

UO^oK: 656.078.1

<https://doi.org/10.70769/2181-4732.ITJ.2025-4.15>

MULTIMODAL TRANSPORT TIZIMIDA RAQAMLASHTIRISH DARAJASI VA O'ZBEKISTONDA YUK OQIMLARI KO'RSATKICHLARI TAHLILI

Jumayev Sherzod Bahrom o'g'li¹ - texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent,

ORCID: 0000-0003-4905-9620, E-mail: shbjumayev_92@mail.ru;

Obidov Nuriddin G'ofurjon o'g'li² – texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent v.b.,

ORCID: 0000-0002-8857-8055, E-mail: obidovnuriddin202@gmail.com;

Zohidov Muhiddin G'ofurjon o'g'li¹ – doktorant (PhD),

ORCID: 0009-0007-3529-3615, E-mail: zohidov100299@gmail.com

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent sh., O'zbekiston

²Farg'ona davlat texnika universiteti, Farg'ona sh., O'zbekiston

Annotatsiya. O'zbekistonda multimodal transport tizimining rivojlanishi so'nggi yillarda yuk tashish hajmlarining ortishi, transport turlari o'rtasidagi bog'liqlikning kuchayishi va logistika xizmatlariga bo'lgan talabning oshishi bilan bog'liq. 2020–2024-yillar davomida barcha transport turlari bo'yicha yuk tashish hajmining 1,366,7 mln tonnadan 1,521,2 mln tonnagacha ko'tarilishi transport jarayonlarini yanada samarali tashkil etishni talab qilmoqda. Transport turlari bo'yicha ma'lumotlarning tarqoqligi, jarayonlarning yetarli darajada raqamlashtirilmagani va multimodal bog'lanishlardagi kechikishlar transport xizmatlari sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda hamda tashish samaradorligining pasayishiga olib kelmoqda.

Tadqiqotda Milliy statistika qo'mitasi ma'lumotlari asosida 2020–2024-yillar uchun O'zbekistonda avtomobil, temir yo'l, havo va quvur transportlari bo'yicha yuk tashish hajmlari tahlil qilindi. Multimodal tashishlarda vaqt–xarajat munosabatlarini baholash uchun nisbiy indeks modelidan foydalanildi. Shuningdek, transport zanjirlari samaradorligiga raqamlashtirishning ta'sirini o'rganish maqsadida real vaqt monitoringi, axborot almashinuvi tizimlari va avtomatlashtirilgan boshqaruv platformalarining qo'llanilish darajasi o'rganildi.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, yuk tashish hajmining o'sishi multimodal tizimda raqamlashtirish darajasini oshirish zaruratini kuchaytirayotgani aniqlandi. Avtomobil transportida yuk tashish hajmi 1,385,5 mln tonnaga yetgani, temir yo'l orqali 73,9 mln tonna yuk tashilgani multimodal tizimning strukturasini belgilab bermoqda. Vaqt–xarajat modeli raqamlashtirish darajasini oshirish transport xarajatlari indeksining 25–30 foizga kamayishiga, jarayonlarning barqarorlashuviga va yuk oqimlarining uzluksiz boshqarilishiga xizmat qilishini ko'rsatdi. Shuningdek, real vaqt monitoringi, avtomatlashtirilgan ko'rik, yagona ma'lumot platformasi kabi raqamli texnologiyalarning qo'llanilishi transport bosqichlari o'rtasidagi kechikishlarni sezilarli darajada kamaytirishi aniqlangan.

Multimodal transport tizimini rivojlantirishda raqamlashtirishning bosqichma-bosqich joriy etilishi transport xizmatlari samaradorligini oshirishning muhim omillaridan biridir. Yagona axborot platformalari, raqamlashtirilgan jarayon boshqaruvi, texnik va tijoriy operatsiyalarning avtomatlashtirilishi yuk oqimlarining uzluksizligini ta'minlaydi va O'zbekistonda multimodal logistikaning barqaror rivojlanishiga xizmat qiladi. Olingan natijalar transport tarmoqlarida raqamlashtirish jarayonlarini tizimli ravishda kengaytirish zarurligini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: multimodal transport, raqamlashtirish darajasi, yuk oqimlari, vaqt–xarajat modeli, raqamli logistika, transport integratsiyasi.

