

XAVFLI YUKLARNI TRANSPORTDA TASHISHDA XAVFSIZLIKNI TAHLIL QILISHDA SUN'YI INTELEKTNING O'RNI

Muradov Sirojiddin Husan o'g'li

Qarshi davlat texnika universiteti, assistent

sirojiddinmuradov0@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu tadqiqot xavfli yuklarni transportda tashishda xavfsizlikni ta'minlash masalalarini chuqur o'rganadi. Xavfli yuklar — bu tashish, saqlash yoki foydalanish jarayonida inson salomatligi, atrof-muhit va moddiy boyliklarga jiddiy xavf tug'dirishi mumkin bo'lgan moddalar va buyumlardir. Tadqiqotda BMTning "Xavfli yuklarni tashish bo'yicha model qoidalari", ADR (Yevropa bo'yicha xavfli yuklarni avtomobil transportida tashish to'g'risidagi kelishuv) va boshqa milliy normativ-huquqiy hujjatlar tahlil qilinadi.

Xavfli yuklarni tashish jarayonida asosiy xavf omillari quyidagilardan iborat: transport vositalarining texnik nosozliklari, haydovchining insoniy omili, yo'l-transport sharoitlari, yukning noto'g'ri joylashtirilishi va tashqi omillar (tabiiy ofatlar, sabotaj, terrorchilik). Ushbu omillar avariya xavfini sezilarli darajada oshiradi, bu esa moddiy zarar, ekologik ifloslanish va inson hayoti uchun tahdidlarni keltirib chiqaradi.

Tadqiqot shuni ko'rsatadiki, an'anaviy xavfsizlik choralari ko'proq inson omiliga tayaniladi, bu esa avariyalarni to'liq oldini olish imkonini bermaydi. Shu nuqtai nazardan, sun'iy intellekt (SI) va IoT texnologiyalarini joriy etish xavfsizlik darajasini sezilarli oshirishga xizmat qiladi. SI algoritmlari transport vositalarining texnik holatini real vaqt rejimida nazorat qilish, haydovchining charchoq yoki stress darajasini aniqlash, xavfli marshrutlarni avtomatik ravishda aniqlash va bartaraf etish, yuk konteynerlarining parametrlarini monitoring qilish va favqulodda vaziyatlarda tezkor qaror qabul qilish imkonini beradi.

Shuningdek, tadqiqotda sistemali yondashuv nazariyasi, risklarni boshqarish nazariyasi, sun'iy intellekt nazariyasi va kiberfizik tizimlar konsepsiyasi asosiy metodologik poydevor sifatida ko'rib chiqiladi. Sistemali yondashuv transport tizimini yagona butun sifatida talqin etib, barcha elementlar o'rtasidagi uzviy hamkorlik orqali xavfsizlikni oshirishni ta'kidlaydi. Risklarni boshqarish nazariyasi xavflarni oldindan prognozlash va ularni boshqarishning ilmiy asoslangan metodlarini beradi. Sun'iy intellekt va kiberfizik tizimlar esa transport xavfsizligini real vaqt rejimida monitoring qilish, prognozlash va avariya holatlarga tezkor javob berishda yangi paradigma sifatida xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, SI va IoT texnologiyalarining joriy etilishi nafaqat xavfsizlikni oshiradi, balki iqtisodiy samaradorlikni ham ta'minlaydi: avariya

va favqulodda vaziyatlarning oldini olish moddiy zararlarni kamaytiradi, tashish jarayonining ishonchliligini oshiradi va ekologik xavfsizlikni mustahkamlaydi. Shu sababli, kelgusida ushbu texnologiyalarni milliy va xalqaro transport tizimlariga integratsiya qilish dolzarb vazifa sifatida qaraladi.

Kalit soʻzlar: *xavfli yuklar, transport xavfsizligi, sunʼiy intellekt, risklarni boshqarish, avariya oldini olish, kiberfizik tizimlar, sistemali yondashuv.*

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В АНАЛИЗЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

Мурадов Сирожиддин Хусан угли

Каршинский государственный технический университет, ассистент

sirojiddinmuradov0@gmail.com

Аннотация: Данное исследование посвящено глубокому анализу вопросов обеспечения безопасности при перевозке опасных грузов. Опасные грузы – это вещества и изделия, которые в процессе перевозки, хранения или использования могут представлять серьёзную угрозу для здоровья человека, окружающей среды и материальных ценностей. В работе рассматриваются «Модельные правила ООН по перевозке опасных грузов», Европейское соглашение ADR, а также другие национальные нормативно-правовые документы.

Основные факторы риска при транспортировке включают: технические неисправности транспортных средств, человеческий фактор водителя, дорожные условия, неправильное размещение груза и внешние воздействия (стихийные бедствия, диверсии, терроризм). Эти факторы существенно повышают вероятность аварий, что влечёт за собой материальный ущерб, экологическое загрязнение и угрозу человеческой жизни.

