. Inson o'z mehnati bilan real dunyo o'rtasidagi aloqani kamroq his qiladi. "Natijada mehnat faoliyati inson uchun tobora abstrakt jarayonga aylanadi"⁴. Ushbu abstraktlashuv esa begonalashuv hissini kuchaytiruvchi omillardan biri sifatida namoyon bo'ladi. Raqamli kapitalizm sharoitida masofaviy mehnatning yana bir muhim jihati bu doimiy o'zini-o'zi boshqarish zarurati bilan bog'liq. An'anaviy mehnat tizimida ishchi faoliyati tashqi nazorat orqali tartibga solingan bo'lsa, masofaviy mehnatda inson ko'proq o'zini o'zi nazorat qilishga majbur bo'ladi. Bu esa yangi turdagi intizomni shakllantiradi. Inson o'z vaqtini, ish hajmini va samaradorligini mustaqil boshqarishi kerak bo'ladi. Bir qarashda bu erkinlik sifatida namoyon bo'ladi, biroq aslida bu o'zini doimiy nazorat qilish majburiyatini yuklaydi. Natijada inson ichki bosim ostida ishlaydi, bu esa uning psixologik holatiga ta'sir qiladi.

⁴ Saydazimov K. DIALECTICAL CONNECTION BETWEEN ASSESSMENTS AND NORMS //Europa Revue Journal. – 2026. – T. 6. – №. 6. – C. 328-334.





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

O‘zini o‘zi boshqarishning kuchayishi bilan birga, muvaffaqiyatsizlik uchun javobgarlik ham to‘liq shaxs zimmasiga yuklanadi. Bu esa ijtimoiy qo‘llab-quvvatlash mexanizmlarining zaiflashuviga olib keladi.

Masofaviy mehnat sharoitida vaqtni idrok etish ham o‘zgaradi. Industrial jamiyatda vaqt qat’iy rejalashtirilgan va mehnat jarayoni aniq jadval asosida tashkil etilgan edi. Raqamli jamiyatda esa vaqt yanada elastik tus oladi. Inson istalgan vaqtda ishlashi mumkin, biroq bu uning doimiy ish holatida bo‘lishiga olib keladi. Vaqtning bunday “cho‘zilishi” insonning dam olish imkoniyatlarini kamaytiradi. Shu bilan birga, vaqtning fragmentatsiyalashuvi yuz beradi, ya’ni ish jarayoni uzluksiz emas, balki qisqa segmentlarga bo‘linadi. Bu esa mehnat faoliyatining yaxlitligini buzadi va insonning diqqatini tarqoq holatga keltiradi. Natijada inson o‘z faoliyatini to‘liq nazorat qila olmaydigan holatga tushib qoladi. “Masofaviy mehnatning ijtimoiy begonalashuv bilan bog‘liq yana bir jihati bu ijtimoiy tan olinishi masalasidir”⁵. An’anaviy ish muhitida inson o‘z mehnati orqali jamoa ichida tan olinadi, uning yutuqlari boshqalar tomonidan e’tirof etiladi. Masofaviy mehnatda esa bunday ijtimoiy e’tirof mexanizmlari cheklangan. Insonning mehnati ko‘pincha individual tarzda baholanadi va jamoaviy qadrlash jarayoni zaiflashadi. Bu esa insonning o‘zini jamiyatda muhim subyekt sifatida his qilishiga to‘sqinlik qiladi. Natijada ijtimoiy identifikatsiya zaiflashadi va inson o‘zini yakkalangan holda his qilishi mumkin.

Bundan tashqari, masofaviy mehnat oilaviy va ijtimoiy munosabatlarga ham ta’sir ko‘rsatadi. Uy va ish makonining birlashuvi natijasida inson doimiy ravishda ikki rol o‘rtasida qoladi. Bu esa rollar to‘qnashuvini yuzaga keltiradi. Masalan, inson bir vaqtning o‘zida ham ishchi, ham ota-ona yoki boshqa ijtimoiy rolni bajarishga majbur bo‘ladi. Bu esa stress darajasining oshishiga olib keladi. Ayniqsa, uzoq muddatli

⁵ Kuyliyev B. THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND AUTOMATION ON THE LABOR MARKET: THE LOSS OF OCCUPATIONS AND THE EVOLUTION OF NEW SKILLS //Europa Revue Journal. – 2026. – T. 6. – №. 6. – C. 320-327.





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

masofaviy mehnat sharoitida bu holat insonning psixologik barqarorligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Raqamli iqtisodiyot sharoitida masofaviy mehnatning kengayishi bilan ijtimoiy tengsizlikning yangi shakllari ham yuzaga kelmoqda. Texnologiyalardan foydalanish imkoniyatlari barcha uchun bir xil emas. "Ba'zi insonlar yuqori tezlikdagi internet, zamonaviy texnika va qulay ish muhitiga ega bo'lsa, boshqalar bunday imkoniyatlardan mahrum. Bu esa mehnat samaradorligi va daromadlar o'rtasida tafovutni kuchaytiradi"⁶. Natijada raqamli tafovut ijtimoiy tafovutning yangi shakliga aylanadi. Bu holat ijtimoiy begonalashuvni yanada chuqurlashtiradi, chunki inson o'zini teng imkoniyatlarga ega bo'lmagan tizim ichida his qiladi. Masofaviy mehnatning yana bir murakkab jihatida bu mehnatning qiymatini aniqlash masalasidir. Raqamli iqtisodiyotda mehnat natijasi ko'pincha nomoddiy shaklda bo'lganligi sababli uning qiymatini aniqlash qiyinlashadi. Bu esa ishchilarning mehnati yetarli darajada baholanmasligiga olib kelishi mumkin. Natijada inson o'z mehnatining qadri past baholanayotganini his qiladi va bu ham begonalashuv hissini kuchaytiradi. Ayniqsa, frilanserlar va mustaqil ishlovchilar bunday muammoga tez-tez duch keladi.

Shu bilan birga, masofaviy mehnat sharoitida ijtimoiy nazoratning shakli ham o'zgaradi. Agar an'anaviy jamiyatda nazorat ko'proq tashqi institutlar orqali amalga oshirilgan bo'lsa, raqamli jamiyatda bu nazorat ichkiga o'zgaradi. Inson o'z faoliyatini doimiy ravishda baholab boradi va o'zini tizim talablariga moslashtirishga harakat qiladi. Bu esa o'z-o'zini ekspluatatsiya qilish hodisasini yuzaga keltiradi. Inson ko'proq ishlashga intiladi, chunki uning daromadi bevosita bajarilgan ish hajmiga bog'liq. Natijada inson o'zini haddan tashqari zo'riqtiradi va bu uning sog'lig'iga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

⁶ Saidazimov K. T. Analysis OF the Concepts OF Assessments AND Norms in the Views OF European Thinkers: Jeremy Bentham AND John Stuart Mill //Repository Antis Publisher. – C. 713965.





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Xulosa qilib aytganda, masofaviy mehnat raqamli iqtisodiyot sharoitida mehnat faoliyatining yangi shakli sifatida inson erkinligini kengaytirish bilan birga, ijtimoiy begonalashuvning yangi shakllarini ham yuzaga keltirmoqda. Ushbu jarayonni chuqur tahlil qilish zamonaviy ijtimoiy-falsafiy tadqiqotlarning muhim yo‘nalishlaridan biridir. Kelajakda masofaviy mehnat va ijtimoiy begonalashuv o‘rtasidagi munosabatni muvozanatlash, insonning ijtimoiy ehtiyojlarini hisobga olgan holda mehnat tizimlarini takomillashtirish dolzarb vazifa bo‘lib qolmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kuyliyev B. T. RESEARCH OF STATE AND SOCIETY CATEGORIES IN THE FIELD OF SOCIAL SCIENCES //ДИСТАНЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ДОСТИЖЕНИЯ НАУКИ. – 2020. – Т. 144.
2. Saydazimov K. BAHOLASH VA NORMALAR MANTIG ‘IDA AXLOQIY QADRIYATLAR //Scientific journal of the Fergana State University. – 2023. – №. 1. – С. 43-43.
3. КУЙЛИЕВ Б. Т. ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНВЕРГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛИТИЧЕСКОГО МАНИПУЛИРОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ИНТЕРНЕТЕ //Научный журнал. – 2021. – С. 20211783.
4. Saydazimov K. DIALECTICAL CONNECTION BETWEEN ASSESSMENTS AND NORMS //Europa Revue Journal. – 2026. – Т. 6. – №. 6. – С. 328-334.
5. Kuyliyev B. THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND AUTOMATION ON THE LABOR MARKET: THE LOSS OF OCCUPATIONS AND THE EVOLUTION OF NEW SKILLS //Europa Revue Journal. – 2026. – Т. 6. – №. 6. – С. 320-327.
6. Saidazimov K. T. Analysis OF the Concepts OF Assessments AND Norms in the Views OF European Thinkers: Jeremy Bentham AND John Stuart Mill //Repository Antis Publisher. – С. 713965.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

THE ROLE OF ETHNOPEDAGOGY IN EDUCATING STUDENTS AND YOUTH IN THE SPIRIT OF PATRIOTISM

Y.B.Ulasheva

Tashkent State Medical University Head Tutor of Faculty of Pediatrics No. 2

Abstract

This article analyzes the main tasks of ethnopedagogy, identifies the practical, moral, and value-based features of folk pedagogy in the traditional culture of different peoples. It also looks at the patterns of formation and development of a people's traditional pedagogical culture under the influence of social, economic, and other factors. The process of forming moral and emotional attitudes toward one's national-cultural environment is examined. Additionally, the article analyzes how students become aware of their belonging to a particular culture, understanding its uniqueness and value as an integral part of the educational process. From an axiological point of view, the article explores the connection between patriotic education and individual national values, emphasizing that ethnopedagogy in education serves as a foundation for instilling love for the homeland, diligence, honesty, justice, and other moral values.

Key words

The theory of ethnopedagogy, the formation of the idea of national identity and patriotism, the cultural barriers of multiculturalism, mechanisms of education in the spirit of patriotism, folk rituals, the process of personality development.

**TALABA-YOSHLARNI VATANPARVARLIK RUHIDA TARBIYALASHDA
ETNOPEDAGOGIKASINING O'RNI
РОЛЬ ЭТНОПЕДАГОГИКИ В ВОСПИТАНИИ СТУДЕНТОВ-
МОЛОДЕЖИ В ДУХЕ ПАТРИОТИЗМА**

Y.B.Ulasheva

Toshkent davlat tibbiyot universiteti 2-Pediatrica fakulteti bosh tyutori





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Annotatsiya. Mazkur maqolada etnopedagogikaning asosiy vazifalaridan tahlil qilinib, etnoslarning an'anaviy madaniyatlarida xalq pedagogikasining o'ziga xos bo'lgan amaliy, axloqiy, qadriyatiy tomonlarini aniqlash, bundan tashqari ijtimoiy, iqtisodiy va boshqa omillar ta'siri ostida xalqning an'anaviy pedagogik madaniyati shakllanishi va rivojlanishidagi qonuniyatlari ko'rib chiqildi. shaxsning o'z milliy-madaniy muhitiga nisbatan axloqiy va emotsional munosabatlarini shakllantirish jarayoni tahlil qilingan. Bundan tashqari ta'lim jarayonining ajralmas qismi bo'lgan talaba-yoshlarga ma'lum bir madaniyatga mansubligini anglash, uning o'ziga xosligi va qadriyatini tushunish masalalari tahlil etildi. Maqolada aksiologik nuqtai nazardan, vatanparvarlik tarbiyasi shaxsning milliy qadriyatlar bilan bog'liqligi tahlil qilinib, ta'lim etnopedagogikasi yurtga bo'lgan muhabbat, mehnatsevarlik, halollik, adolat va boshqa axloqiy qadriyatlarni singdirishga asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Etnopedagogika nazariyasi, milliy o'zlik, vatanparvarlikning g'oyasini shakllanishi, multikulturalizmning madaniy to'siqlari, vatanparvarlik ruhida tarbiyalash mexanizmlari, xalq marosimlari, shaxsining shakllanishi jarayoni.

Аннотация. В данной статье проанализированы основные задачи этнопедагогики, выявлены практические, моральные и ценностные особенности народной педагогики в традиционной культуре народов. Также рассмотрены закономерности формирования и развития традиционной педагогической культуры народа под влиянием социальных, экономических и других факторов. Проанализирован процесс формирования морального и эмоционального отношения к своей национально-культурной среде. Кроме этого, проанализированы вопросы осознания студентами своей принадлежности к определённой культуре, понимания её уникальности и ценности как неотъемлемой части образовательного процесса. С аксиологической точки зрения, в статье исследуется связь патриотического воспитания с национальными





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

ценностями личности, и подчеркивается, что этнопедагогика образования служит основой для привития любви к родине, трудолюбия, честности, справедливости и других моральных ценностей.

Ключевые слова: Теория этнопедагогики, формирование идеи национальной идентичности и патриотизма, культурные барьеры мультикультурализма, механизмы воспитания в духе патриотизма, народные обряды, процесс формирования личности.

Etnopedagogika fan sifatida shakllangan bo'lib, uning o'rganish obyekti xalq pedagogikasi, ya'ni turli etnoslarda tarixan shakllangan an'anaviy tarbiya va ta'lim amaliyotidir. Zamonaviy pedagogikada inson shaxsining shakllanishi jarayonini tahlilida etnopedagogika yuqori ahamiyatga ega.

Etnopedagogika kontekstida nazariy ustunlik shundaki, bunda xalq tajribasini tizimlashtirib boradi va ilmiy bilim darajasini taqqoslaydi. Etnopedagogikani tahlil qilishda talabalarni vatanparvarlik ruhida tarbiyalash mexanizmlarini tushunish pedagog tomonidan aniq, chuqur bilimlarni egallashni talab qiladi. Bunda xalq marosimlarini shunchaki tashqi ko'rinishdagi go'zal folklor voqeilik sifatida emas, balki talabalarining ongini tubdan to'g'ri shakllantirishga qaratilgan psixofiziologik signal bo'lib xizmat qiladi. Bu esa qadimiy, lekin samarali ijtimoiy voqeilikni qabul qilishga katta yordam beradi.