УДК: 656.078.1

УРОВЕНЬ ЦИФРОВИЗАЦИИ В МУЛЬТИМОДАЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ И АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГРУЗОПОТОКОВ В УЗБЕКИСТАНЕ

Жумаев Шерзод Бахром угли¹ – доктор философии по техническим наукам (PhD), доцент;

Обидов Нуриддин Гофуржон угли² – доктор философии по техническим наукам (PhD),

и.о. доцента;

Зоҳидов Мухриддин Гофуржон угли¹ – докторант (PhD)

¹ Ташкентский государственный транспортный университет, г. Ташкент, Узбекистан

² Ферганский государственный технический университет, г. Фергана, Узбекистан

Аннотация. Развитие мультимодальной транспортной системы в Узбекистане в последние годы связано с ростом объемов перевозки грузов, усилением взаимосвязи между видами транспорта и увеличением спроса на логистические услуги. В период 2020–2024 годов общий объем перевозимых грузов всеми видами транспорта увеличился с 1 366,7 млн тонн до 1 521,2 млн тонн, что требует более эффективной организации транспортных процессов. Фрагментарность данных по видам транспорта, недостаточный уровень цифровизации процессов и задержки на мультимодальных стыках отрицательно влияют на качество транспортных услуг и приводят к снижению эффективности перевозок.

В исследовании были использованы данные Агентства по статистике Республики Узбекистан за 2020–2024 годы по объемам перевозки грузов автомобильным, железнодорожным, воздушным и трубопроводным транспортом. Для оценки взаимосвязи между временем и расходами в мультимодальных перевозках применена модель относительного индекса. Кроме того, изучено влияние цифровизации на эффективность транспортных цепочек на основе анализа уровня внедрения систем мониторинга в реальном времени, информационного обмена и автоматизированных платформ управления.

Согласно результатам исследования, рост объемов перевозимых грузов усиливает необходимость повышения уровня цифровизации в мультимодальной системе. Достижение 1385,5 млн тонн объемов автомобильных перевозок и 73,9 млн тонн железнодорожных перевозок формирует структуру мультимодального взаимодействия в стране. Модель «время–расходы» показала, что увеличение уровня цифровизации позволяет снизить относительный индекс транспортных затрат на 25–30 %, стабилизировать процессы и обеспечить непрерывность управления грузопотоками. Также установлено, что использование цифровых технологий, таких как мониторинг в реальном времени, автоматизированные системы осмотра и единые информационные платформы, значительно сокращает задержки на стыках транспортных этапов.

Пошаговое внедрение цифровых решений в развитие мультимодальной транспортной системы является важным фактором повышения эффективности транспортных услуг. Единые информационные платформы, цифровое управление операционными процессами, автоматизация технических и коммерческих операций обеспечивают непрерывность грузопотоков и способствуют устойчивому развитию мультимодальной логистики в Узбекистане. Полученные результаты подтверждают необходимость системного расширения цифровизации в транспортных сетях страны.

Ключевые слова: мультимодальный транспорт, уровень цифровизации, грузопотоки, модель «время–расходы», цифровая логистика, транспортная интеграция.

UDC: 656.078.1

MODERN TECHNOLOGIES INSPECTION OF ROLLING STOCK AT STATION TRACKS

Jumaev, Sherzod Bahrom ugli¹ – Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD), Associate Professor;¹

Obidov, Nuriddin Gofurjon ugli² – Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, Acting Associate Professor;²

Zohidov, Muhridin Gofurjon ugli¹ – Doctoral student (PhD)

¹Tashkent State Transport University, Tashkent city, Uzbekistan

²Fergana State Technical University, Fergana city, Uzbekistan

Abstract. The development of the multimodal transport system in Uzbekistan in recent years has been linked to the growth of freight volumes, the strengthening of intermodal connectivity, and the increasing demand for logistics services. Between 2020 and 2024, the total volume of freight transported by all modes of transport increased from 1,366.7 million tons to 1,521.2 million tons,

which necessitates a more efficient organisation of transport processes. Fragmented data across transport modes, insufficient digitalisation of operational processes, and delays at multimodal junctions negatively affect the quality of transport services and lead to reduced transportation efficiency.