Исследование показывает, что традиционные меры безопасности в значительной степени опираются на человеческий фактор, что не позволяет полностью предотвратить аварийные ситуации. В этой связи внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ) и Интернета вещей (IoT) становится эффективным инструментом повышения уровня безопасности. Алгоритмы ИИ позволяют в реальном времени контролировать техническое состояние транспорта, определять уровень усталости или стресса водителя, автоматически выявлять и избегать опасные маршруты, мониторить параметры контейнеров и принимать оперативные решения в чрезвычайных ситуациях.

Методологическую основу исследования составляют теория системного подхода, теория управления рисками, теория искусственного интеллекта и

концепция киберфизических систем. Полученные результаты показывают, что внедрение ИИ и IoT не только повышает уровень безопасности, но и способствует экономической эффективности: предотвращение аварий снижает материальный ущерб, повышает надёжность перевозок и укрепляет экологическую безопасность.

Ключевые слова: опасные грузы, транспортная безопасность, искусственный интеллект, управление рисками, предотвращение аварий, киберфизические системы, системный подход.

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SAFETY ANALYSIS OF HAZARDOUS MATERIALS TRANSPORTATION

Muradov Sirojiddin Xusan ugli

Karshi state technical university, assistant

sirojiddinmuradov0@gmail.com

Abstract: This research provides an in-depth analysis of safety assurance in the transportation of hazardous materials. Hazardous materials are substances and objects that, during transportation, storage, or use, may pose a serious threat to human health, the environment, and material assets. The study examines the UN “Model Regulations on the Transport of Dangerous Goods,” the ADR (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road), and other national regulatory frameworks.

Key risk factors in hazardous materials transportation include technical failures of vehicles, the human factor of drivers, road and traffic conditions, improper cargo placement, and external influences (natural disasters, sabotage, terrorism). These factors significantly increase the risk of accidents, leading to material damage, environmental pollution, and threats to human life.

The findings show that traditional safety measures heavily rely on human factors, which do not fully prevent accidents. In this context, the implementation of Artificial Intelligence (AI) and Internet of Things (IoT) technologies becomes a powerful tool for enhancing safety. AI algorithms can monitor vehicle technical conditions in real time, detect driver fatigue or stress, automatically identify and avoid hazardous routes, track container parameters, and support rapid decision-making in emergencies.

The methodological basis of the study is formed by systems approach theory, risk management theory, artificial intelligence theory, and the concept of cyber-physical systems. The results demonstrate that the integration of AI and IoT not only

improves safety but also enhances economic efficiency: preventing accidents reduces financial losses, increases the reliability of transport operations, and strengthens environmental safety.

Keywords: *dangerous goods, transport safety, artificial intelligence, risk management, accident prevention, cyber-physical systems, systems approach.*

KIRISH

Global iqtisodiy integratsiya jarayonlari va xalqaro savdo hajmining ortib borishi transport tizimining ahamiyatini yanada kuchaytirmoqda. Bugungi kunda xalqaro transport oqimida tashilayotgan yuklarning muayyan qismini xavfli yuklar tashkil etadi. Jahon amaliyotida xavfli yuklarga neft-gaz mahsulotlari, portlovchi va yonuvchan moddalar, kimyoviy reagentlar, radioaktiv materiallar hamda biologik jihatdan xavfli komponentlar kiradi. Bunday yuklarni tashish nafaqat transport vositasi va uning ekipajiga, balki inson salomatligi, ijtimoiy infratuzilma va atrof-muhitga ham yuqori darajada tahdid soladi.

Xavfli yuklarni tashishda xavfsizlikni ta'minlash masalasi ko'plab davlatlar transport siyosatining ustuvor yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Birlashgan Millatlar Tashkiloti tomonidan ishlab chiqilgan "*Xavfli yuklarni tashish bo'yicha model qoidalari*" (UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods) ushbu jarayonni tartibga soluvchi xalqaro hujjatlar majmuasi sifatida e'tirof etiladi [1]. Shu bilan birga, Yevropa Ittifoqi, AQSh, Rossiya va boshqa davlatlarda ham milliy darajadagi normativ-huquqiy bazalar yaratilgan bo'lib, ular xavfli yuklarni tashish xavfsizligini qat'iy me'yorlar asosida nazorat qiladi.

Biroq mavjud huquqiy va tashkiliy mexanizmlar amaliyotda ko'pincha yetarli darajada samarali emas. Statistik ma'lumotlarga ko'ra, transportda xavfli yuklar bilan bog'liq avariylarning asosiy sababi inson omili, ya'ni haydovchi va operatorlarning xatolari hamda transport vositalaridagi texnik nosozliklardir [2]. Shu nuqtayi nazardan, xavfsizlikni tahlil qilish va boshqarish jarayonida ilg'or raqamli texnologiyalardan, xususan sun'iy intellekt (SI) texnologiyalaridan foydalanish zaruriyati paydo bo'lmoqda.