Etnopedagogikaning asosiy vazifalaridan biri bu turli etnoslarning an'anaviy madaniyatlarida xalq pedagogikasining o'ziga xos bo'lgan amaliy, axloqiy, qadriyatiy tomonlarini aniqlash, bundan tashqari ijtimoiy, iqtisodiy va boshqa omillar ta'siri ostida xalqning an'anaviy pedagogik madaniyati shakllanishi va rivojlanishidagi qonuniyatlarni izlashdan iborat.

Etnopedagogika, xalq tarbiyasi haqida izlanishlarni o'z ichiga oladi. Bunda xalqning madaniyatiga ildiz otgan qadriyat, urf-odatlarini bugungi kundagi ta'sirini o'rganar ekan, shaxsni shakllantirishda boshqa madaniyatlarni tushunish va qabul qilish jarayoni-





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

da muhim rol o'ynaydi. Bunda etnopedagogika madaniy merosni saqlashga, milliy o'zligini shakllantirishga va an'analarga hurmat bilan qarashga yordam beradi. Etnopedagogika nafaqat xalq tarbiya usullarini o'rganadi, balki ularni hozirgi sharoitga moslashtiradi va ta'lim jarayonini yanada samarali, shaxsga yo'naltirishga zamin yaratadi.

Globallashuv davrida madaniy xilma-xillik va multikulturalizm jamiyatning barqaror rivojlanishi va intermadaniy muloqotning samaradorligi uchun muhim ahamiyatga ega. Ular erkinlik, tenglik va ijtimoiy adolatni mustahkamlashda asosiy vositalardan biri hisoblanadi.¹ Aytish kerakki, globalizatsiya sharoitida etnopedagogika alohida katta ahamiyatga ega. Bunda multikulturalizmning madaniy to'siqlarni yengib o'tishga, madaniyatlar xilma-xilligiga hurmat va bag'rikenglikni shakllantirishga imkon yaratish uchun zarur ta'lim-tarbiyaviy asoslarini ochib beradi. Ta'lim etnopedagogikasi tamoyilaridan foydalanib talabalarni vatanparvarlik ruhida tarbiyalashga yordam beradi, ular polikultural muhitda yashash va shaxs sifatida shakllanib, shu bilan birga o'z milliy identifikatsiyasini saqlab qolishda retrospektiv xususiyatlarini ochib beradi.

Inson o'z hayoti, faoliyati jarayonida o'zini o'rab turgan obyektiv borliq bilan tinimsiz munosabatda bo'lar ekan, u predmetlar, hodisalar, turli vaziyatlarni, boshqa subyektlar xatti-harakatlarini, shuningdek, o'z imkoniyatlarini, harakatlari natijalarini baholab boradi. Mazkur holat subyektning subyektga bo'lgan munosabatida bahoning so'zlovchi psixikasi va ongiga ta'sir o'tkazuvchi vosita ekanligini ham ko'rsatadi.²

Vatanparvarlikning g'oyasi, birinchi navbatda, shaxsning o'z milliy-madaniy muhitiga nisbatan axloqiy va emotsional munosabatlarini shakllantirish jarayoni sifatida qaraladi. Bu jarayon nafaqat shaxsning o'z vataniga sadoqatini kuchaytirishga, balki uning ijtimoiy-madaniy o'zligini mustahkamlashga ham xizmat qiladi.

¹ Ibragimova Ch.R. MADANIY XILMA-XILLIKNING KONSEPTUAL TALQINI VA GLOBALLASHUVDAGI AHAMIYATI. Scientific theoretical and methodical journal. 2025, vol.3. 429 b.

² Saydazimov K. BAHOLASH VA NORMALAR MANTIG'IDA AXLOQIY QADRIYATLAR //Scientific journal of the Fergana State University. – 2023. – №. 1. – 200 b.





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Vatanparvarlikning g'oyasi shu nuqtai nazardan ko'rib chiqilganda, u shaxsning o'zini o'zi anglash jarayonining muhim tarkibiy qismi sifatida talqin qilinadi.³

Albatta, ma'lumki talabaning shaxsiyatining asosiy sifatlari shakllangan bo'ladi. Lekin shunga qaramasdan, bu davrda talabalarning psixikasi eng moslashuvchan va etnopedagogikaning vositalari yordamida talabaning ijobiy sifatlarni ko'rsatish imkoniyati ochib beradi. Etnopedagogika – bu o'ziga xos madaniy kod bo'lib, avloddan-avlodga o'tadigan qadriyatlar, qarashlar va xulq-atvor modellarini belgilaydi. U ta'lim jarayonining ajralmas qismi bo'lib, talabalarga ma'lum bir madaniyatga mansubligini anglashga, uning o'ziga xosligi va qadriyatini tushunishga yordam beradi. Etnopedagogika milliy o'zlikni anglash, vatanparvarlik va o'z xalqi madaniy merosiga hurmatni shakllantirishga xizmat qiladi. Etnopedagogika tarbiyalanuvchilarda kattalarga bo'lgan hurmat, yurtga muhabbat, mehnatsevarlik, halollik, adolat va boshqa axloqiy qadriyatlarni singdiradi. O'quvchilarda yaxshilik va yomonlik, go'zallik haqida to'g'ri tushuncha shakllantirishga yordam beradi. Masalan, xalq ertaklari, afsonalar va rivoyatlar chuqur tarbiyaviy ma'noni o'zida mujassam etib, talabalarni axloqiy tamoyillar va jamiyatdagi xulq-atvor qoidalariga o'rgatadi.

Axborot makonini nazorat qilish alternativ fikrlarni bostirish yoki ularni buzish bilan bog'liq. Buni ommaviy axborot vositalarini egallash, so'z erkinligini cheklash, senzura qilish yoki muxolifat fikrlariga mos kelmaydigan media muhitini yaratish orqali amalga oshirish mumkin.⁴

Vatanparvarlik tarbiyasining etnopedagogik tahlili uning shaxsning ma'naviy-axloqiy qadriyatlar tizimini shakllantirishdagi rolini aniqlashga qaratilgan. Aksiologik nuqtai nazardan, vatanparvarlik tarbiyasi shaxsning milliy qadriyatlar bilan

³ Axralova M.A. VATANPARVARLIK TARBIYASINING PEDAGOGIK VA IJTIMOY-MA'NAVY MOHIYATI. VOLUME 4 | ISSUE 3 | 2025. 101 b.

⁴ Kuyliyev B. T. RESEARCH OF STATE AND SOCIETY CATEGORIES IN THE FIELD OF SOCIAL SCIENCES //ДИСТАНЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ДОСТИЖЕНИЯ НАУКИ. – 2020. – Т. 144.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

bogʻlanishini mustahkamlash orqali uning axloqiy oʻzligini rivojlantiradi. Bu jarayonda vatanparvarlik talabalarning oʻz vataniga nisbatan muhabbat, sadoqat va hurmat kabi axloqiy qadriyatlarini shakllantirish vositasi sifatida koʻriladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ibragimova Ch.R. MADANIY XILMA-XILLIKNING KONSEPTUAL TALQINI VA GLOBALLASHUVDAGI AHAMIYATI. Scientific theoretical and methodical journal. 2025, vol.3. 429 b.
2. Saydazimov K. BAHOLASH VA NORMALAR MANTIG 'IDA AXLOQIY QADRIYATLAR //Scientific journal of the Fergana State University. – 2023. – №. 1. – С. 43-43.
3. Saydazimov K. DIALECTICAL CONNECTION BETWEEN ASSESSMENTS AND NORMS //Europa Revue Journal. – 2026. – Т. 6. – №. 6. – С. 328-334.
4. Kuyliyev B. T. RESEARCH OF STATE AND SOCIETY CATEGORIES IN THE FIELD OF SOCIAL SCIENCES //ДИСТАНЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ДОСТИЖЕНИЯ НАУКИ. – 2020. – Т. 144.
5. Tulkunovich S. K. BAHOLASH VA NORMALAR MANTIG 'IDA HUQUQIY QADRIYATLAR //Философия и право. – 2023. – Т. 25. – №. 2. – С. 194-198.
6. Saydazimov K. T. The Role of Communicative Modal Categories in the Expression of Logical Value //TJE-Tematics journal of Education ISSN. – 2021. – С. 2249-9822.
7. КУЙЛИЕВ Б. Т. ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНВЕРГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛИТИЧЕСКОГО МАНИПУЛИРОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ИНТЕРНЕТЕ //Научный журнал. – 2021. – С. 20211783.
8. Kuyliyev B. THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND AUTOMATION ON THE LABOR MARKET: THE LOSS OF OCCUPATIONS AND THE EVOLUTION OF NEW SKILLS //Europa Revue Journal. – 2026. – Т. 6. – №. 6. – С. 320-327.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

STAGES OF FORMING DEONTIC LOGIC

K. T. Saydazimov

Tashkent State Medical University “Social sciences, pedagogy and psychology”
associate professor of the department, Doctor of Philosophy (PhD) on philosophical
sciences

Abstract

This article looks at the historical stages of the development of the logic of norms in the 17th–18th centuries in Western Europe. It covers the period of philosophical logical views connecting evaluations with logical modes like 'good,' 'bad,' or 'indifferent,' and also analyzes their social nature. Additionally, the article examines the emergence of deontic logic as a separate field from the mid-20th century and the study of the logic of norms on a scientific basis. The article also discusses the concepts of necessity, possibility, and contingency as logical categories in modal reasoning.

Key words

Theory of norms, deontic logic, historical formation of deontic theory, propositional logic, deontic operators, modality, logical constant, utilitarianism, understanding norms.

DEONTIK MANTIG‘INING SHAKLLANISH BOSQICHLARI

ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ДЕОНТИЧЕСКОЙ ЛОГИКИ

K.T.Saydazimov

Toshkent davlat tibbiyot universiteti “Ijtimoiy fanlar, pedagogika va psixologiya”
kafedrasi katta o‘qituvchisi, falsafa fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)

<https://orcid.org/0000-0002-6161-1652>

Annotatsiya. Mazkur maqolada XVII-XVIII asrlarda G‘arbiy Yevropada inson, jamiyat va tabiatga bo‘lgan ilmiy munosabat shakllanishi natijasida normalar mantigining shakllanib borish tarixiy bosqichlari ko‘rib chiqildi. Bu davr faylasuflar





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

baholarni “yaxshi”, “yomon” yoki “befarq” bo‘lgan moduslarga bog‘lab, ular ijtimoiy tabiatini tahlil qilingan. Bundan tashqari XX asrning o‘rtalaridan boshlab deontik mantiqning alohida yo‘nalish sifatida shakllanish va normalar mantiq‘ining ilmiy asosda o‘rganilishi masalasi tahlil etildi. Maqolada olimlarning modal mulohazalar haqidagi qarashlarida zaruriylik, noimkoniylik va tasodifiylik mantiqiy kategoriya sifatida talqini qilinishi ko‘rib chiqildi. Bu o‘z navbatida normalarning mumkin, man qilingan va befarq turlarini aniqlashda mantiqiy asos bo‘lib xizmat qildi.

Kalit so‘zlar: Normalar nazariyasi, deontik mantiq, deontik nazariya tarixiy shakllanishi, propozitsional mantiq, deontik operatorlar, modallik, mantiqiy konstanta, utilitarizm, normalarni anglash.

Аннотация. В данной статье рассматриваются исторические этапы формирования логики норм в XVII–XVIII в.в. в Западной Европе. В статье рассматривается период философских логических взглядов связи оценок с такими логическими модусами «хорошо», «плохо» или «безразлично», а также анализировано их социальная природа. Кроме того, проанализирован вопрос формирования деонтической логики как отдельного направления с середины XX века и изучения логики норм на научной основе. В статье также рассматривается, понятия необходимость, возможность и случайность как логические категории в модальных рассуждениях.

Ключевые слова: Теория норм, деонтологическая логика, историческое формирование деонтологической теории, пропозициональная логика, деонтологические операторы, модальность, логическая константа, утилитаризм, понимание норм.

Normalar nazariyasi zamonaviy mantiqning muhim tarmog‘i bo‘lib, mantiq tizimining nisbatan yangi sohasi hisoblanadi. Unda ijtimoiy jarayonlarning xususan, huquqiy, axloqiy normativ munosabatlaridan kelib chiqib umumiy xulosalar, mantiqiy-





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

deontiq qonunlar tahlil qilinadi. Bundan tashqari, normalar nazariyasi shakllanish jarayonida normalarning o'ziga xos strukturasi, normativ mulohazalar va ularni tizimli ravishda paydo bo'ladigan ziddiyatlarni yechimini topish, normativ harakatni va normativ kontekstlarni tushunishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Biz deontik mantiq, normalar nazariyasining shakllanish jarayonlari va ularning semantik interpretatsiyalari haqidagi tadqiqodlariga e'tibor qaratar ekanmiz, ilk tadqiqotchilarning deontik mantiqning chinlik shartlariga urg'u berganini ko'rishimiz mumkin. Shuni aytish joizki, ularning izlanishlarida realizm va konseptualizm o'rtasidagi farqli tomonlar mohiyati kam o'rganilgan. Deontik mantiq bo'yicha olib borilgan tadqiqodlarda: deontik haqiqatni anglashda reallik tushunchasini kengatirish lozimligi; reallikka apelyatsiya etish yetarli emas, balki reallik bilan taqqoslab turib, mavjud voqeilikka e'tibor berish zarurligini ko'rsatib o'tilgan.

Ma'lumki, ijtimoiy qonun va qoidalar inson hayotida muhim ahamiyat kasb etar ekan, ijtimoiy jarayonlarda shaxsning normal faoliyati hamda jamiyat rivoji uchun hissasini qo'shadi. Aytish kerakki, ushbu qoidalar tizimi inson hayotiga kirib borib, ularsiz jamiyatning barqarorlashib borishini tasavvur qilib bo'lmaydi. Shunday ekan, jamiyatda axloqiy, huquqiy va boshqa aktlar o'rtasidagi munosabatlarni mantiqiy o'rgansh normalar nazariyasining shakllanishi uchun zamin yaratdi. Bu esa o'z navbatida nafaqat mantiqshunoslar, balki sotsiolog, huquqshunos, axloqshunos olimlarning diqqat markazida bo'lib kelmoqda.

XVI-XVII asrlarga kelib inson fazilatlari normalar bilan tenglashtirilishga harakatlar bo'shlangan. Bu holatni biz Frensis Bekon ilmiy ishlarida kuzatishimiz mumkin.