The study uses data from the Agency of Statistics of the Republic of Uzbekistan for the period 2020–2024 on freight volumes transported by road, rail, air, and pipeline. A relative index model was applied to evaluate the relationship between time and cost in multimodal transportation. In addition, the impact of digitalisation on the efficiency of transport chains was examined through an analysis of the implementation level of real-time monitoring systems, information exchange platforms, and automated management systems.

The findings indicate that the growing volume of freight transportation increases the need to enhance the level of digitalisation within the multimodal system. The attainment of 1,385.5 million tons of road freight and 73.9 million tons of rail freight forms the structural basis of multimodal interaction in the country. The “time–cost” model demonstrated that increasing the level of digitalisation can reduce the relative transport cost index by 25–30%, stabilise operational processes, and ensure continuous management of freight flows. It was also determined that the use of digital technologies—such as real-time monitoring, automated inspection systems, and unified information platforms—significantly reduces delays at intermodal transfer points.

The gradual implementation of digital solutions in the development of the multimodal transport system is an essential factor in improving the efficiency of transport services. Unified information platforms, digital management of operational processes, and the automation of technical and commercial procedures ensure the continuity of freight flows and contribute to the stable development of multimodal logistics in Uzbekistan. The obtained results confirm the necessity of systematically expanding digitalisation across the national transport networks.

Keywords: *multimodal transport, digitalisation level, freight flows, time–cost model, digital logistics, transport integration.*

Kirish

O'zbekistonda multimodal transport tizimining jadal rivojlanishi so'nggi yillarda yuk tashish hajmlarining sezilarli darajada ortishi, transport turlari o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikning kuchayishi va logistika xizmatlariga bo'lgan talabning oshishi bilan izohlanadi. Milliy statistika qo'mitasi ma'lumotlariga ko'ra, 2020–2024-yillar davomida barcha transport turlari bo'yicha yuk tashish hajmi 1 366,7 mln tonnadan 1 521,2 mln tonnagacha oshgan. Ushbu ko'rsatkichlar transport jarayonlarini yanada samarali tashkil etish, tashish bosqichlari o'rtasida uzluksiz bog'lanishni ta'minlash hamda raqamlashtirish darajasini oshirish zarurligini ko'rsatmoqda [10].

Biroq amaldagi multimodal tizimda transport turlari bo'yicha ma'lumotlarning tarqoqligi, jarayonlarning yetarli darajada raqamlashtirilmagani, yuklarni qayta yuklash va terminal bosqichlarida yuzaga kelayotgan kechikishlar transport xizmatlari sifati va umumiy tashish samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda. Transport zanjiri ishtirokchilari o'rtasida ma'lumot almashishning sekinligi, real vaqt monitoringi jarayonlarining to'liq yo'lga qo'yilmagani, multimodal bog'lanishlarda operativ rejalashtirish tizimlarining yetarli darajada shakllanmaganligi yuk oqimlarini boshqarishni murakkablashtiradi.

Mavjud ilmiy manbalarda multimodal transportning rejalashtirish jarayonlari, yuk oqimlarining shakllanishi, logistika zanjirlarining samaradorligini oshirishga qaratilgan turli yondashuvlar keng o'rganilgan [1–8]. Xususan, yuk oqimlarining taqsimlanishi, transport turlarining integratsiyasi, logistika xarajatlarini kamaytirish bo'yicha nazariy va amaliy ishlanmalar mavjud. Shunga qaramay, multimodal jarayonlarda raqamlashtirish darajasining bevosita samaradorlikka ta'siri, vaqt–xarajat o'zgarishlarining matematik bahosi hamda O'zbekiston sharoitida multimodal oqimlarning real ko'rsatkichlari asosida kompleks tahlillar yetarli darajada tadqiq etilmagan.