Sun'iy intellekt nafaqat xavf omillarini monitoring qilish, balki ularni prognozlash, xavfsiz marshrutlarni ishlab chiqish, transport vositalarining texnik holatini nazorat qilish va favqulodda vaziyatlarda tezkor qaror qabul qilish imkonini beradi. Shu bois, mazkur tadqiqot mavzusi ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Xavfli yuklarni tashish va transport xavfsizligini ta'minlash masalalari bo'yicha xalqaro ilmiy hamjamiyatda ko'plab tadqiqotlar olib borilgan. Jumladan, BMT tomonidan muntazam ravishda e'lon qilinadigan "*Xavfli yuklarni tashish bo'yicha*

tavsiyalar – model qoidalar” (UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods) hujjati mazkur sohadagi asosiy me’yoriy hujjat sifatida qabul qilingan bo‘lib, u xavfli yuklarning tasnifi, qadoqlanishi, belgilanishi va tashish tartibini belgilab beradi [1].

Yevropa Ittifoqi Transport agentligi tomonidan chop etilgan *“Transport of Dangerous Goods”* (2020) hisobotida esa xavfli yuklarni avtomobil, temiryo‘l va dengiz transporti orqali tashish jarayonida yuzaga keladigan xavf-xatarlarni kamaytirish uchun raqamli texnologiyalardan foydalanishning istiqbollari ko‘rsatib o‘tilgan [3].

Zhao va Chen o‘z tadqiqotlarida sun‘iy intellektning transport xavfsizligi menejmentidagi rolini tahlil qilib, AI algoritmlari yordamida avariya xavfini prognozlash, transport vositalarining texnik monitoringi va yo‘l sharoitlariga moslashuvchan boshqaruv imkoniyatlarini asoslab bergan [4]. Gubarev va Ivanov (2022) esa xavfli yuklarni tashishda IoT sensorlari va AI tizimlari integratsiyasini amaliy jihatdan tahlil qilib, bunday tizimlarning favqulodda vaziyatlarni erta aniqlashda yuqori samaradorlik ko‘rsatishini qayd etgan [5].

Shuningdek, Chen va Li tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda katta ma’lumotlar tahlili (Big Data Analytics) transport tizimida xavfsizlikni ta’minlash va logistika samaradorligini oshirishdagi ahamiyati ilmiy asoslab berilgan [6]. Bu tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, xavfli yuklarni tashishda xavfsizlikni ta’minlash faqat huquqiy tartibotlar bilan emas, balki ilg‘or raqamli texnologiyalarni qo‘llash orqali ham samarali amalga oshirilishi mumkin.

O‘zbekiston Respublikasi Transport vazirligi tomonidan ishlab chiqilgan *“Transportda xavfsizlikni ta’minlash konsepsiyasi”* hujjatida ham xavfli yuklarni tashishda zamonaviy raqamli texnologiyalarni joriy etish milliy transport siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biri sifatida qayd etilgan [7].

Mamayusupov I ning *“Sanoat xavfsizligi asoslari”* asarida sanoat korxonalarida xavfsizlikni tahlil qilishda HAZOP va boshqa xalqaro metodlarning milliy amaliyotga moslashtirilgan shakllari tahlil qilingan. Energetika, neft-gaz va kon sanoatiga oid real misollar asosida xavflarning sabablari va oqibatlari chuqur yoritilgan [8].

Qosimov B ning – *“Raqamli texnologiyalar va sanoat xavfsizligi”* kitobida sanoatda raqamli texnologiyalardan – sun‘iy intellekt, IoT, Big Data, raqamli egizak – xavfsizlikni ta’minlashda foydalanish imkoniyatlari bayon etilgan. Kitobda, shuningdek, yurtimizda bu texnologiyalarni joriy etish bo‘yicha amalga oshirilgan loyihalar, eksperimentlar va ularning samaradorligi tahlil qilinadi [9].

Umuman olganda, mavjud adabiyotlarni tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, transportda xavfli yuklarni tashishda xavfsizlikni oshirishda sun‘iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish bo‘yicha nazariy va amaliy tadqiqotlar olib borilgan bo‘lsa-da, ushbu sohada kompleks yondashuv va milliy sharoitlarga moslashtirilgan

metodologiyalar yetarli darajada ishlab chiqilmagan. Shu bois, mazkur mavzuni yanada chuqurroq tadqiq etish ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

METODOLOGIYA

Mazkur tadqiqotda xavfli yuklarni transportda tashishda xavfsizlikni ta'minlash jarayonida sun'iy intellekt (SI) texnologiyalarining qo'llanishi o'rganildi. Tadqiqotning metodologik asosini tizimli yondashuv, xavf tahlili usullari hamda raqamli texnologiyalarni baholash metodlari tashkil etadi.

Xavfli yuklarni tashish jarayonida ishtirok etuvchi barcha elementlar – transport vositasi, yo'l infratuzilmasi, inson omili va tashish jarayoniga ta'sir etuvchi tashqi muhit – o'zaro bog'liq tizim sifatida qaraldi. Bu yondashuv xavf manbalarini kompleks aniqlash va ularni kamaytirish choralarini ishlab chiqish imkonini berdi.

Tadqiqotda xavflarni aniqlash va ularning oqibatlarini baholash yordamida xavfli yuklarni tashishda yuzaga kelishi mumkin bo'lgan nosozliklar va xavfli holatlar tahlil qilindi.