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

U haqiqatda mavjud bo‘lgan tushunchalar (normalar) ijtimoiy baholarga bog‘liq, reallikka mos bolmasligi mumkinligini ta’kidlaydi.¹

Inson rivojlanishi – bu ichki va tashqi, boshqaruvchi va boshqarilmaydigan faktorlar asosida shaxsiy normativ tushunchalarini shakllanishi bilan bog‘liq. Ushbu shakllanish jarayoni aniq bir ijtimoiy muhit, unga ta’sir qiluvchi insonlar fikri mulohazalariga zaruriyat tug‘diradi.²

Deontik mantiq (qad. Yunon tilidan deon burch, va mantiq; normativ mantiq) normativ mulohazalarning munosabatlarini va mantiqiy strukturasini o‘rganadigan modal mantiqning bo‘limi hisoblanadi.

Deontik nazariya tarixiy shakllanishini uch asosiy bosqichga ajratish mumkin:

1. Asosiy mantiqiy tushunchalar shakllanishidan to ilk deontik mantiqning izlanishiga qadar bo‘lgan davr. (Qadimgi Yunonistondan 1951 yilgacha)
2. Ilk deontik mantiqning izlanishdan deontik tizimlar shakllanganiga qadar bo‘lgan davr. (1951-1990 y.y.)
3. Multimodal va nomonotal normalar mantig‘ining rivojlanishidan to deontik mantiqning shakllanishiga qadar bo‘lgan davr. (1990 y.-bugunga qadar).

Normalar mantig‘i o‘zining tarixiy ildizlari bilan Qadimgi Yunoniston faylasufi Arastu ijodi bilan bo‘g‘lash mumkin. Arastu falsafiy, ijtimoiy qarashlarida qoida, burch, qonun kabi kategoriyalar bilan bo‘g‘liq masalalar yoritilgan.

Arastuning fikriga ko‘ra: “Inson biron bir narsasiz yashashni tasavvur qilmasligi “zaruriy” (αναγκαιου) jarayon hisoblanadi. Masalan, nafas olish va ozuqa xayvonot olami uchun zaruriy. Insoniyat olamida ham ezgulik xukmron bo‘lishi uchun turli

¹ Saydazimov K. BAHOLASH VA NORMALAR MANTIG ‘IDA AXLOQIY QADRIYATLAR //Scientific journal of the Fergana State University. – 2023. – №. 1. – С. 43-43.

² Лисанюк Е. Н. Развитие представлений о нормах в деонтической логике // Вестник Новосибирское государственного университета. Серия Философия. Том 8 (2010).Выпуск 1. С. 148.





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

zaruriy sabablar mavjudir. Masalan kasallikdan aziyat chekmaslik uchun dori-darmonlarni iste'mol qilish shart deb belgilangan (zaruriyat)."³ – deb fikr bildiradi.

Deontik nazariyaga bog'liq Arastuning falsafiy, axloqiy qarashlarini "Nikomax etikasi", "Axloqi kabir", "Metafizika" va "Evdem etikasi" asarlarida ko'rishimiz mumkin. Masalan, Arastu "Metafizika" asarida "Inson xatti-harakatlarini regulativ boshqarish uchun amaliy tafakur o'rni muhim, uning asosiy vazifasi ijtimoiy munosabatlarni bir maromda, muvozanatda ushlab turishdan iborat"⁴ – deb aytadi.

Arastu fikricha inson axloqiy faoliyati va axloqiy jasoratlari to'g'risidagi masalalar, jumladan, axloq kategoriyalarini yoritishga to'xtalib, insonning barcha faoliyatini qamrab oladigan umumiy, falsafiy, mantiqiy mushohadalarga asoslanishini eslatib o'tadi.⁵ Biz bu fikrlarga qoshilgan holda, jamiyat boshqaruvida normalarning yaratilishi va uning samaradorligi inson tafakkuri, ratsional yondashuviga korrelatsion bo'g'liq ekanligini va normalar jamiyat shakllanishida ilk ustivor faktor sifatida namoyon bo'lib, ayniqsa axloqiy tizimda aks etishini tasdiqlaymiz.

Normalarning mantiqiy xarakteristikasini bilishda, axloqda baho va normalarning o'zaro munosabati va ularning o'rnini topish kabi savollarni aniqlash zarur. Normalarda foydalaniladigan va uni asoslaydigan axloqiy mulohazalar mantiqiy qonunlarga bo'ysuadigan bilimga tayanadi. Bu esa o'z navbatida axloqiy qadriyatlarning ob'ekti va o'rganish metodlari haqida tasavvurlarni oydinlashtiradi, ularni normalar orqali tizimlashtirishga yordam beradi.⁶

³ Kuyliyev B. T. RESEARCH OF STATE AND SOCIETY CATEGORIES IN THE FIELD OF SOCIAL SCIENCES //ДИСТАНЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ДОСТИЖЕНИЯ НАУКИ. – 2020. – Т. 144..

⁴ Tulkunovich S. K. BAHOLASH VA NORMALAR MANTIG 'IDA HUQUQIY QADRIYATLAR //Философия и право. – 2023. – Т. 25. – №. 2. – С. 194-198.

⁵ Saydazimov K. T. The Role of Communicative Modal Categories in the Expression of Logical Value //TJE- Tematics journal of Education ISSN. – 2021. – С. 2249-9822.

⁶ КУЙЛИЕВ Б. Т. ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНВЕРГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛИТИЧЕСКОГО МАНИПУЛИРОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ИНТЕРНЕТЕ //Научный журнал. – 2021. – С. 20211783.





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Rossiyalik olimi Y.N.Lisanyuk fikriga ko'ra "Nikomax etikasi"da Arastu amaliy sillogizmlar to'g'risida bayon qilgan va xulosa chiqarishda inson ijtimoiy oqibatlarni o'ylagan holda, inson manfaati va tajribasi tarozusiga qo'yib ish ko'radi degan fikrni bildiradi.⁷

O'rta asrlar mantiqshunos olimlari Robert Xolkot, Albert Saksonskiy va Rodjer Roset aletik modal hukmlar bilan deontik modalliklar o'rtasidagi analogiyasini shartli majburiyatlarsiz amalga oshmasligini ko'rsatib o'tadi.

G.Leybnis o'zining "Tabiiy huquq nazariyasi" asarida modal mantiqning barcha qoida va tamoyillari huquqiy modalliklarga o'tkazalishini va huquqiy normalar tamoyillariga mos ravishda ishlatilishini eslatib o'tadi.

Leybnis deontik mantiqning asosiy modalliklari "majburiy, shart bo'lgan", "ta'qiqlangan", "ruxsat etilgan" va "befarq" kabi bazaviy operatorlari birinchilar qatorida kiritadi va bundan tashqari aletik va deontik modal mantiqning bir necha asosiy qonunlari va tamoyillarini kiritishga muvaffaq bo'ldi.

Leybnis buni uch bosqichda amalga oshiradi. Birinchidan, u sillogistika jarayonidan umumiy tushunchalar mantiq'i, tushunchalar algebrasi tamoyili orqali o'tkazadi. Ikkinchidan, konseptual mantiq qonunlarini modal mantiqning mulohazalari bilan birgalikda ifodalab berishga harakat qildirdi. Uchinchidan, semantik mulohazalar deontik mantiqning asosiy modalliklari "majburiy, shart bo'lgan", "ta'qiqlangan", "ruxsat etilgan" va "befarq" kabi bazaviy operatorlari aletik operatorlar "zarur", "mumkin" va "mumkin emas" kabi munosabatlari bilan mos bo'lishini ko'rsatib beradi.

A.Andersonning mantiqiy konstantalarida "sanksiya yoki "jazo" kabi operatorlardan foydalaniladi. Uning fikricha "ta'qiq" operatori harakatlarning zaruriyat bilan bajarilishi "sanksiya"ga olib kelishini ta'minlaydi.

⁷ Kuyliyev B. THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND AUTOMATION ON THE LABOR MARKET: THE LOSS OF OCCUPATIONS AND THE EVOLUTION OF NEW SKILLS //Europa Revue Journal. – 2026. – T. 6. – №. 6. – C. 320-327.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Ingliz faylasufi I.Bentam tomonidan “Deontologiya yoki axloqshunoslik to‘g‘risida” asarida axloq nazariyasini axloq haqidagi fan deb atab, burch va to‘g‘ri harakatlar uslubi haqidagi ta’limotni belgilash uchun kiritgan. U Deontologiya tushunchasini falsafiy ta’limot sifatida ham ishlab chiqdi. Uning asosiy falsafiy qarashlari fanda utilitarizm deb nom oldi. U utilitarizm (ya’ni foydalilik)dan ko‘ra “eng katta baxt tamoyili” deb yuritishni ma’qul ko‘rgan.

Irodalar mantig‘i asoschisi I.Bentam birinchilardan biri bo‘lib perspektiv va deskriptiv mulohazalarni ajrata bilishni kirib, iroda mantig‘i – deontik mantiqning boshlang‘ich jarayonlarini ya’ni, majburiy operatorlarga nisbatan tasdiqlovchi modal operatorlarni ustunligini belgilab beradi.

E.Malli “Majburiyat asoslari: iroda mantig‘ining elementlari” asarida normalar nazariyasini deontik mantig‘ini shakllatiradi. Malli o‘z mantiqiy tizimini ochib berishda normalarda implikasiya munosabatlarini to‘liq va aniq talqin etilmasligini tushuntiradi. Malli konkret shaxsning iroda va istaklarini ajratgan holda deontik tizimning tamoyillarini shakllantiradi.

Malli Dstit-operatorlariga nisbatan quyidagi tamoyilni ishlab chiqaradi:

$$N \neg adstit: T$$

Ushbu tamoyil yordamida agentning muayyan normalarini nisbiyligini shartli ravishda bekor qilinadigan xatti-harakatlar chizig‘ini ochib berishda imkon beradi. Mallining deontik nazariyasini keyinchalik propozitsional normalar mantig‘i deb yuritiladi.

Modal mantiqning normativ kontekst mulohazalarini tadqiq etadigan bo‘limiga 1951 yil “deontik mantiq” terminini Fin olimi G. fon Vrigt tomonidan taklif etiladi. Aynan 1951 yildan deontik mantiqning tarixiy shakllanishi hamda perspektiv



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

mulohazalar va aralash normativ kontekstlarni mantiqiy tahlilining tadqiqoti boshlanadi.⁸

Shaxsning huquqiy munosabatida jamiyatning huquqiy qoidalariga amal qilishi huquqiy bahoning shakllanishi uchun asos bo'ladi. Baholashning huquqiy ko'rinishlarini o'zaro tutashtirib turuvchi chorraha markazida insonning tarbiyaviyligi asos bo'lib turadi. Albatta, insonning turli voqea-hodisa, narsa va predmetlarga munosabati, baho berishi tildagi mavjud baholovchi birliklar vositasida yuzaga chiqadi. Inson o'z hayoti, faoliyati jarayonida o'zini o'rab turgan ob'ektiv borliq bilan tinimsiz munosabatda bo'lar ekan, u predmetlar, hodisalar, turli vaziyatlarni, boshqa sub'ektlar xatti-harakatlarini, shuningdek, o'z imkoniyatlarini, harakatlari natijalarini baholab boradi. Mazkur holat sub'ektning sub'ektga bo'lgan munosabatida bahoning so'zlovchi psixikasi va ongiga ta'sir o'tkazuvchi vosita ekanligini ham ko'rsatadi.

G.fon Vrigt deontik mantiqning ikki tarixiy boshlang'ich yo'nalishini bo'g'lashga harakat qildi. Ya'ni, Leybnis va Bentam agentga bog'liq normativ mantiqiy operatorlarni ko'rsatib, mantiqiy yo'nalishlar ichida normalar mantig'ini ajratishga urindi.

Vrigt tadqiqotlarining o'ziga xos jihat shundaki, normalarni anglash, tushunish jihatlari o'rganadi. Ya'ni, har qanday normalar bilish va baholashga asoslanishini, normalarni baholash mulohazalari doirasini kengaytirishini alohida ta'kidlab o'tadi. Vrigt falsafiy normalarning predmeti bo'lgan tushunishni psixologik holat natijasi emas, balki hissiy semantik jarayonlar natijasi deb ta'riflaydi.

Vrigt deontik mantiqning tegishli minima, standart va klassik absolyut tizimlarini kengaytirish maqsadida propozitsional mantiqning aksioma va qoidalaridan foydalanadi. Ushbu tizimlar yordamida deontik nazariyasini sitaksik xususiyatlarini perspektiv mulohazalarni aletik tizimlar ichida analogiyasini ishlab chiqarishga harakat

⁸ А.И.Мигунова, И.Б.Микиртумова, Б.И.Федорова. Логика.2013.Проспект. 332 С.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

qildi. Ushbu tizimlardagi deontik hususiyati shundaki, “shart”, va “ruxsat” operatorlarning quyidagi:

$$p \rightarrow Op, P\vee p, Oq\wedge p, q$$

Ifoda o‘rniga:

$$O(p \rightarrow q), P(q\vee p), Oq\wedge Op$$

Kabi formula absolyut tizimning formulasiga aylanadi. Bunda propozitsional mantiq bazasida shakllangan normalar nazariyasi Vrigt nazariyasi deb nom oladi. Bu esa Vrigt uchun didaktik normativ tushunchalarni ishlab chiqishga turtki bo‘ldi. Bunda majburiylik va ruxsatlilik shartli holat yoki xatti-harakat orqali ifodalandi. Umuman olganda F.Vrigt tomonidan A.Prayor paradoksi va R.Chizxolm paradoksiga javobi sifatida nisbiy deontik mantiq yoki normalar nazariyasinnng shakllanishiga olib keldi.

Keyinchalik 1950-1960 yillarda normalar nazariyasiga N.Resher, Ye.Stenius, Ye.Lemmon, A.Prayor, R.Chizxolm, Ya.Volenskiy, K.Kastenada, U.Kuayn kabi mantiqshunoslarning katta qiziqishi uyg‘onadi. Ular oldida turgan dolzarb masala shundan iborat ediki, ular deontik operatorlarning hususiyatlarni tadqiq qilib, olingan tizimlardaga semantik asoslarini ko‘rib chiqishga urindilar. Buning natijasida absolyut normativ tushunchalarda formal hususiyatlarining simantikasi paradoks holatlari keltirib chiqdi.