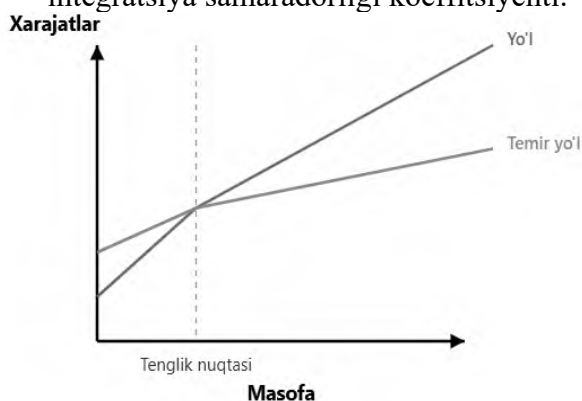
Uslub va materiallar

Tadqiqot multimodal transport tizimini baholashda qo'llaniladigan zamonaviy ilmiy yondashuvlarga tayanadi. Asosiy ma'lumotlar manbasi sifatida O'zbekiston Respublikasi Milliy statistika qo'mitasining 2020–2024-yillar davomida avtomobil, temir yo'l, havo va quvur transportlari bo'yicha yuk tashish ko'rsatkichlari, shuningdek transport-logistika infratuzilmasi faoliyatiga oid ochiq axborotlar olindi. Ushbu ma'lumotlar transport tarmoqlari o'rtasidagi yuk oqimlarining dinamik o'zgarishlarini aniqlash va ularning multimodal integratsiyaga ta'sirini baholash uchun asos yaratdi.

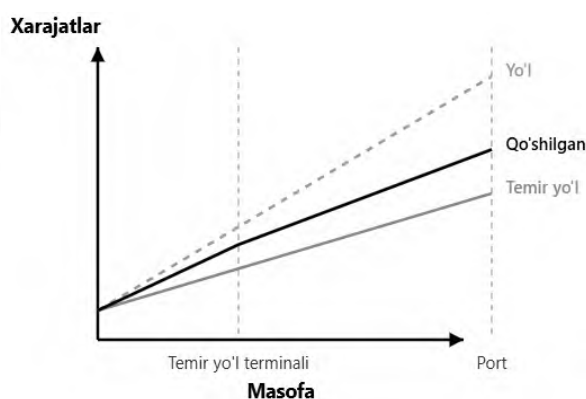
Yuk oqimlari o'zgarishining statistik modellari orqali yuk tashish hajmlarining o'sish sur'atlari, mavsumiy tebranishlar, transport turlarining ulushi va ularning o'zaro bog'liqlik darajasi aniqlab chiqildi. Bu jarayonda umumiy logistika tizimining quvvati, terminal yuk tashish imkoniyatlari, transportning vaqt bo'yicha barqarorligi, shuningdek yuklarni qayta yuklash jarayonidagi operatsion yuklamalar alohida ko'rib chiqildi [9].

Multimodal tashishlarda vaqt–xarajat ko'rsatkichlarini baholash uchun nisbiy indeks modeli, tizimlararo integratsiya modeli hamda transport tarmog'ining barqarorlik koeffitsiyenti qo'llandi. Bu yondashuvlar quyidagi masalalarni ilmiy asosda aniqlash imkonini berdi:[11]

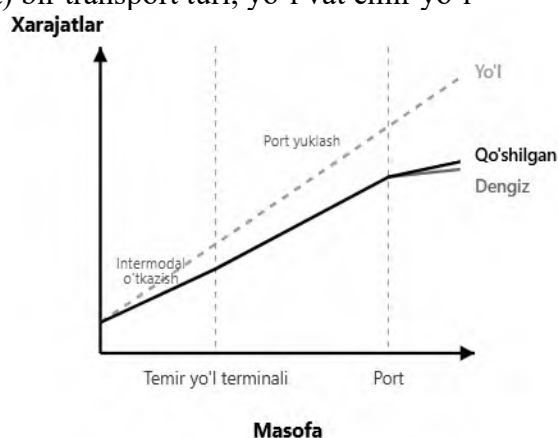
- yuklarning bir transport turidan boshqasiga o'tishidagi vaqt yo'qotishlari;
- terminal operatsiyalarining davomiyligi va kechikishlari;
- raqamli boshqaruv tizimlari joriy etilganda vaqt tejalishi;
- raqamlashtirish darajasining xarajatlar indeksiga ta'siri;
- integratsiya samaradorligi koeffitsiyenti.