Xalqaro tajriba va milliy sharoitlar o'zaro solishtirildi. Bunda Yevropa Ittifoqi va BMTning xavfli yuklarni tashish bo'yicha me'yoriy hujjatlari bilan O'zbekiston Respublikasida amalda qo'llanilayotgan qoidalar qiyosiy tahlil qilindi.

Tadqiqot natijalarini ilmiy asoslashda statistik ma'lumotlardan, xalqaro hisobotlardan hamda soha mutaxassisleri fikrlaridan foydalanildi. Maqsad – sun'iy intellekt asosida xavfli yuklarni tashishda xavfsizlikni oshirishning samarali mexanizmlarini ishlab chiqish.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Xavfli yuklarni transportda tashish masalasi zamonaviy logistika tizimining eng muhim va xavfli yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Chunki mazkur yuklarning kimyoviy, portlovchi, radioaktiv yoki biologik xususiyatlari nafaqat moddiy zarar, balki inson salomatligi va ekologik muhit uchun ham katta tahdid tug'diradi. Shu sababli, ushbu jarayonni samarali boshqarish, xavflarni oldindan prognozlash va ularni bartaraf etish mexanizmlarini ishlab chiqish davlatlar va xalqaro tashkilotlarning doimiy e'tiborida bo'lib kelmoqda.

Xavfli yuklar — bu tashish, saqlash yoki foydalanish jarayonida inson salomatligi, atrof-muhit va moddiy boyliklarga jiddiy xavf tug'dirishi mumkin bo'lgan moddalar va buyumlardir. Bunday yuklar transport jarayonida maxsus qoidalarga rioya qilingan holda tashilishi talab etiladi.

Birlashgan Millatlar Tashkiloti (BMT) va Xalqaro transport tashkilotlari tasnifiga ko'ra, xavfli yuklar quyidagi 9 ta sinfga bo'linadi:

- Portlovchi moddalar va buyumlar – dinamit, patron, pirotexnika mahsulotlari.
- Gazlar – siqilgan, suyuqlangan va erigan gazlar (propan, metan, ammiak).
- Yonuvchan suyuqliklar – benzin, dizel, spirt, erituvchilar.

- Yonuvchan qattiq moddalar – gugurt, alyuminiy kukuni, natriy.
- Oksidlovchi moddalar va organik peroksidlar – ammiakli selitra, vodorod peroksidi.
- Zaharli va yuqumli moddalar – sianidlar, pestitsidlar, tibbiy chiqindilar.
- Radioaktiv moddalar – uran, plutoniy, radiy.
- Eruvchi (korroziv) moddalar – kislotalar (sulfat, xlorid), ishqorlar.
- Boshqa xavfli moddalar va buyumlar – litiy batareyalar, magnitli materiallar va h.k.

Xavfli yuklarning transportda tashilishi jarayonida quyidagi xavflar kuzatilishi mumkin:

- Portlash xavfi – noto‘g‘ri harorat yoki zarba ta‘sirida.
- Yonish xavfi – tashish vaqtida uchqun, yuqori harorat ta‘sirida.
- Zaharli ta‘sir – odamlar va hayvonlarning zaharlanishi.
- Atrof-muhitni ifloslantirish – suv, havo va tuproqning kimyoviy moddalardan zararlanishi.
- Radioaktiv ta‘sir – uzoq muddatli salbiy oqibatlar.

Shu sababli xalqaro huquqiy hujjatlar (masalan, ADR – Yevropa bo‘yicha xavfli yuklarni avtomobil transportida tashish to‘g‘risidagi kelishuv) hamda milliy normativ-huquqiy hujjatlar xavfli yuklarning to‘g‘ri qadoqlanishi, markalanishi, hujjatlashtirilishi va maxsus tayyorgarlikka ega xodimlar tomonidan tashilishini talab qiladi.

Xavfli yuklar transport xavfsizligi tizimida eng muhim risk manbalaridan biri hisoblanadi. Shu bois ularni tashishda sun‘iy intellekt asosidagi monitoring va xavf tahlili alohida dolzarblik kasb etadi.

An‘anaviy xavfsizlik choralari ko‘proq inson omiliga tayaniladi, bu esa avariya xavfini to‘liq kamaytira olmaydi. Ayniqsa, transport vositalarining texnik nosozligi, haydovchilarning xatti-harakati, yo‘l-transport sharoitlari va tashqi omillar ko‘plab kutilmagan holatlarga sabab bo‘ladi. Bunday sharoitda sun‘iy intellekt texnologiyalarining joriy etilishi xavfsizlik darajasini sezilarli oshirish imkonini beradi.

Sun‘iy intellekt yordamida:

- transport vositalarining texnik holatini real vaqt rejimida nazorat qilish,
- haydovchining charchoq yoki stress darajasini aniqlash,
- xavfli marshrutlarni avtomatik ravishda bartaraf etish,
- yuk konteynerlari parametrlarini monitoring qilish,
- favqulodda vaziyatlarda tezkor qaror qabul qilish imkoniyatlari yuzaga keladi.