1973 yillarda A.Ivin tomonidan Vrigt tizimiga yaqin normalar nazariyasini tashkil qiluvchi absolyut va mutloq deontik tizimlarni shakllantirdi. Anderson deontik modalliklariga izoh berib, o‘zining multimodal normalar nazariyasini taklif etdi. O‘tgan asrning 60-70 yillarida “semantik burulish” tufayli ko‘pgina normalar nazariyasi bilan shug‘ullanuvchi mantiqshunoslar deontik operatorlarning sintaktik hususiyatlarini ochib berdilar. S.Denilson va B.Xansson afzalliklar tamoyili asosida nisbiy deontik mantiq shakllantirishini taklif etdilar.





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

1971 y. Ya.Xintikka epistemik normalar nazariyasida epistemik modalliklardan foydalanishni taklif etadi. Bunda “qabul qilmoqlik”, (“shubxasizlik, aniq ishonch”, “sodda ishonchlilik”), “shubxa”, “bilmoq” kabi modal operatorlaridan foydalanadi. Bunda ularning normativ mulohazalarning obyektiv xarakteristikasini ifodalab berishga urindi.

1978 y. V.N.Kostyuk absolyut deontik hisobning ehtimollik normalarni variatini taklif etadi. Bunda I.Kant, Kripke va Xintikki g‘oyalarini birlashtirib, “majburiylik va tamoyillar” g‘oyasi bilan aletik modalliklarni aks ettiruvchi qonun- qoidalarni ifodalab beradi. Bundan tashqari deontik propozitsional tizim uchun analitik jadvalni va deontik nazariyada qo‘llaniladigan predikatlarni shakllantiradi.

Hozirgi kunda normalar nazariyasi amaliy masalalarga qaratilgan bo‘lib, bunda Ye.N.Lisanyuk normativ kodeks va maxsus normativ tushunchalarni ifodalab berdi. Anderson-kagner klassik normalar nazariyasining tizimlari hozirgi kunda aletik-deontik, temporal-deontik va pragma-deontik mantiqning shakllanishiga olib keldi. Bundan tashqari multiagent deontik mantiq, harakatlar deontik mantig‘i, ba’zi monotonlikni chegaralash deontik mantig‘i va o‘yinlardagi deontiq mantiq yo‘nalishlarini shakllantirib borishiga turtki berdi. G.Prakken va J.Pollok tomonidan normativ kontekstlarda argumentatsiyaning modellashtirilishi va tahlilning formal metodikalari ishlab chiqilmoqda.

Sunniy intellekt yo‘nalishi doirasida ham turli dasturlari shakllanib kelmoqda. Bu esa multimodal, deontik nazariyalarining amaliy maqsadlarda qo‘llanilishi yordamida axloqiy ayniqsa, huquqiy normalar bazasida to‘g‘ri qaror qabul qilishni ta’minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Saydazimov K. BAHOLASH VA NORMALAR MANTIG ‘IDA AXLOQIY QADRIYATLAR //Scientific journal of the Fergana State University. – 2023. – №. 1. – C. 43-43.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

2. Лисанюк Е. Н. Развитие представлений о нормах в деонтической логике // Вестник Новосибирское государственного университета. Серия Философия. Том 8 (2010).Выпуск 1. С. 148.
3. Kuyliyev B. T. RESEARCH OF STATE AND SOCIETY CATEGORIES IN THE FIELD OF SOCIAL SCIENCES //ДИСТАНЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ДОСТИЖЕНИЯ НАУКИ. – 2020. – Т. 144.
4. Tulkunovich S. K. BAHOLASH VA NORMALAR MANTIG ‘IDA HUQUQIY QADRIYATLAR //Философия и право. – 2023. – Т. 25. – №. 2. – С. 194-198.
5. Saydazimov K. T. The Role of Communicative Modal Categories in the Expression of Logical Value //TJE-Tematics journal of Education ISSN. – 2021. – С. 2249-9822.
6. КУЙЛИЕВ Б. Т. ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНВЕРГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛИТИЧЕСКОГО МАНИПУЛИРОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ИНТЕРНЕТЕ //Научный журнал. – 2021. – С. 20211783.
7. Kuyliyev B. THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND AUTOMATION ON THE LABOR MARKET: THE LOSS OF OCCUPATIONS AND THE EVOLUTION OF NEW SKILLS //Europa Revue Journal. – 2026. – Т. 6. – №. 6. – С. 320-327.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

DESIGN OF AN INTELLIGENT INDUSTRIAL ENERGY MANAGEMENT SYSTEM BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND INTERNET OF THINGS

Berdiyev Usmon Tolib o'g'li

Yangiyer Branch of the Tashkent Institute of Chemical Technology

ORCID: 0009-0009-7320-4219 E-mail: usmonberdiyev5@gmail.com

Abstract

Industrial electricity tariffs in most jurisdictions combine a consumption charge with a demand charge levied on the highest metered load within a billing period, yet the peak-shaving strategies commonly deployed to manage this second charge are almost universally reactive: a threshold is set on total facility demand, and flexible loads are shed once that threshold is crossed, without reference to which loads can be curtailed at least production cost or to how demand is likely to evolve over the remainder of the billing period. This study proposes Predictive Load-Shaping and Equipment Coordination (PLSEC), a framework in which a probabilistic short-horizon demand forecast is generated from historical consumption, production-schedule, and weather data, and a model-predictive-control dispatch layer uses this forecast to pre-emptively and selectively adjust the operation of flexible industrial loads — compressed-air banks, chillers, and batch thermal processes — so that the facility's realized demand trajectory approaches its billing-period peak only when doing so is unavoidable given production commitments, rather than being shed reactively after a fixed threshold is breached. The framework was evaluated on a representative multi-process industrial facility through comparative modeling of three regimes: a fixed-schedule baseline, existing threshold-based reactive peak shaving, and the proposed PLSEC system. The proposed system reduced monthly peak demand by 28%, cut equipment cycling nearly in half relative to the reactive approach, and lowered total monthly electricity cost by 19% relative to



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

baseline, with a five-year net present value more than double that of the standard reactive approach.

Keywords

industrial energy management; demand forecasting; model predictive control; peak shaving; Internet of Things; load coordination; demand charge optimization.

Аннотация

Промышленные тарифы на электроэнергию в большинстве юрисдикций сочетают плату за потребление с платой за максимальную мощность, фиксируемую в течение расчётного периода, однако стратегии сглаживания пиковых нагрузок, применяемые для управления этой второй составляющей платы, практически повсеместно являются реактивными: устанавливается пороговое значение общей нагрузки предприятия, и гибкие потребители отключаются при превышении этого порога без учёта того, какие нагрузки можно отключить с наименьшими производственными потерями или как будет развиваться спрос до конца расчётного периода. В настоящем исследовании предложена модель прогнозного формирования нагрузки и координации оборудования (Predictive Load-Shaping and Equipment Coordination, PLSEC), в которой на основе исторических данных о потреблении, производственном графике и погодных условиях формируется вероятностный краткосрочный прогноз спроса, а уровень диспетчеризации на основе модельно-прогнозирующего управления использует этот прогноз для упреждающей и избирательной корректировки работы гибких промышленных нагрузок — компрессорных установок, холодильных машин и периодических тепловых процессов, — с тем чтобы фактическая траектория спроса предприятия приближалась к пиковому значению расчётного периода только тогда, когда это неизбежно с учётом производственных обязательств. Модель апробирована на





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

типовом многопроцессном промышленном предприятии путём сравнительного моделирования трёх режимов. Предложенная система снизила месячный пиковый спрос на 28%, сократила число циклов включения-выключения оборудования почти вдвое по сравнению с реактивным подходом и снизила общие месячные затраты на электроэнергию на 19% по сравнению с базовым вариантом.

Ключевые слова: управление промышленной энергетикой; прогнозирование спроса; модельно-прогнозирующее управление; сглаживание пиковых нагрузок; интернет вещей; координация нагрузок; оптимизация платы за максимальную мощность.

Annotatsiya

Ko'pgina yurisdiksiyalarda sanoat elektr tariflari iste'mol uchun to'lovni hisob-kitob davri ichida qayd etilgan eng yuqori yuklama uchun to'lov bilan birlashtiradi, biroq ushbu ikkinchi to'lovni boshqarish uchun qo'llaniladigan pik yuklamani tekislash strategiyalari deyarli har doim reaktiv xususiyatga ega: korxonaning umumiy yuklamasi bo'yicha chegara qiymati o'rnatiladi va ushbu chegara buzilganda moslashuvchan iste'molchilar, qaysi yuklamalarni eng kam ishlab chiqarish yo'qotishi bilan o'chirish mumkinligini yoki hisob-kitob davri oxirigacha talab qanday rivojlanishini hisobga olmasdan o'chiriladi. Ushbu tadqiqotda Bashoratli Yuklamani Shakllantirish va Uskunalarni Muvofiqlashtirish (PLSEC) modeli taklif etiladi, unda tarixiy iste'mol, ishlab chiqarish jadvali va ob-havo ma'lumotlari asosida ehtimoliy qisqa muddatli talab bashorati shakllantiriladi, model-bashoratli boshqaruvga asoslangan dispetcherlik qatlami esa ushbu bashoratdan foydalanib, moslashuvchan sanoat yuklamalari — siqilgan havo qurilmalari, sovutish mashinalari va davriy issiqlik jarayonlari — ishini oldindan va tanlab tuzatadi, shunda korxonaning haqiqiy talab traektoriyasi hisob-kitob davrining eng yuqori qiymatiga faqat ishlab chiqarish majburiyatlarini hisobga olgan holda muqarrar bo'lgandagina yaqinlashadi. Model tipik ko'p jarayonli sanoat



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

korxonasida uch rejimni qiyosiy modellashtirish orqali sinovdan o'tkazildi. Taklif etilgan tizim oylik pik talabni 28% ga kamaytirdi, uskunalarning yoqish-o'chirish tsikllari sonini reaktiv yondashuvga nisbatan deyarli ikki baravar qisqartirdi va oylik umumiy elektr energiyasi xarajatlarini boshlang'ich holatga nisbatan 19% ga pasaytirdi.

Kalit so'zlar: sanoat energiyasini boshqarish; talabni bashorat qilish; model-bashoratli boshqaruv; pik yuklamani tekislash; narsalar interneti; yuklamalarni muvofiqlashtirish; maksimal quvvat to'lovini optimallashtirish.

1. Introduction and Objective

Industrial electricity bills in most tariff structures are driven jointly by energy consumed and by the single highest demand interval recorded during the billing period, and because the demand charge is assessed against a fifteen- or thirty-minute peak rather than an average, facilities frequently pay a substantial premium for load coincidences that occupy a small fraction of total operating time. The dominant industrial response, threshold-based reactive load shedding, addresses this by curtailing flexible equipment once instantaneous demand crosses a fixed limit, a strategy that reliably caps the peak but does so without any anticipation of how demand will evolve over the remainder of the period, frequently resulting in curtailment events that are either unnecessarily conservative — shedding load that a slightly later, more informed decision would not have required — or insufficiently early, arriving only after a coincidental load spike has already registered against the billing peak. The scientific problem this study addresses is the mismatch between the reactive, threshold-triggered nature of conventional peak-shaving control and the fundamentally anticipatory nature of the demand-charge optimization problem, in which the economically relevant peak is a period-long maximum rather than an instantaneous event. The objective is to design and evaluate the PLSEC framework, in which short-horizon demand forecasting is coupled to a model-predictive dispatch layer that selects which flexible loads to adjust and when, based on



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

forecast demand trajectory and each load's marginal production cost of curtailment, and to quantify the resulting technical and economic performance against both an unmanaged baseline and conventional threshold-based reactive control on a representative multi-process industrial facility. The novelty of the proposed contribution consists of three elements: (i) a probabilistic demand-forecasting model that conditions on production schedule and weather covariates in addition to historical load, allowing the forecast to anticipate demand increases driven by planned production events rather than only by weather-correlated base load; (ii) a model-predictive dispatch formulation that treats peak avoidance as a receding-horizon optimization over the full remaining billing period rather than an instantaneous threshold trigger, allowing the timing and selection of load adjustments to be chosen for minimum production disruption; and (iii) an explicit marginal-cost ranking of flexible loads, so that curtailment is allocated first to the load whose temporary reduction is least disruptive to production, rather than to whichever load happens to be governed by the triggered threshold rule.

2. Methodology and Analytical Setup

The framework was developed and validated in five stages on a representative multi-process industrial facility whose flexible loads include a compressed-air compressor bank, a chiller plant serving process cooling, and a batch thermal-treatment furnace, instrumented with sub-metering at each load and aggregated through an industrial IoT gateway. In the first stage, a probabilistic short-horizon demand forecasting model was developed, combining a gradient-boosted regression component conditioned on production-schedule and ambient-temperature covariates with a quantile-regression layer producing calibrated forecast intervals rather than a single point estimate, trained on twelve months of sub-metered facility data. In the second stage, the model-predictive dispatch problem was formulated over a receding horizon of



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

length H (set to the remaining duration of the current billing period, re-solved at each control interval) as

$$\min \sum_{k=1}^H [p_{\text{energy}} \cdot E(k)] + p_{\text{demand}} \cdot \max_k [D(k)] + \sum_j \gamma_j \cdot \Delta u_j(k), \text{ subject to } D(k) = D_{\text{fixed}}(k) + \sum_j u_j(k), u_j \in U_j,$$

where $E(k)$ is forecast total energy consumption at interval k , $D(k)$ is total facility demand, $D_{\text{fixed}}(k)$ is the forecast demand from non-flexible loads, $u_j(k)$ is the controllable power adjustment of flexible load j within its feasible range U_j , p_{energy} and p_{demand} are the applicable consumption and demand tariff rates, and γ_j is a marginal-disruption cost penalizing adjustment of load j , calibrated from each process's documented tolerance for temporary output reduction; the optimization is re-solved at each control interval as new forecast information arrives, so that the selected curtailment schedule is continuously revised rather than fixed at the start of the billing period. In the third stage, the marginal-disruption costs γ_j were calibrated through structured interviews with process engineers responsible for each flexible load, translating qualitative tolerance for temporary curtailment (compressed-air pressure sag, chiller temperature drift, furnace cycle delay) into a monetary penalty consistent with the facility's own production-cost accounting. In the fourth stage, the dispatch layer's recommended load adjustments were transmitted to each load's local controller through the IoT gateway, with a supervisory rule preventing any single load from being curtailed beyond a documented maximum duration regardless of the optimization's unconstrained recommendation, to guard against forecast error compounding into an operationally infeasible adjustment.

In the fifth stage, three control regimes were compared over a six-month period at the same facility: (a) the baseline, representing fixed equipment schedules with no demand-responsive adjustment; (b) the existing standard approach, representing



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

threshold-based reactive peak shaving already common in industrial practice; and (c) the proposed PLSEC framework.

3. Results and Discussion

The comparative technical and economic results across the three regimes are summarized in Table 1.

Parameter	Baseline Control Model (fixed schedule, no forecasting)	Existing Standard Approach (threshold-based peak shaving)	Proposed Integrated Approach (PLSEC framework)
Day-ahead demand forecast error (MAPE), %	—	—	4.6
Monthly peak demand, kW	1,860	1,620	1,340
Load factor (average/peak demand), %	58.1	64.7	76.3
Reactive curtailment events, per month	—	31	9
Equipment start/stop cycles, per day (compressor bank)	14	26	11
Monthly demand charge, USD	27,900	24,300	20,100
Monthly energy (consumption) cost, USD	68,400	64,900	57,750
Total monthly electricity cost, USD	96,300	89,200	77,850



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Initial investment (IoT metering, forecasting, MPC platform), USD	—	46,000	112,000
Simple payback period, months	—	6.5	6.1
Net Present Value over 50 years, USD ($r = 14\%$)	—	246,700	608,400

Table 1. Comparative technical and economic performance of the three control regimes.

The reduction in monthly peak demand, from 1,620 kW under reactive threshold control to 1,340 kW under PLSEC, follows from the receding-horizon formulation's ability to distribute curtailment across the billing period rather than concentrating it at the moment a fixed threshold is crossed: because the dispatch layer forecasts the likely trajectory of demand over the remainder of the period, it can begin a modest, low-disruption adjustment to the lowest-marginal-cost flexible load well before demand approaches its eventual peak, avoiding the larger, more disruptive curtailment that the reactive system must apply once its threshold is already breached. This mechanism is corroborated by the reduction in compressor-bank cycling, from 26 starts per day under reactive control to 11 under PLSEC — fewer than even the unmanaged baseline's 14 — indicating that the marginal-cost-ranked dispatch is not simply shifting the reactive system's curtailment earlier but is genuinely selecting a smoother adjustment trajectory informed by the forecast, which incidentally reduces mechanical wear associated with frequent start-stop cycling, a secondary benefit not captured in the headline cost figures. Economically, total monthly electricity cost fell from 96,300 USD under baseline to 77,850 USD under PLSEC, a reduction distributed roughly evenly between the demand-charge and energy-consumption components; the latter arises because the forecast-



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

informed dispatch also shifts a portion of chiller pre-cooling and batch-furnace scheduling toward lower-tariff periods where production constraints permit, an opportunity that reactive threshold control, which only acts upon breach, cannot exploit. Despite requiring approximately 2.4 times the capital investment of the reactive system, PLSEC achieves a marginally shorter payback period (6.1 versus 6.5 months) and a five-year net present value nearly two and a half times larger, confirming that the additional forecasting and optimization infrastructure is being recovered primarily through the combined demand-charge and off-peak energy-shifting savings rather than through demand-charge reduction alone.

4. Conclusion

This study demonstrates that the economic performance of industrial energy management depends substantially on whether load-management decisions are made reactively, after a demand threshold has already been breached, or anticipatorily, informed by a forecast of how demand will evolve over the remainder of the billing period. The proposed PLSEC framework, combining probabilistic short-horizon demand forecasting with a receding-horizon, marginal-cost-ranked dispatch of flexible industrial loads, reduced monthly peak demand by 28%, nearly halved equipment cycling relative to conventional reactive control, and lowered total monthly electricity cost by 19% relative to an unmanaged baseline, with a five-year net present value more than double that of the standard reactive approach. The practical significance of this work is that industrial facilities pursuing demand-charge reduction should treat forecasting accuracy and marginal-disruption-cost calibration as core engineering deliverables rather than peripheral inputs to an otherwise threshold-based control scheme, since it is precisely the anticipatory, cost-ranked allocation of curtailment — not the mere presence of automated control — that produces the bulk of the measured savings. Future work should extend the forecasting model to incorporate real-time



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

electricity market price signals where the facility operates under dynamic or time-of-use tariffs beyond the fixed demand-charge structure examined here, evaluate the framework's robustness under forecast-model degradation as production processes change over time, and validate the dispatch layer's marginal-disruption cost calibration against a longer operating record capturing a wider range of production scenarios.

References

- [1] R. Deng, Z. Yang, M.-Y. Chow, and J. Chen, "A Survey on Demand Response in Smart Grids: Mathematical Models and Approaches," *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 11, no. 3, pp. 570-582, Jun. 2015.
- [2] J. B. Rawlings, D. Q. Mayne, and M. M. Diehl, *Model Predictive Control: Theory, Computation, and Design*, 2nd ed., Madison, WI, USA: Nob Hill Publishing, 2017.
- [3] P. Palensky and D. Dietrich, "Demand Side Management: Demand Response, Intelligent Energy Systems, and Smart Loads," *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 7, no. 3, pp. 381-388, Aug. 2011.
- [4] T. Hong and S. Fan, "Probabilistic Electric Load Forecasting: A Tutorial Review," *International Journal of Forecasting*, vol. 32, no. 3, pp. 914-938, Jul. 2016.
- [5] U.S. Department of Energy, *Industrial Demand Response: Barriers and Opportunities*, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, Washington, DC, USA, 2021.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

DEVELOPMENT OF AUTONOMOUS INDUSTRIAL INSPECTION ROBOTS USING COMPUTER VISION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Berdiyev Usmon Tolib o'g'li

Yangiyer Branch of the Tashkent Institute of Chemical Technology

ORCID: 0009-0009-7320-4219 E-mail: usmonberdiyev5@gmail.com

Abstract

Autonomous inspection robots deployed in industrial facilities have so far relied predominantly on a single sensing modality, typically RGB computer vision, traversing a fixed, pre-programmed route regardless of the actual likelihood that any given asset harbors a developing defect. This design choice constrains both detection reliability, since single-modality vision struggles to distinguish genuine surface degradation from benign visual clutter such as dust, glare, or paint discoloration, and inspection efficiency, since a fixed route allocates equal attention to low-risk and high-risk assets alike. This study proposes Multi-Modal Fusion Autonomous Inspection (MMFAI), an architecture in which a LiDAR-based simultaneous localization and mapping module provides the navigation backbone, RGB, long-wave thermal, and structure-borne acoustic sensing streams are combined through a Bayesian belief-fusion layer that cross-validates candidate defect signatures across modalities before an alert is raised, and an information-theoretic next-best-view planner sequences inspection stops according to expected information gain rather than a fixed patrol route, prioritizing assets whose condition estimate carries the greatest uncertainty or the greatest consequence of failure. The framework was evaluated on a representative petrochemical processing unit through comparative field trials against manual human inspection and an existing single-modality RGB inspection robot operating a fixed route. The proposed system raised defect-detection recall to 94.2% and precision to 91.6%, extended mean early-detection



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

lead time for corrosion and thermal-hotspot onset from 9.6 to 27.3 days, and reduced human exposure time in hazardous zones by 93% relative to manual inspection, with a seven-year net present value nearly three times that of the single-modality robot.

Keywords

autonomous inspection robot; computer vision; thermal imaging; LiDAR; sensor fusion; industrial safety; predictive asset monitoring.

Аннотация

Автономные инспекционные роботы, применяемые на промышленных объектах, до настоящего времени преимущественно опирались на единственную сенсорную модальность, как правило, RGB-камеру машинного зрения, перемещаясь по фиксированному, заранее запрограммированному маршруту независимо от фактической вероятности развития дефекта на конкретном объекте контроля. Такой подход ограничивает как надёжность обнаружения, поскольку монохромное машинное зрение с трудом отличает подлинную деградацию поверхности от безобидных визуальных помех — пыли, бликов или изменения цвета краски, — так и эффективность инспекции, поскольку фиксированный маршрут уделяет равное внимание объектам как с низким, так и с высоким риском. В настоящем исследовании предложена архитектура мультимодального слитного автономного инспектирования (Multi-Modal Fusion Autonomous Inspection, MMFAI), в которой модуль одновременной локализации и построения карты на основе LiDAR обеспечивает основу навигации, потоки данных RGB, длинноволнового теплового и структурно-акустического зондирования объединяются посредством байесовского слоя слияния убеждений, перекрёстно проверяющего признаки потенциального дефекта по нескольким модальностям до формирования оповещения, а планировщик следующего наилучшего ракурса на основе теории информации определяет последовательность точек инспекции





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

по ожидаемому приросту информации, а не по фиксированному маршруту обхода. Модель апробирована на типовой технологической установке нефтехимического производства путём сравнительных полевых испытаний. Предложенная система повысила полноту обнаружения дефектов до 94,2%, а точность — до 91,6%, увеличила среднее время раннего обнаружения коррозии и тепловых аномалий с 9,6 до 27,3 суток и снизила время пребывания персонала в опасных зонах на 93% по сравнению с ручной инспекцией.

Ключевые слова: автономный инспекционный робот; машинное зрение; тепловизионная съёмка; LiDAR; слияние сенсорных данных; промышленная безопасность; прогнозный мониторинг активов.

Annotatsiya

Sanoat ob'ektlarida qo'llaniladigan avtonom inspeksiya robotlari hozirgacha asosan bitta sensor modalligiga, odatda RGB kompyuter ko'rishiga tayangan holda, aniq nazorat qilinayotgan ob'ektda rivojlanayotgan nuqson mavjudligining haqiqiy ehtimolidan qat'i nazar, qat'iy, oldindan dasturlashtirilgan marshrut bo'ylab harakatlanadi. Bunday yondashuv ham aniqlash ishonchliligini cheklaydi, chunki bitta modallikdagi ko'rish haqiqiy sirt degradatsiyasini chang, yaltirash yoki bo'yoq rangining o'zgarishi kabi zararsiz vizual shovqindan farqlashda qiynaladi, ham inspeksiya samaradorligini cheklaydi, chunki qat'iy marshrut past va yuqori xavfli ob'ektlarga teng e'tibor beradi. Ushbu tadqiqotda Ko'p Modallikni Birlashtiruvchi Avtonom Inspeksiya (MMFAI) arxitekturasini taklif etiladi, unda LiDAR asosidagi bir vaqtning o'zida lokalizatsiya va xarita tuzish moduli navigatsiya asosini ta'minlaydi, RGB, uzun to'lqinli termal va struktura orqali uzatiladigan akustik zondlash oqimlari ogohlantirish shakllantirilishidan oldin nomzod nuqson belgilarini bir necha modallik bo'yicha o'zaro tekshiruvchi Bayes e'tiqod birlashtirish qatlami orqali birlashtiriladi, keyingi eng yaxshi ko'rinish rejalashtiruvchisi esa inspeksiya nuqtalarini qat'iy patrul marshruti o'rniga kutilgan



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

ma'lumot ortishi bo'yicha tartibga soladi. Model tipik neftkimyo qayta ishlash bo'linmasida qiyosiy dala sinovlari orqali baholandi. Taklif etilgan tizim nuqsonlarni aniqlash to'liqligini 94,2% gacha, aniqligini esa 91,6% gacha oshirdi, korroziya va termal anomaliyalarni erta aniqlash o'rtacha muddatini 9,6 kundan 27,3 kungacha uzaytirdi va xodimlarning xavfli zonalaridagi bo'lish vaqtini qo'lda inspeksiya nisbatan 93% ga kamaytirdi.

Kalit so'zlar: avtonom inspeksiya roboti; kompyuter ko'rishi; termal tasvirlash; LiDAR; sensor ma'lumotlarini birlashtirish; sanoat xavfsizligi; aktivlarni bashoratli monitoring qilish.

1. Introduction and Objective

Periodic visual inspection of pressure vessels, piping, and rotating equipment remains one of the principal mechanisms by which industrial facilities detect developing corrosion, thermal anomalies, and structural degradation before they progress to failure, yet the practice carries an inherent tension between thoroughness and safety: comprehensive manual inspection of confined, elevated, or high-temperature assets exposes personnel to exactly the hazards the inspection program exists to prevent. The autonomous inspection robots that have emerged as a partial response to this tension have so far replicated the structure of manual inspection routes rather than rethinking the underlying inspection logic, typically carrying a single RGB camera along a fixed patrol path defined at commissioning and rarely revised in response to the facility's evolving risk profile. The scientific problem this study addresses is twofold: first, single-modality visual inspection lacks the discriminative power to reliably separate genuine degradation signatures from benign visual artifacts, producing a false-positive burden that erodes operator trust in automated alerts over time; second, fixed-route patrol scheduling allocates inspection attention uniformly across assets regardless of their differential risk or the informativeness of re-inspecting them, wasting sensing capacity



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

on low-value repeat observations. The objective of this study is to design and evaluate the MMFAI architecture, in which multi-modal sensor fusion improves detection discrimination and an information-theoretic path planner allocates inspection attention according to expected information gain, and to quantify the resulting technical and economic performance against both manual human inspection and an existing single-modality robotic approach on a representative petrochemical processing unit. The novelty of the proposed contribution rests on three elements: (i) a Bayesian belief-fusion layer that combines RGB, thermal, and structure-borne acoustic evidence at the level of a shared defect-hypothesis posterior rather than through independent per-modality alarms subsequently reconciled by a human operator, allowing modalities to corroborate or veto one another before an alert is generated; (ii) an information-theoretic next-best-view planner that treats inspection routing as a sequential decision problem under uncertainty, prioritizing assets by the expected reduction in condition-estimate entropy rather than by a fixed geographic sequence; and (iii) an explicit quantification of human hazardous-zone exposure time as an economic and safety metric alongside conventional detection performance, connecting the robot's technical design directly to occupational risk reduction.