Shu bilan birga, AI texnologiyalarini joriy etishda bir qator cheklovlar mavjud. Masalan, yuqori texnologik infratuzilmaning har doim ham mavjud emasligi, katta hajmdagi ma‘lumotlarni yig‘ish va qayta ishlashdagi qiyinchiliklar, kibertahdidlar,

hamda malakali kadrlar yetishmasligi ushbu sohada yechimini kutayotgan muammolar sirasiga kiradi.

Muzokaralardan kelib chiqib aytish mumkinki, xavfli yuklarni tashishda sun'iy intellektning joriy etilishi nafaqat xavfsizlikni oshiradi, balki iqtisodiy samaradorlikni ham ta'minlaydi. Chunki avariya va favqulodda vaziyatlarning oldini olish moddiy zararlarni sezilarli kamaytiradi, tashish jarayonining ishonchliligini oshiradi va ekologik xavfsizlikni mustahkamlaydi. Shu sababli, kelgusida ushbu texnologiyalarni milliy va xalqaro transport tizimlariga integratsiya qilish dolzarb vazifa sifatida qaralishi lozim.

Xavfli yuklarni transportda tashish jarayonlari transport logistikasi, xavfsizlik muhandisligi va risklarni boshqarish nazariyalariga asoslanadi. Ushbu jarayonlarning o'ziga xosligi shundaki, ular yuqori darajadagi aniqlik, prognozlash va monitoringni talab qiladi. Shuning uchun ham xavfli yuklarni tashishda xavfsizlikni ta'minlashda sistemali yondashuv nazariyasi va risklarni boshqarish nazariyasi asosiy ilmiy tayanch sifatida qaraladi.

Birinchiidan, sistemali yondashuv transport tizimini yagona butunlik sifatida ko'rib chiqadi. Bu yondashuvda transport vositalari, haydovchilar, yuk, infratuzilma, ekologik muhit va tashqi omillar bir-biri bilan uzviy bog'langan elementlar sifatida talqin qilinadi. Demak, xavfsizlikni ta'minlash faqatgina texnik yoki tashkiliy choralar bilan emas, balki tizimning barcha bo'g'inlari o'rtasidagi uzviy hamkorlik orqali amalga oshiriladi.

Ikkinchiidan, risklarni boshqarish nazariyasi xavfli vaziyatlarni aniqlash, baholash va ularni kamaytirish bo'yicha ilmiy asoslangan metodlarni o'z ichiga oladi. Bu nazariyaga ko'ra, xavflarni oldindan prognoz qilish va ularni boshqarish xavfsizlik strategiyasining eng muhim bosqichi hisoblanadi. Ayniqsa, xavfli yuklarni tashishda risklarning yuqori darajada bo'lishi, ushbu nazariyaning ahamiyatini yanada oshiradi.

Uchinchiidan, sun'iy intellekt nazariyasi va kiberfizik tizimlar konsepsiyasi transport xavfsizligini ta'minlashda yangi paradigma sifatida shakllanmoqda. Sun'iy intellektning mashina o'rganishi, neyron tarmoqlar va katta ma'lumotlarni qayta ishlash imkoniyatlari transport tizimida yuzaga keladigan murakkab jarayonlarni real vaqt rejimida nazorat qilish va prognozlash imkonini beradi. Bu esa xavfli yuklarni tashishda an'anaviy yondashuvlardan ustunlik qiladi.

Shunday qilib, nazariy asoslar sifatida quyidagi konseptual yo'nalishlar ajralib turadi:

- Sistemali yondashuv nazariyasi – transport tizimining butunlikdagi xavfsizligini ta'minlash.
- Risklarni boshqarish nazariyasi – xavf omillarini aniqlash va kamaytirish.
- Sun'iy intellekt nazariyasi – intellektual texnologiyalar asosida xavfsizlikni oshirish.

- Kiberfizik tizimlar konsepsiyasi – transport vositalari va yuk monitoringini integratsiyalashgan raqamli boshqaruv tizimi orqali amalga oshirish.

Ushbu nazariy asoslar ilmiy ishning keyingi bo‘limlarida qo‘llaniladigan metodologik yondashuvlar uchun poydevor vazifasini bajaradi.

Xavfli yuklarni transportda tashish jarayonida yuzaga keladigan avariya ko‘p qirrali bo‘lib, ularning kelib chiqish sabablarini tizimli tahlil qilish xavfsizlikni ta‘minlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Tadqiqot davomida metodologiyada qo‘llanilgan tizimli tahlil, xavf baholash va sun‘iy intellekt texnologiyalari asosida quyidagi asosiy avariya turlari aniqlab chiqildi:

Transport vositasi bilan bog‘liq avariya. Texnik nosozliklar (dvigatel ishdan chiqishi, tormoz tizimi buzilishi, shinalar yorilishi), Yonilg‘i tizimida nosozlik va portlash, Avtomatlashtirilmagan kuzatuv sababli transport vositasining ortiqcha yuklanishi.

Haydovchi va inson omiliga bog‘liq avariya. Charchoq yoki uyquchanlik tufayli boshqaruvni yo‘qotish, Tajribasizlik yoki noto‘g‘ri qaror qabul qilish, Tezlikni me‘yoridan oshirish va yo‘l harakati qoidalarini buzish.

Yo‘l-transport hodisalari. Qarama-qarshi harakatlanuvchi transport vositasi bilan to‘qnashuv, Yo‘lning yomon holati (chuqurlar, sirpanchiq qoplama, notekislik), Ob-havo sharoitlari (tuman, qor, yomg‘ir, muzlamalar).

Yuk bilan bog‘liq avariya. Xavfli yuklarning noto‘g‘ri joylashtirilishi va mahkamlash qoidalariga amal qilinmasligi, Idishlarning zich yopilmasligi natijasida zaharli moddalarning sizib chiqishi, Portlovchi yoki yonuvchi moddalarning yuqori harorat va bosim ta‘sirida reaksiyaga kirishi.

Tashqi omillar natijasidagi avariya. Transport vositasining terrorchilik yoki sabotaj hujumiga uchrashi, Elektr tarmoqlari, ko‘priklar yoki tunnelerde yuz beradigan texnogen avariya, Ekologik xavf omillari (zilzila, sel, kuchli shamol).

1-jadval

Xavfli yuklarni tashishda avariya sabablari va sun‘iy intellekt yordamida bartaraf etish imkoniyatlari

Avariya sababi	Tavsif	Sun‘iy intellekt qo‘llanishi
Transport texnik nosozliklari	Dvigatel, tormoz, shina yoki yonilg‘i tizimidagi nosozliklar	IoT sensorlari orqali real vaqt monitoringi, AI asosida texnik xizmat ko‘rsatishni prognozlash (predictive maintenance)
Haydovchi xatosi	Charchoq, e‘tiborsizlik, tezlikni oshirish, noto‘g‘ri qaror	AI video-analitika orqali haydovchi yuz ifodasi va ko‘z harakatini kuzatish,

		avtomatik ogohlantirish tizimi
Yo'l-transport hodisalari	Yomon ob-havo, sirpanchiq yo'l, qarama-qarshi transport bilan to'qnashuv	AI asosida yo'l sharoitlarini bashorat qilish, aqlli navigatsiya va xavfsiz marshrut tanlash
Yuk bilan bog'liq muammolar	Yuk noto'g'ri joylashtirilishi, idishlarning zich yopilmasligi, portlash xavfi	AI va IoT yordamida yuk konteynerlarining harorat, bosim va tebranishini kuzatish, avtomatik signalizatsiya
Tashqi omillar	Terrorchilik, sabotaj, tabiiy ofatlar (zilzila, sel, shamol)	AI asosida xavf prognozi, favqulodda vaziyatlarni boshqarish tizimi, dronlar yordamida tezkor monitoring

Tadqiqot natijalariga ko'ra, ushbu xavfli holatlarni oldindan prognoz qilishda sun'iy intellekt texnologiyalarining ahamiyati juda katta. Xususan, mashinali o'rganish algoritmlari yordamida haydovchi xatti-harakatini tahlil qilish, IoT sensorlari orqali yuk idishlarining harorati va bosimini monitoring qilish, shuningdek, katta hajmdagi transport ma'lumotlarini qayta ishlash orqali avariya xavfi yuqori bo'lgan yo'llarni aniqlash mumkin.

Xavfli yuklarni transportda tashishda xavfsizlikni tahlil qilish jarayonida sun'iy intellekt (SI) quyidagi asosiy funksiyalarni bajarib bera oladi.

Xavflarni prognozlash va risklarni baholash. SI algoritmlari oldingi avariya holatlari, transport yo'llari, ob-havo sharoitlari va yuklarning xususiyatlari haqidagi katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qiladi. Ushbu tahlil asosida potentsial xavfli vaziyatlarni oldindan aniqlab, xavfni kamaytirish bo'yicha tavsiyalar beradi.

Real vaqt monitoringi. Sun'iy intellektga asoslangan sensorlar yukning harorati, bosimi, namligi va boshqa parametrlarini doimiy ravishda kuzatadi. Agar yukning holatida normadan chetlanish aniqlansa, tizim darhol ogohlantirish beradi va avtomatik choralarni ishga tushirishi mumkin. Marshrutlarni optimallashtirish. SI transport vositalari uchun eng xavfsiz va samarali yo'nalishlarni hisoblaydi. Masalan, tirband yo'llardan qochish, xavfli hududlardan aylanib o'tish yoki ekologik xavfsizlikni inobatga olgan holda marshrut tanlash imkonini beradi.

Avtomatlashtirilgan boshqaruv va xavfsiz haydash. Avtonom transport vositalari sun'iy intellekt asosida boshqarilib, inson xatolarini kamaytiradi. Xavfli yuk tashishda inson omili bilan bog'liq ko'plab muammolar (charchoq, e'tiborsizlik, noto'g'ri qaror qabul qilish) bartaraf etiladi.