2. Methodology and Analytical Setup

The framework was developed and field-tested in five stages on a representative petrochemical processing unit comprising pressurized piping runs, storage vessels, and rotating pump equipment, using a wheeled/tracked mobile platform equipped with a 3D LiDAR unit, a gimbal-stabilized RGB-thermal camera pair, and a contact-based structure-borne acoustic sensor deployed at designated docking points. In the first stage, the LiDAR-based simultaneous localization and mapping module was used to construct and continuously update a 3D occupancy map of the facility, providing the navigation backbone against which inspection waypoints and obstacle-avoidance trajectories are



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

planned, independent of the defect-detection sensing streams. In the second stage, a Bayesian belief-fusion model was formulated in which each sensing modality m produces a likelihood $\ell_m(\text{defect} \mid \text{observation})$ for a candidate defect hypothesis at a given asset location, and the fused posterior belief is computed as

$$P(\text{defect} \mid o_{\text{RGB}}, o_{\text{thermal}}, o_{\text{acoustic}}) \propto P(\text{defect}) \cdot \ell_{\text{RGB}}(o_{\text{RGB}}) \cdot \ell_{\text{thermal}}(o_{\text{thermal}}) \cdot \ell_{\text{acoustic}}(o_{\text{acoustic}}),$$

with an alert issued only once the fused posterior exceeds a calibrated confidence threshold, so that a strong single-modality signal contradicted by the other two modalities (for example, a thermal hotspot without any corroborating visual or acoustic anomaly, consistent with a benign process-temperature variation) is suppressed rather than immediately flagged. In the third stage, an information-theoretic next-best-view planner was implemented, in which each candidate inspection waypoint w is assigned an expected information gain

$$IG(w) = H[\text{belief}(w)] - E[H(\text{belief}(w) \mid \text{observation})],$$

representing the expected reduction in Shannon entropy of the asset's condition-belief distribution from re-inspecting it, weighted by a consequence-of-failure factor derived from the asset's process criticality classification; the planner selects the sequence of waypoints maximizing cumulative weighted information gain per unit travel time, re-planning after each completed inspection round as new evidence updates each asset's belief distribution. In the fourth stage, the fused defect-detection pipeline and path planner were integrated onto the mobile platform and deployed for a six-month field trial at the processing unit, operating alongside the facility's existing manual inspection program and a previously installed single-modality RGB robot operating a fixed patrol route, to allow direct comparison under identical operating conditions. In the fifth stage, detection outcomes from all three inspection regimes were reconciled against a ground-truth defect record established through scheduled non-destructive testing (ultrasonic



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

thickness gauging and confirmed thermal-camera overlays) conducted independently of the study, allowing recall, precision, and false-positive rate to be computed against a common reference standard.

3. Results and Discussion

The comparative technical and economic results across the three inspection regimes are summarized in Table 1.

Parameter	Baseline / Control Model (manual human inspection)	Existing Standard Approach (RGB-only robot, fixed route)	Proposed Integrated Approach (MMFAI framework)
Defect detection recall, %	71.4	79.8	94.2
Defect detection precision, %	—	68.3	91.6
False positive rate, %	—	24.1	7.4
Facility inspection coverage, % of monitored assets/cycle	62	84	97
Mean early-detection lead time (corrosion/hotspot onset), days	—	9.6	27.3
Inspection cycle time, hours/round	14.2	6.8	5.1
Human exposure time in hazardous zones, hours/month	46	11	3
Cost per inspection round, USD	2,140	1,380	980
Estimated avoided failure cost, USD/year	—	142,000	386,000



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Initial investment (robot platform, sensors, integration), USD	—	94,000	176,000
Simple payback period, months	—	9.7	6.4
Net Present Value over 7 years, USD ($r = 13\%$)	0	398,500	1,124,700

Table 1. Comparative technical and economic performance of the three inspection regimes.

The improvement in detection precision, from 68.3% under the single-modality robot to 91.6% under MMFAI, is attributable directly to the Bayesian fusion mechanism: manual review of the single-modality robot's false-positive log during the trial period showed that the majority of erroneous alerts stemmed from thermal or visual signatures that a corroborating acoustic or visual check would have readily dismissed, precisely the veto mechanism the fused posterior is designed to apply. This improvement in precision is economically significant beyond its immediate effect on alarm accuracy, because a high false-positive rate erodes operator trust and, over time, encourages exactly the reversion to manual verification of every flagged alert that automated inspection is intended to eliminate. The extension of mean early-detection lead time, from 9.6 to 27.3 days, follows from the information-theoretic planner's reallocation of inspection frequency toward higher-consequence assets: rather than revisiting every asset on an identical fixed interval, the planner increases sampling frequency at locations where the belief distribution's entropy is high or narrowing slowly, allowing incipient degradation at high-criticality assets to be caught earlier than a uniform patrol schedule would permit, at the cost of somewhat less frequent re-inspection of low-risk, low-consequence assets whose condition estimate is already confidently benign.

The reduction in human hazardous-zone exposure time, from 46 to 3 hours per month, is the most direct safety-relevant outcome and stems mechanically from the near-



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

complete displacement of routine manual walkthroughs; the residual exposure corresponds to confirmatory manual checks of the small subset of MMFAI-flagged anomalies for which maintenance personnel elect direct visual confirmation before scheduling an intervention, a supervisory practice retained deliberately during the trial period rather than eliminated. Economically, despite requiring nearly twice the initial investment of the single-modality robot, MMFAI achieves a substantially shorter payback period (6.4 versus 9.7 months) and nearly triple the seven-year net present value, driven primarily by the avoided-failure-cost line, which more than doubles relative to the single-modality system — a direct consequence of the extended early-detection lead time translating into interventions scheduled before, rather than after, a failure event.

4. Conclusion

This study demonstrates that the value of autonomous industrial inspection depends substantially on architectural choices that go beyond simply replacing a human inspector with a mobile sensor platform. The proposed MMFAI framework, combining LiDAR-based navigation, Bayesian multi-modal sensor fusion, and information-theoretic inspection-route planning, raised defect-detection precision from 68.3% to 91.6% relative to an existing single-modality robotic approach, nearly tripled early-detection lead time for corrosion and thermal anomalies, and reduced human exposure to hazardous zones by 93% relative to manual inspection, translating into a seven-year net present value nearly three times that of the single-modality alternative despite a higher initial investment.

The practical significance of this work is that the principal economic and safety returns from industrial inspection automation accrue not from sensor deployment per se, but from the fusion and planning architecture that determines how multi-modal evidence is corroborated and how inspection attention is allocated across assets of differing risk.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Future work should extend the belief-fusion model to incorporate additional modalities such as ultrasonic and gas-leak sensing, evaluate the framework's robustness across a broader range of industrial environments beyond the single petrochemical unit examined here, and investigate multi-robot coordination strategies for facilities whose scale exceeds the effective coverage radius of a single autonomous platform.

References

- [1] C. Cadena, L. Carlone, H. Carrillo, Y. Latif, D. Scaramuzza, J. Neira, I. Reid, and J. J. Leonard, "Past, Present, and Future of Simultaneous Localization and Mapping: Toward the Robust-Perception Age," *IEEE Transactions on Robotics*, vol. 32, no. 6, pp. 1309-1332, Dec. 2016.
- [2] N. Bore, R. Ambrus, P. Jensfelt, and J. Folkesson, "Efficient Retrieval of Arbitrary Objects from Long-Term Robot Observations," *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 91, pp. 139-150, May 2017.
- [3] T. Bandyopadhyay, C. Z. Quek, and R. Fitch, "Robotic Inspection of Industrial Assets: A Review of Recent Advances," *Journal of Field Robotics*, vol. 38, no. 4, pp. 611-636, Jun. 2021.
- [4] M. Bajcsy, R. Aloimonos, and J. K. Tsotsos, "Revisiting Active Perception," *Autonomous Robots*, vol. 42, no. 2, pp. 177-196, Feb. 2018.
- [5] H. Balta, J. Bedkowski, S. Govindaraj, K. Majek, P. Musialik, D. Serrano, K. Alexis, R. Siegwart, and G. De Cubber, "Integrated Data Management for a Fleet of Search-and-Rescue Robots," *Journal of Field Robotics*, vol. 34, no. 3, pp. 539-582, Apr. 2017.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

AN ENERGY-INDEPENDENT INTELLIGENT SYSTEM FOR MONITORING ENVIRONMENTAL PARAMETERS

Lyudmila Petrovna Varlamova

Professor, Doctor of Technical Sciences Department of Computational Mathematics
and Information Systems National University of Uzbekistan

Mohira Muzaffar qizi Rahimova

Master's Student, Information Systems Program National University of Uzbekistan

Behzod Kamoladdin O'g'li Sultonmurodov

Student, Applied Mathematics Program National University of Uzbekistan

Abstract

This article examines the development of an energy-independent intelligent system for the continuous monitoring of environmental parameters. The system is capable of measuring and analyzing temperature, relative air humidity, atmospheric pressure, harmful gas concentrations, aerosols, PM2.5 and PM10 particles, and soil moisture in real time. The device is based on IoT technologies, microprocessor control, web technologies, and artificial intelligence algorithms. The power supply is organized using solar panels, ensuring the system operates independently of the external power grid. The analytical module based on artificial intelligence allows for the processing, storage, and visualization of data obtained from sensors, as well as the assessment of the environmental situation.

Keywords

environmental monitoring, IoT, artificial intelligence, solar panel, smart monitoring system, PM2.5, PM10, soil moisture, environmental monitoring, web platform.

**ATROF-MUHIT PARAMETRLARINI MONITORING QILISHNING
ENERGIYAGA BOG'LIQ BO'LMAGAN INTELLEKTUAL TIZIMI**





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Varlamova Lyudmila Petrovna

O`zMU Hisoblash matematikasi va axborot tizimlari kafedrası t.f.d professori

Rahimova Mohira Muzaffar qizi

O`zMU Axborot tizimlari mutaxassisligi magistranti

Sultonmurodov Behzod Kamoladdin o`g`li

O`zMU Amaliy matematika yo`nalishi talabasi

Annotatsiya. Mazkur maqolada atrof-muhit parametrlarini uzluksiz monitoring qilish uchun energiyaga bog`liq bo`lmagan intellektual tizimni ishlab chiqish masalalari ko`rib chiqilgan. Tizim harorat, havoning nisbiy namligi, atmosfera bosimi, zararli gazlar konsentratsiyasi, aerozollar, PM2.5 va PM10 zarrachalari hamda tuproq namligini real vaqt rejimida o`lchash va tahlil qilish imkoniyatiga ega. Qurilma IoT texnologiyalari, mikroprotessorli boshqaruv, veb-texnologiyalar va sun`iy intellekt algoritmlari asosida ishlab chiqilgan. Elektr ta`minoti quyosh panellari yordamida tashkil etilgan bo`lib, tizimning tashqi elektr tarmog`idan mustaqil ishlashini ta`minlaydi. Sun`iy intellekt asosidagi tahliliy modul sensorlardan olingan ma`lumotlarni qayta ishlash, saqlash, vizuallashtirish hamda ekologik holatni baholash imkoniyatini yaratadi.

**Kalit so`zlar:** atrof-muhit monitoringi, IoT, sun`iy intellekt, quyosh paneli, aqlli monitoring tizimi, PM2.5, PM10, tuproq namligi, ekologik monitoring, veb-platforma.

KIRISH

So`nggi yillarda dunyo miqyosida ekologik muammolarning keskinlashuvi, sanoatlashtirish va urbanizatsiya jarayonlarining jadallashuvi, transport vositalari sonining ortishi hamda iqlim o`zgarishi atrof-muhit holatini muntazam nazorat qilish zaruratini yanada kuchaytirmoqda [3-4, 18]. Atmosfera havosining ifloslanishi, zararli gazlar va mayda dispers zarrachalar (PM2.5 va PM10) konsentratsiyasining ortishi,



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

tuproq namligining o'zgarishi hamda meteorologik ko'rsatkichlarning beqarorlashuvi inson salomatligi, qishloq xo'jaligi, sanoat va tabiiy ekotizimlarga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda [3-6]. Shu sababli ekologik holatni real vaqt rejimida kuzatish, tahlil qilish va tezkor boshqaruv qarorlarini qabul qilish imkonini beruvchi zamonaviy monitoring tizimlarini yaratish dolzarb ilmiy va amaliy masalalardan biri hisoblanadi.

An'anaviy ekologik monitoring stansiyalari yuqori aniqlikdagi o'lchovlarni ta'minlasa-da, ularni o'rnatish va ekspluatatsiya qilish katta moliyaviy xarajatlarni talab qiladi [6]. Bundan tashqari, bunday stansiyalar odatda markazlashgan elektr ta'minotiga bog'liq bo'lib, chekka hududlar, tog'li mintaqalar, qishloq xo'jaligi yerlari va elektr tarmoqlari mavjud bo'lmagan joylarda ulardan foydalanish imkoniyatlarini cheklaydi [5, 18]. Natijada ekologik ma'lumotlarni uzluksiz yig'ish va tahlil qilish jarayonida qator muammolar yuzaga keladi.

Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, IoT (Internet of Things) konsepsiyasi, mikroprotessorli boshqaruv tizimlari, simsiz aloqa texnologiyalari hamda bulutli hisoblash platformalarining jadal rivojlanishi ekologik monitoring tizimlarini yangi bosqichga olib chiqmoqda. Zamonaviy sensorlar yordamida harorat, havoning nisbiy namligi, atmosfera bosimi, havodagi zararli gazlar, aerozol zarrachalari (PM2.5 va PM10), shuningdek, tuproq namligi kabi muhim parametrlarni uzluksiz o'lchash, ularni masofadan turib serverga uzatish va real vaqt rejimida vizuallashtirish imkoniyati yaratildi [6, 14–17]. Bu esa ekologik vaziyatni tezkor baholash hamda uzoq muddatli kuzatuvlar asosida ilmiy tahlillarni amalga oshirishga xizmat qiladi.

Shu bilan birga, monitoring tizimlarining samaradorligi nafaqat ma'lumotlarni yig'ish, balki ularni chuqur tahlil qilish imkoniyatlariga ham bog'liq. So'nggi yillarda sun'iy intellekt va mashinaviy o'qitish algoritmlarining ekologik monitoring sohasida qo'llanilishi sensorlardan olingan katta hajmdagi ma'lumotlarni avtomatik qayta ishlash, anomal holatlarni aniqlash, ekologik xavflarni oldindan prognoz qilish hamda





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

qaror qabul qilish jarayonini qo'llab-quvvatlash imkonini bermoqda. Intellektual tahlil usullaridan foydalanish monitoring tizimlarining aniqligi va ishonchliligini sezilarli darajada oshiradi.

Bundan tashqari, qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan, xususan, quyosh panellaridan foydalanish ekologik monitoring tizimlarini tashqi elektr ta'minotidan mustaqil holda ishlashini ta'minlaydi [5]. Energiya tejovchi apparat vositalari va optimal boshqaruv algoritmlari bilan uyg'unlashgan bunday yechimlar uzoq muddatli avtonom monitoringni amalga oshirish, ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish hamda tizimning ishonchliligini oshirish imkonini beradi.

Mazkur tadqiqotda quyosh panellari asosida energiya bilan ta'minlanadigan, IoT texnologiyalari, zamonaviy sensorlar, veb-texnologiyalar va sun'iy intellekt algoritmlarini o'zida mujassamlashtirgan atrof-muhit parametrlarini monitoring qilishning energiyaga bog'liq bo'lmagan intellektual tizimi taklif etilgan. Ishlab chiqilgan tizim harorat, havoning nisbiy namligi, atmosfera bosimi, zararli gazlar, PM2.5 va PM10 zarrachalari hamda tuproq namligini real vaqt rejimida monitoring qilish, olingan ma'lumotlarni serverda saqlash, veb-platforma orqali vizuallashtirish va sun'iy intellekt yordamida tahlil qilish imkoniyatiga ega. Taklif etilgan yechim ekologik monitoringning aniqligi, uzluksizligi va energiya samaradorligini oshirish bilan birga, aqlli shahar (Smart City), aqlli qishloq xo'jaligi (Smart Agriculture) va ekologik nazorat tizimlarida keng qo'llanish istiqboliga ega [1, 2, 19].

ASOSIY QISM

•Atrof-muhit monitoringining zamonaviy holati va mavjud yechimlar

So'nggi o'n yilliklarda ekologik monitoring tizimlari atrof-muhitning fizik, kimyoviy va biologik holatini baholashning asosiy vositalaridan biriga aylandi. Atmosfera havosining ifloslanishi, iqlim o'zgarishi, sanoat chiqindilari va urbanizatsiya



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

jarayonlarining jadallashuvi ekologik ko'rsatkichlarni uzluksiz kuzatish zaruratini yanada kuchaytirdi. Ayniqsa, havoda mayda dispers zarrachalar (PM2.5 va PM10), karbonat angidrid (CO₂), uglerod oksidi (CO), metan (CH₄), azot oksidlari (NO_x), oltingugurt dioksidi (SO₂) va boshqa zararli gazlar miqdorini nazorat qilish inson salomatligini muhofaza qilish hamda ekologik xavfsizlikni ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi [3, 6, 19].

Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (WHO) ma'lumotlariga ko'ra, atmosfera havosining ifloslanishi har yili dunyo bo'yicha millionlab insonlarning bevaqt vafot etishiga sabab bo'lmoqda. Ayniqsa, PM2.5 zarrachalari o'zining diametri 2,5 mkm dan kichik bo'lganligi sababli inson nafas yo'llari orqali o'pkaga, undan esa qon aylanish tizimiga kirib borishi mumkin. Shu sababli PM2.5 ko'rsatkichi ekologik monitoring tizimlarida asosiy nazorat parametrlaridan biri hisoblanadi.

Bugungi kunda ekologik monitoring sohasida AQShning **Environmental Protection Agency (EPA)**, Yevropa Ittifoqining **Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS)**, **World Meteorological Organization (WMO)** va boshqa xalqaro tashkilotlar tomonidan zamonaviy monitoring stansiyalari keng qo'llanilmoqda. Ushbu tizimlar yuqori aniqlikdagi laboratoriya darajasidagi uskunalardan foydalanadi, biroq ularning narxi yuqori bo'lib, ekspluatatsiya xarajatlari ham katta mablag' talab qiladi.

So'nggi yillarda IoT (Internet of Things) texnologiyasining rivojlanishi natijasida ekologik monitoring tizimlari sezilarli darajada takomillashdi [7–10]. IoT konsepsiyasi sensorlardan olingan ma'lumotlarni internet orqali masofaviy serverlarga uzatish, ularni bulutli platformalarda saqlash hamda real vaqt rejimida tahlil qilish imkonini yaratmoqda. Bunday tizimlarda ESP32, ESP8266, STM32 va Arduino platformalaridan foydalanish keng tarqalgan bo'lib, ular energiya tejamkorligi, arzonligi va dasturlashning qulayligi bilan ajralib turadi.





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Ilmiy adabiyotlarda ekologik monitoring uchun turli xil sensorlardan foydalanish tavsiya etilgan. Jumladan, **Bosch BME280** sensori harorat, atmosfera bosimi va nisbiy namlikni bir vaqtning o'zida o'lchash imkonini beradi. **Sensirion SPS30** yoki **Plantower PMS5003** sensorlari havodagi PM1.0, PM2.5 va PM10 zarrachalarining konsentratsiyasini aniqlaydi. MQ seriyali gaz sensorlari (MQ-2, MQ-5, MQ-7, MQ-135) esa turli xil zararli gazlarning mavjudligini aniqlash uchun qo'llaniladi. Tuproq namligini aniqlashda esa kapasitiv tuproq namligi sensorlari rezistiv sensorlarga nisbatan yuqori aniqlik va uzoq xizmat muddatiga ega ekanligi ilmiy tadqiqotlarda qayd etilgan.

Ekologik monitoring tizimlarining samaradorligini oshirishda qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish muhim yo'nalishlardan biri hisoblanadi. **Xalqaro energetika agentligi (IEA)** ma'lumotlariga ko'ra, quyosh energiyasidan foydalanish hajmi yil sayin ortib bormoqda va IoT qurilmalarini avtonom elektr energiyasi bilan ta'minlashda eng istiqbolli yechimlardan biri sifatida e'tirof etilmoqda. Quyosh panellari va litiy-ion akkumulyatorlar kombinatsiyasi monitoring tizimlarining uzoq muddat davomida tashqi elektr tarmoqlariga ulanmasdan ishlashini ta'minlaydi.

Shuningdek, sun'iy intellekt texnologiyalarining rivojlanishi ekologik monitoring tizimlariga yangi funksional imkoniyatlarni olib kirdi. An'anaviy monitoring tizimlari faqat ma'lumotlarni yig'ish va vizuallashtirish bilan cheklangan bo'lsa, zamonaviy intellektual tizimlar mashinaviy o'qitish algoritmlari yordamida ma'lumotlarni avtomatik tasniflash, anomal holatlarni aniqlash, ifloslanish darajasini baholash hamda qisqa va uzoq muddatli prognozlarni shakllantirish imkoniyatiga ega [11–13]. Xususan, Random Forest, Support Vector Machine (SVM), Artificial Neural Network (ANN), Long Short-Term Memory (LSTM) va XGBoost algoritmlaridan atmosfera ifloslanishini prognozlashda samarali foydalanilayotgani ilmiy tadqiqotlarda ko'rsatib o'tilgan.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Yuqoridagi tahlillar shuni ko'rsatadiki, ekologik monitoring tizimlarini takomillashtirishda energiya mustaqilligi, IoT texnologiyalari, bulutli hisoblash va sun'iy intellekt algoritmlarini yagona platformaga integratsiya qilish eng istiqbolli yo'nalish hisoblanadi. Shu sababli ushbu tadqiqotda quyosh panellari asosida ishlovchi, zamonaviy sensorlar majmuasi, simsiz aloqa vositalari, veb-platforma hamda sun'iy intellekt algoritmlarini o'zida mujassamlashtirgan energiyaga bog'liq bo'lmagan intellektual monitoring tizimi taklif etiladi.

• Taklif etilayotgan intellektual monitoring tizimining arxitekturası

Tadqiqot doirasida ishlab chiqilgan monitoring tizimi modulli arxitektura tamoyiliga asoslangan bo'lib, atrof-muhit parametrlarini uzluksiz kuzatish, olingan ma'lumotlarni simsiz aloqa kanallari orqali markaziy serverga uzatish, ularni sun'iy intellekt algoritmlari yordamida tahlil qilish hamda foydalanuvchilarga real vaqt rejimida taqdim etish imkoniyatini yaratadi [7–13]. Tizimning arxitekturası apparat va dasturiy ta'minotning o'zaro integratsiyasi asosida qurilgan bo'lib, har bir modul mustaqil vazifani bajaradi va yagona axborot almashish muhitida faoliyat yuritadi.

Taklif etilgan tizim quyidagi asosiy modullardan tashkil topgan:

- sensorlar majmuasi;
- mikroprotessorli boshqaruv moduli;
- simsiz aloqa moduli;
- avtonom energiya ta'minoti moduli;
- server va ma'lumotlar bazasi;
- veb-platforma;
- sun'iy intellekt asosidagi tahliliy modul.

Tizimning ishlash algoritmi quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi:

1. Sensorlar tashqi muhit parametrlarini o'lchaydi.

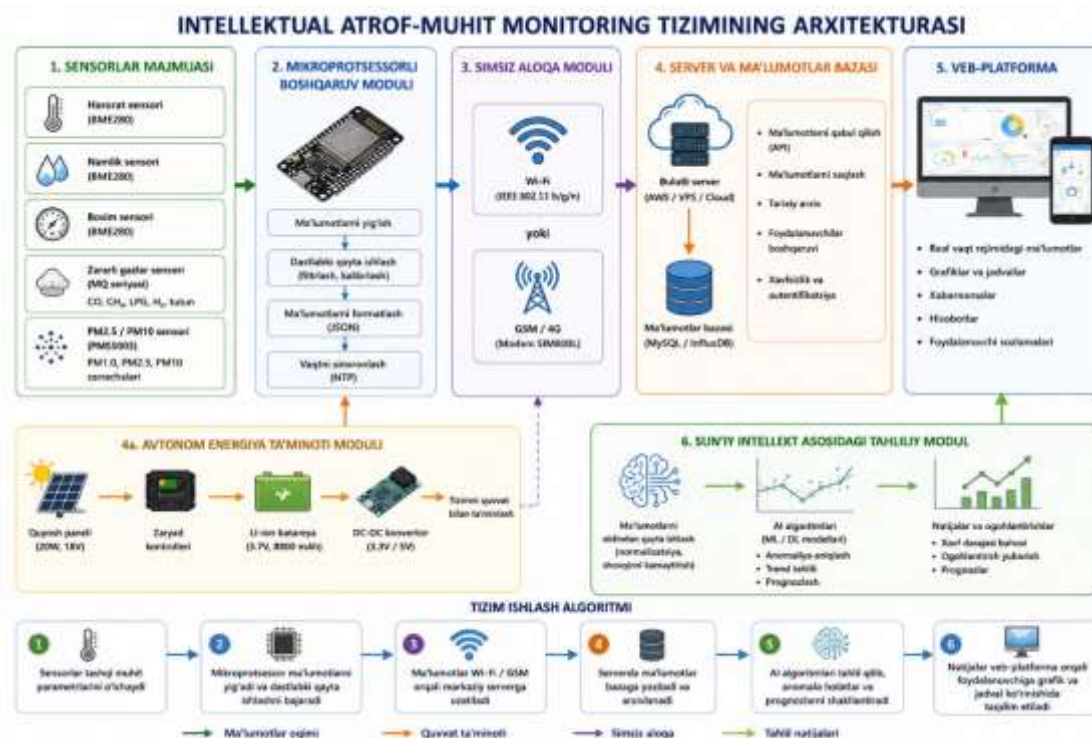


JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

2. Mikroprotessor sensorlardan kelgan ma'lumotlarni yig'adi va dastlabki qayta ishlashni amalga oshiradi.
3. Ma'lumotlar Wi-Fi yoki GSM aloqa moduli orqali markaziy serverga uzatiladi.
4. Serverda ma'lumotlar bazasiga yoziladi va tarixiy arxiv shakllantiriladi.
5. Sun'iy intellekt algoritmlari ma'lumotlarni tahlil qilib, anomal holatlar va prognozlarni shakllantiradi.
6. Natijalar veb-platforma orqali foydalanuvchiga grafik va jadval ko'rinishida taqdim etiladi.

Mazkur arxitektura monitoring jarayonining uzluksizligini, ma'lumotlarning ishonchli saqlanishini hamda tizimning kelgusida yangi funksiyalar bilan kengaytirilishini ta'minlaydi [5, 7–13].



1-rasm. Atrof-muhit parametrlarini monitoring qilishning intellektual tizimi arxitekturas



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

•Sensorlar majmuasi va o'lchash parametrlari

Atrof-muhit holatini to'liq baholash uchun monitoring tizimida turli turdagi raqamli va analog sensorlardan foydalanildi. Sensorlarni tanlashda ularning aniqligi, energiya sarfi, ishlash diapazoni va tashqi muhit sharoitlariga mosligi asosiy mezon sifatida qabul qilindi.

1) *Harorat va namlik monitoringi*

Harorat va havoning nisbiy namligi mikroiklimning asosiy ko'rsatkichlari hisoblanadi. Ushbu parametrlar inson salomatligi, qishloq xo'jaligi va sanoat jarayonlariga bevosita ta'sir ko'rsatadi [3, 4].

Monitoring tizimida BME280 (yoki DHT22, agar siz shundan foydalangan bo'lsangiz) sensori qo'llanildi. Mazkur sensor yuqori aniqlik bilan quyidagi parametrlarni o'lchaydi:

- ✓ harorat;
- ✓ havoning nisbiy namligi;
- ✓ atmosfera bosimi.

Sensorning afzalliklari quyidagilardan iborat:

- ✓ kam energiya sarfi;
- ✓ yuqori aniqlik;
- ✓ raqamli interfeys;
- ✓ uzoq muddat barqaror ishlashi.

Olingan ma'lumotlar har bir belgilangan vaqt oralig'ida mikroprotsessorga uzatiladi.

2) *Atmosfera bosimini monitoring qilish*

Atmosfera bosimi ob-havo prognozini shakllantirish va mikroiklim o'zgarishlarini kuzatishda muhim ko'rsatkichlardan biri hisoblanadi [4, 18].



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Bosimning keskin o'zgarishi quyidagi jarayonlarga ta'sir ko'rsatadi:

- ✓ yog'ingarchilik ehtimoli;
- ✓ shamol tezligi;
- ✓ havo massalarining almashinuvi;
- ✓ namlikning o'zgarishi.

Monitoring tizimida atmosfera bosimi doimiy ravishda kuzatilib, tarixiy ma'lumotlar bazasida saqlanadi. Keyinchalik ushbu ma'lumotlar sun'iy intellekt algoritmlari yordamida ob-havo tendensiyalarini prognozlashda foydalaniladi.

3) *Havodagi zararli gazlarni monitoring qilish*

Atmosfera havosining sifati ekologik xavfsizlikni baholashda eng muhim omillardan biridir [3, 6]. Shu sababli monitoring tizimiga MQ seriyali gaz sensorlari integratsiya qilindi.