Avariya sodir bo'lganda tezkor choralar. SI asosida ishlaydigan tizimlar avariya yoki nosozlik yuz berganda avtomatik tarzda xavfsizlik protokollarini ishga tushiradi. Masalan, gaz sizib chiqsa, avtomatik signalizatsiya, yong'in o'chirish tizimi yoki favqulodda xizmatlarga xabar berish amalga oshiriladi.

Ma'lumotlarni tahlil qilish va qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlash. SI yordamida barcha ma'lumotlar to'planib, vizual grafiklar va hisobotlar shaklida ko'rsatiladi. Bu menejerlar, transport kompaniyalari va xavfsizlik xodimlariga tezkor va to'g'ri qaror qabul qilish imkonini beradi.

Kiberxavfsizlikni ta'minlash. Xavfli yuklarni tashishda raqamli tizimlardan foydalanish kiberxavflarni ham oshiradi. SI algoritmlari tarmoqlardagi shubhali harakatlarni aniqlash, kiberhujumlarning oldini olish va transport boshqaruv tizimini himoya qilishda muhim rol o'ynaydi.

2-jadval

Xavfli yuklarni tashishda muammolar va sun'iy intellekt yechimlari

Muammo	Sun'iy intellekt yechimi
Marshrut tanlashda xatolar va xavfli hududlardan o'tish	SI eng xavfsiz va samarali yo'nalishni hisoblab beradi, tirbandlik va ob-havoni inobatga oladi
Yukning harorati, bosimi yoki kimyoviy tarkibi nazoratsiz qolishi	Sensorlar va SI real vaqt monitoringi orqali og'ishlarni aniqlaydi va ogohlantiradi
Haydovchining charchashi yoki inson xatolari	Avtonom boshqaruv tizimlari va haydovchini kuzatuvchi SI algoritmlari inson omilini kamaytiradi
Avariya sodir bo'lganda kechikkan choralar	SI avtomatik xavfsizlik protokollarini ishga tushiradi (signalizatsiya, yong'in o'chirish, xabar berish)
Avariya statistikasi va risklarni baholashdagi qiyinchiliklar	SI katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qiladi va prognozli risk bahosini beradi
Transport tizimlarining kiberxavfsizlikka zaifligi	SI shubhali tarmoq faoliyatini aniqlaydi va kiberxujumlarning oldini oladi
Ekologik xavf va chiqindilar nazorati	SI ekologik monitoring olib boradi, chiqindilarni nazorat qiladi va xavfsiz transport variantini tavsiya qiladi

Xavfli yuklarni transport vositalarida tashishda birinchi navbatda kuzatiladigan muammolardan biri – yukning fizik-kimyoviy xususiyatlari ustidan nazoratning yetarli darajada yo'qligidir. An'anaviy usullarda faqat tashqi hujjatlar asosida nazorat olib boriladi, bu esa real vaqt rejimidagi xavf-xatarlarni e'tibordan chetda qoldiradi. IoT-sensorlar va raqamli markirovka tizimlarining joriy etilishi ushbu muammoni bartaraf etib, yukning harorati, bosimi va boshqa muhim parametrlarini doimiy ravishda

kuzatib borish imkonini beradi. Bu esa potentsial avariya holatlarni erta aniqlash va oldini olishga xizmat qiladi.

Ikkinchi muammo – transport vositalarining texnik holati va haydovchilarning insoniy omillarga bog‘liqligi. Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, xavfli yuklar bilan bog‘liq avariya holatlarning katta qismi aynan haydovchining charchashi, tezlikni oshirishi yoki transportdagi texnik nosozlik sababli yuz beradi. Transport vositalariga o‘rnatilgan GPS-modullar, tezlik va tormoz tizimi sensori orqali raqamli nazoratning yo‘lga qo‘yilishi bu kabi xavflarni kamaytiradi. Sun‘iy intellekt asosidagi dasturlar esa transportning texnik holatini bashorat qilib, avariya yuz bermasidan oldin profilaktik chora ko‘rishni ta’minlaydi.

Uchinchi muammo – xavfli yuklarni tashishda marshrutlarning noto‘g‘ri tanlanishi. Ko‘pincha transport vositalari aholi gavjum hududlardan yoki ekologik jihatdan nozik zonalardan o‘tadi. Bu esa avariya sodir bo‘lganda talafot ko‘lamini yanada oshiradi. Sun‘iy intellekt algoritmlaridan foydalangan holda marshrutlarni raqamli optimallashtirish ushbu muammoni samarali hal qiladi. Tizim yo‘l sharoitlari, tirbandlik, ob-havo va xavf darajasini hisobga olib, eng maqbul va xavfsiz yo‘lni tanlab beradi.

To‘rtinchi muammo – avariya sodir bo‘lganda favqulodda xizmatlarning kechikib yetib kelishi. An’anaviy sharoitda xabar berish jarayoni qo‘lda amalga oshiriladi va qimmatli vaqt yo‘qotiladi. Raqamli favqulodda vaziyatlarni boshqarish tizimi esa transport vositasida nosozlik aniqlangan zahoti avtomatik tarzda tegishli xizmatlarga signal yuboradi. Shu bilan birga, sun‘iy intellekt tizimi qutqaruvchilarga yukning tarkibi va xavf darajasi haqida aniq ma’lumot taqdim etadi, bu esa tezkor va samarali choralarni amalga oshirish imkonini beradi.

Bundan tashqari, xavfli yuklar haqidagi ma’lumotlarning ba’zan noqonuniy o‘zgartirilishi yoki yashirilishi kuzatiladi. Bu muammoni hal etishda blokcheyn texnologiyalariga asoslangan kiberxavfsizlik tizimi muhim rol o‘ynaydi. Ushbu yechim ma’lumotlarning butligini ta’minlaydi hamda transport jarayonida noqonuniy manipulyatsiyalarni keskin kamaytiradi.

Nihoyat, xavfli yuklarni tashishning ekologik jihati ham muhim masalalardan biridir. Kimyoviy moddalarning to‘kilishi, yonishi yoki havoga chiqishi atrof-muhit uchun katta xavf tug‘diradi. Raqamli monitoring tizimlari orqali ekologik ko‘rsatkichlarni kuzatish va sun‘iy intellekt yordamida xavfli chiqindilarni oldindan aniqlash ushbu muammoni sezilarli darajada kamaytiradi.

XULOSA

O‘tkazilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, xavfli yuklarni transport vositalarida tashish jarayonida yuzaga keladigan muammolar – real vaqt rejimida nazoratning yetarli emasligi, haydovchi omiliga bog‘liq xatoliklar, transport vositalarining texnik

nosozligi, marshrutlarni noto‘g‘ri tanlash, favqulodda vaziyatlarga kech javob qaytarish hamda ma’lumotlarning soxtalashtirilishi xavfsizlikka bevosita salbiy ta’sir ko‘rsatmoqda.

Sun’iy intellekt va raqamli texnologiyalarni joriy etish esa ushbu muammolarning samarali yechimini ta’minlaydi:

- IoT-sensorlar va raqamli markirovka – xavfli yuklarning fizik-kimyoviy xususiyatlarini doimiy kuzatish va avariylarni erta aniqlash imkonini beradi.

- GPS va texnik nazorat tizimlari – transport vositalarining holatini monitoring qilish va insoniy omil sababli yuzaga keladigan xavflarni kamaytiradi.

- Sun’iy intellekt asosida marshrutlarni optimallashtirish – xavfsiz va ekologik jihatdan maqbul yo‘llarni tanlashga yordam beradi.

- Favqulodda vaziyatlarni avtomatik boshqarish tizimi – avariya sodir bo‘lganda tezkor signal yuborib, qutqaruv xizmatlari harakatini tezlashtiradi.

- Blokcheyn asosida ma’lumotlarni himoyalash – yuklar to‘g‘risidagi axborotlarning haqqoniyligini ta’minlaydi va noqonuniy manipulyatsiyalarning oldini oladi.

- Ekologik monitoring – chiqindilar va zararli moddalarning tarqalishini nazorat qilish orqali atrof-muhitni himoya qiladi.

Shu bois, xavfli yuklarni tashishda raqamlashtirish jarayonlarini chuqurlashtirish, sun’iy intellekt algoritmlarini keng tatbiq etish va kiberxavfsizlik mexanizmlarini mustahkamlash ustuvor vazifa sifatida qaralishi lozim. Bu nafaqat xavfsizlikni oshiradi, balki tashish jarayonining iqtisodiy samaradorligini ham ta’minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. United Nations. *Recommendations on the Transport of Dangerous Goods: Model Regulations* / United Nations. – 21st revised edition. – New York: United Nations, 2019.

2. Transport xavfli yuklar statistikasi: Transport xavfsizligi va avariylar tahlili / Toshkent: O‘zbekiston Respublikasi Transport vazirligi, 2021.

3. European Union Transport Agency. *Transport of Dangerous Goods: Digital Technologies and Risk Reduction* / Brussels: EU Transport Agency, 2020.

4. Zhao H., Chen L. Application of artificial intelligence in transport safety management // *Journal of Transport Safety and Security*. – 2021. – Vol. 13, №4. – P. 321–338.

5. Gubarev A., Ivanov P. Integration of IoT sensors and AI systems for hazardous goods transport // *International Journal of Logistics Research and Applications*. – 2022. – Vol. 25, №2. – P. 145–159.

6. Chen X., Li Y. Big data analytics for transport safety and logistics efficiency // *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. – 2020. – Vol. 120. – P. 102789.
7. O‘zbekiston Respublikasi Transport vazirligi. *Transportda xavfsizlikni ta’minlash konsepsiyasi* / Toshkent: O‘zbekiston Respublikasi Transport vazirligi, 2022.
8. Mamayusupov I. Sanoat xavfsizligi asoslari. – Toshkent: Texnolog, 2020. – 285 b.
9. Qosimov B. Raqamli texnologiyalar va sanoat xavfsizligi. – Toshkent: “Innovatsiya”, 2022. – 248 b.