Ular quyidagi gazlarni aniqlash imkonini beradi:

- ✓ metan (CH_4);
- ✓ propan;
- ✓ butan;
- ✓ uglerod oksidi (CO);
- ✓ vodorod;
- ✓ tutun va yonuvchi gazlar.

Sensorlar gaz konsentratsiyasi ortgan holatlarda foydalanuvchini avtomatik ravishda ogohlantirish imkoniyatiga ega.

Gaz konsentratsiyasining o'zgarishi sun'iy intellekt algoritmlari yordamida tahlil qilinadi va xavfli holatlar prognoz qilinadi.

4) *PM2.5 va PM10 zarrachalarini monitoring qilish*

Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti ma'lumotlariga ko'ra, PM2.5 zarrachalari inson salomatligi uchun eng xavfli atmosfera ifloslantiruvchilaridan biri hisoblanadi. Diametri



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

2,5 mkm dan kichik bo'lgan ushbu zarrachalar nafas olish tizimi orqali o'pkaga, undan esa qon aylanish tizimiga kirib borishi mumkin [7–10, 16].

Monitoring tizimida lazer asosida ishlovchi chang sensori qo'llanilib, u quyidagi ko'rsatkichlarni aniqlaydi:

- ✓ PM1.0;
- ✓ PM2.5;
- ✓ PM10.

Sensor yordamida olingan ma'lumotlar real vaqt rejimida serverga uzatiladi hamda grafik ko'rinishda aks ettiriladi.

Shuningdek, sun'iy intellekt algoritmlari PM2.5 konsentratsiyasining ortish tendensiyasini aniqlab, foydalanuvchini oldindan ogohlantirish imkoniyatiga ega.

•IoT va ma'lumotlarni uzatish texnologiyasi

Internet of Things (IoT) texnologiyasi zamonaviy monitoring tizimlarining asosiy tarkibiy qismlaridan biri bo'lib, fizik qurilmalar, sensorlar va serverlarni yagona axborot tarmog'iga birlashtirish imkonini beradi. Ushbu texnologiya yordamida atrof-muhit parametrlarini real vaqt rejimida yig'ish, uzatish, saqlash va tahlil qilish mumkin. Natijada monitoring jarayoni avtomatlashtiriladi, inson omili kamayadi hamda ekologik holatni masofadan turib kuzatish imkoniyati yaratiladi.

Taklif etilgan monitoring tizimida IoT texnologiyasi barcha modullarni yagona axborot almashish muhitiga birlashtiradi. Sensorlardan olingan ma'lumotlar mikroprotssessor tomonidan yig'ilib, dastlabki qayta ishlanadi va standart formatga keltiriladi. Shundan so'ng ular simsiz aloqa texnologiyalari orqali markaziy serverga uzatiladi. Serverda ma'lumotlar bazasiga saqlanib, sun'iy intellekt algoritmlari yordamida tahlil qilinadi hamda veb-platforma orqali foydalanuvchilarga grafik va jadval ko'rinishida taqdim etiladi.





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Monitoring tizimining apparat qismi energiya tejankor mikroprotsessor asosida qurilgan. Amaliyotda IoT qurilmalarida ESP32, ESP8266 va STM32 kabi platformalardan keng foydalaniladi. Mazkur tadqiqotda ESP32 mikroprotsessori tanlangan bo'lib, u Wi-Fi modulining ichki integratsiyasi, kam energiya sarfi va yuqori ishlash unumdorligi bilan ajralib turadi. Mikroprotsessor sensorlardan kelayotgan ma'lumotlarni yig'ish, qayta ishlash va serverga uzatish vazifalarini bajaradi.

Ma'lumotlarni uzatishda Wi-Fi yoki GSM/4G aloqa texnologiyalaridan foydalanish mumkin. Wi-Fi internet tarmog'i mavjud hududlarda yuqori tezlikda ma'lumot uzatishni ta'minlasa, GSM modullari (SIM800L, SIM7600) mobil aloqa tarmoqlari orqali uzoq va infratuzilmasi rivojlanmagan hududlarda monitoringni tashkil etish imkonini beradi. Bu esa tizimning turli geografik sharoitlarda ishlashini ta'minlaydi.

Sensorlardan olingan ma'lumotlar JSON formatida shakllantirilib, HTTP/HTTPS yoki MQTT protokollari orqali serverga uzatiladi [7, 9]. JSON formati ixchamligi va platformalararo mosligi sababli IoT tizimlarida keng qo'llaniladi, MQTT esa kam energiya sarfi va past trafik bilan ishlashi tufayli monitoring qurilmalari uchun samarali protokol hisoblanadi.

Markaziy server monitoring tizimining asosiy boshqaruv qismi bo'lib, kelayotgan ma'lumotlarni qabul qiladi, ma'lumotlar bazasiga saqlaydi va keyingi tahlillar uchun arxivlaydi. Ma'lumotlarni saqlashda MySQL yoki InfluxDB ma'lumotlar bazalaridan foydalanish mumkin. To'plangan tarixiy ma'lumotlar ekologik ko'rsatkichlarning o'zgarish dinamikasini tahlil qilish, statistik hisobotlarni shakllantirish va prognozlash algoritmlarini ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega.

Ma'lumotlarning xavfsizligini ta'minlash maqsadida server bilan aloqa shifrlangan HTTPS protokoli orqali amalga oshiriladi, foydalanuvchilar autentifikatsiyadan o'tkaziladi va ma'lumotlar bazasining zaxira nusxalari muntazam yaratiladi. Bu tizimning ishonchliligi va uzluksiz ishlashini ta'minlaydi.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

Shunday qilib, IoT texnologiyalarining qo'llanilishi monitoring tizimining funksional imkoniyatlarini kengaytirib, atrof-muhit parametrlarini real vaqt rejimida kuzatish, ma'lumotlarni masofadan uzatish va markazlashgan holda tahlil qilish imkonini beradi [7–13]. Mazkur yechim energiyaga bog'liq bo'lmagan intellektual monitoring tizimining samaradorligi, ishonchliligi va amaliy qo'llanilish doirasini sezilarli darajada oshiradi.

XULOSA

Mazkur tadqiqotda atrof-muhit parametrlarini monitoring qilishning energiyaga bog'liq bo'lmagan intellektual tizimi ishlab chiqildi va uning ishlash tamoyillari ilmiy jihatdan asoslandi. Taklif etilgan tizim zamonaviy IoT texnologiyalari, mikroprotessorli boshqaruv, simsiz aloqa vositalari, veb-platforma hamda sun'iy intellekt algoritmlarini yagona kompleksga integratsiyalash orqali ekologik monitoringni real vaqt rejimida amalga oshirish imkonini beradi.

Tizim yordamida harorat, havoning nisbiy namligi, atmosfera bosimi, havodagi zararli gazlar, shuningdek PM2.5 va PM10 zarrachalari uzluksiz nazorat qilinadi. Sensorlardan olingan ma'lumotlar simsiz aloqa kanallari orqali markaziy serverga uzatiladi, ma'lumotlar bazasida saqlanadi va sun'iy intellekt algoritmlari yordamida tahlil qilinadi. Natijalar foydalanuvchilarga veb-platforma orqali grafik va jadval ko'rinishida taqdim etilib, ekologik holatni masofadan turib kuzatish imkoniyati yaratiladi.

Eksperimental sinovlar ishlab chiqilgan tizimning barqaror va ishonchli ishlashini tasdiqladi. Sensorlardan olingan ma'lumotlarning serverga uzatilishi uzluksiz amalga oshirildi, real vaqt rejimida monitoring ta'minlandi hamda sun'iy intellekt algoritmlari ekologik parametrlarning o'zgarish tendensiyalarini aniqlash va anomal holatlarni o'z vaqtida qayd etishda samarali natijalarni ko'rsatdi. Quyosh paneli asosidagi avtonom





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

energiya ta'minoti esa monitoring stansiyasining tashqi elektr tarmog'iga bog'liq bo'lmagan holda uzoq muddat ishlashini ta'minladi.

Taklif etilgan tizimning asosiy afzalliklari sifatida energiya samaradorligi, modulli arxitektura, real vaqt rejimida monitoringni tashkil etish, ma'lumotlarni markazlashtirilgan holda saqlash, sun'iy intellekt asosida tahlil qilish va masofadan boshqarish imkoniyatlarini alohida ta'kidlash mumkin. Ushbu xususiyatlar tizimni ekologik monitoring, meteorologik kuzatuvlar, aqlli shahar (Smart City), sanoat korxonalarida ekologik nazorat hamda ta'lim va ilmiy tadqiqot muassasalarida qo'llash uchun istiqbolli yechim sifatida tavsiflaydi.

Kelgusidagi tadqiqotlarda monitoring tizimini qo'shimcha ekologik sensorlar bilan kengaytirish, mashinaviy o'qitish va chuqur o'rganish (Deep Learning) algoritmlarini qo'llash orqali prognozlash aniqligini oshirish, shuningdek, mobil ilovalar va bulutli platformalar bilan integratsiyalash rejalashtirilgan. Bu esa atrof-muhit monitoringining samaradorligini yanada oshirish, ekologik xavflarni erta aniqlash va tezkor boshqaruv qarorlarini qabul qilish imkoniyatlarini kengaytiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi PF-6079-son Farmoni "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida". – Toshkent, 2020.
2. Mirziyoyev Sh. M. Yangi O'zbekiston strategiyasi. – Toshkent: O'zbekiston, 2021. – 464 b.
3. World Health Organization. WHO Global Air Quality Guidelines: Particulate Matter (PM_{2.5} and PM₁₀), Ozone, Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide and Carbon Monoxide. – Geneva: World Health Organization, 2021. – 273 p.
4. World Meteorological Organization. State of the Global Climate 2024. – Geneva: WMO, 2025. – 56 p.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

5. International Energy Agency. Renewables 2024: Analysis and Forecast to 2030. – Paris: IEA, 2024. – 238 p.
6. United States Environmental Protection Agency. Air Sensor Guidebook. 2nd ed. – Washington, DC: U.S. EPA, 2022. – 96 p.
7. Al-Fuqaha A., Guizani M., Mohammadi M., Aledhari M., Ayyash M. Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications // IEEE Communications Surveys & Tutorials. – 2015. – Vol. 17, No. 4. – P. 2347–2376.
8. Gubbi J., Buyya R., Marusic S., Palaniswami M. Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions // Future Generation Computer Systems. – 2013. – Vol. 29, No. 7. – P. 1645–1660.
9. Li S., Xu L. D., Zhao S. The Internet of Things: A Survey // Information Systems Frontiers. – 2015. – Vol. 17, No. 2. – P. 243–259.
10. Ray P. P. A Survey on Internet of Things Architectures // Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences. – 2018. – Vol. 30, No. 3. – P. 291–319.
11. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th ed. – Hoboken: Pearson, 2021. – 1136 p.
12. Варламова Л.П., Рахимова М.М. Интеграция IoT-технологий в системе управления микроклиматом на основе математического моделирования // Образование и наука в XXI веке. — 2025. — Вып. 66-1, т. 1. — ст. 368–377.
13. Bishop C. M. Pattern Recognition and Machine Learning. – New York: Springer, 2006. – 738 p.
14. Bosch Sensortec GmbH. BME280 Combined Humidity and Pressure Sensor. Datasheet. – Bosch Sensortec, 2022. – 55 p.
15. Espressif Systems. ESP32 Series Datasheet. Version 5.0. – Shanghai: Espressif Systems, 2023. – 76 p.





JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

16. Plantower Co., Ltd. PMS5003 Series Data Manual. – Beijing: Plantower, 2023. – 10 p.
17. Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co., Ltd. MQ-135 Gas Sensor Manual. – Zhengzhou: Winsen Electronics, 2021. – 6 p.
18. Copernicus Atmosphere Monitoring Service. European Air Quality Forecasts and Atmospheric Monitoring Reports. – Reading: European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), 2024.
19. ISO 37120:2018. Sustainable Cities and Communities — Indicators for City Services and Quality of Life. – Geneva: International Organization for Standardization, 2018.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

TABLE OF CONTENTS | СОДЕРЖАНИЕ

1.	ASSESSMENT AND MANAGEMENT OF ACCIDENT RISKS IN RESERVOIRS AND DAMS Boboqulov Ozodbek	3-11
2.	EFFECTIVENESS OF USING UNMANNED AERIAL VEHICLES IN RESCUE OPERATIONS Boboqulov Ozodbek	12-20
3.	EARLY PREDICTION OF FLOODS AND MUDFLOWS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE Boboqulov Ozodbek	21-29
4.	MODELING FIRE SPREAD IN MULTI-STORY BUILDINGS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND OPTIMIZING EVACUATION STRATEGIES Boboqulov Ozodbek	30-40
5.	PROSPECTS FOR THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN EMERGENCY RISK MANAGEMENT Boboqulov Ozodbek	41-50
6.	OPTIMIZATION OF EVACUATION ROUTES BASED ON CFD MODELING OF SMOKE SPREAD DURING FIRES Boboqulov Ozodbek	51-59
7.	THE ROLE OF INTELLIGENT SYSTEMS IN LOGISTICS Mardanova Odina	60-65
8.	EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN LOGISTICS PROCESS MANAGEMENT Mardanova Odina	66-73
9.	REMOTE WORK AND SOCIAL EXCLUSION: A NEW PROBLEM IN THE DIGITAL ECONOMY B. Kuyliyev	74-82
10.	THE ROLE OF ETHNOPEDAGOGY IN EDUCATING STUDENTS AND YOUTH IN THE SPIRIT OF PATRIOTISM	83-88



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-7, 2026

	Y. Ulasheva	
11.	STAGES OF FORMING DEONTIC LOGIC K. Saydazimov	89-99
12.	DESIGN OF AN INTELLIGENT INDUSTRIAL ENERGY MANAGEMENT SYSTEM BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND INTERNET OF THINGS Berdiyev Usmon	100-109
13.	DEVELOPMENT OF AUTONOMOUS INDUSTRIAL INSPECTION ROBOTS USING COMPUTER VISION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE Berdiyev Usmon	110-119
14.	AN ENERGY-INDEPENDENT INTELLIGENT SYSTEM FOR MONITORING ENVIRONMENTAL PARAMETERS Lyudmila Varlamova, Mohira Rahimova, Behzod Sultonmurodov	120-135