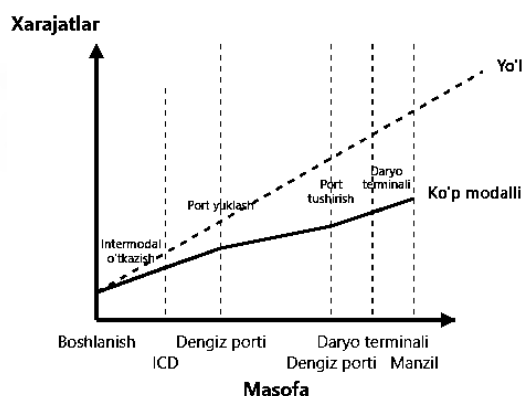
a) bir transport turi, yo'l va temir yo'l



b) qo'shilgan transport, yo'l va temir yo'l



c) qo'shilgan transport, yo'l–temir yo'l dengiz



d) ko'p transport turi, boshlanishdan manzilgacha

1-rasm. Multimodal transportda xarajatlarning masofaga bog'liq o'zgarishini turli transport kombinatsiyalari misolida.

Yuqoridagi 1-rasmda multimodal transport tizimida xarajatlarning masofaga bog'liq holda o'zgarishini turli transport kombinatsiyalari kesimida ilmiy-nazariy asosda ifodalaydi va transportni

raqamlashtirish sharoitida optimal tashish variantlarini tanlash mexanizmini tushuntirishga xizmat qiladi.

1-rasmda vertikal o'q transport xarajatlarini, gorizontaal o'q esa tashish masofasini ifodalaydi. Grafiklarning qiyaligi har bir transport turining chegaraviy xarajat koeffitsiyentini, kesishish nuqtalari esa transport turlari o'rtasidagi iqtisodiy ustunlik chegarasini aks ettiradi [13].

a) Bir transport turi sharoitida yo'l va temir yo'l tashuvlari solishtirilgan. Qisqa masofalarda avtomobil transporti past boshlang'ich xarajatlar sababli ustun bo'lsa, masofa oshgani sari temir yo'l transportining birlik masofaga to'g'ri keluvchi xarajatlari nisbatan past bo'lib, muayyan "tenglik nuqtasi"dan keyin iqtisodiy jihatdan afzal bo'lib boradi. Bu holat temir yo'lning yuqori kapitallashgan, ammo past ekspluatatsion xarajatli transport turi ekanligini ko'rsatadi.

b) Qo'shilgan transport variantida temir yo'l va avtomobil transporti integratsiyasi aks ettirilgan. Bu yerda temir yo'l terminali va port kabi tugun nuqtalari mavjud bo'lib, ular qo'shimcha operatsion xarajatlarni keltirib chiqaradi. Shunga qaramay, masofa ortishi bilan qo'shilgan transport varianti sof avtomobil tashuviga nisbatan xarajatlarni kamaytiradi. Raqamlashtirilgan boshqaruv tizimlari ushbu o'tish nuqtalaridagi vaqt va xarajat yo'qotishlarini minimallashtirish imkonini beradi.

c) Yo'l-temir yo'l-dengiz transporti kombinatsiyasi ko'rsatilgan bo'lib, bunda intermodal o'tkazish, port yuklash va tushirish jarayonlari alohida bosqichlar sifatida aks etadi. Grafik shuni ko'rsatadiki, qo'shimcha operatsiyalar dastlab xarajatlarni oshiradi, biroq uzoq masofali xalqaro tashuvlarda dengiz transportining past xarajatli xususiyati umumiy tizim samaradorligini sezilarli oshiradi. Bu holat O'zbekiston eksport-import yuk oqimlarini global logistika zanjirlariga integratsiya qilishda muhim ahamiyatga ega.

d) Ko'p transport turi ishtirogidagi to'liq multimodal zanjir tasvirlangan. ICD, dengiz porti, daryo terminali kabi logistika tugunlari ketma-ket joylashgan bo'lib, har birida xarajatlar bosqichma-bosqich ortib boradi. Shu bilan birga, umumiy chiziqlarning nisbatan past qiyaligi multimodal transportning uzoq masofalarda iqtisodiy samaradorligini isbotlaydi. Raqamlashtirish darajasi oshgan sari ushbu tugunlarda axborot almashinuvi tezlashadi, muvofiqlashtirish yaxshilanadi va tranzaksiya xarajatlari qisqaradi.

Umuman olganda, chizma multimodal transport tizimida masofa, transport turi va raqamli boshqaruv darajasi o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni ochib beradi. U O'zbekistonda yuk oqimlarini optimallashtirish, transport-logistika infratuzilmasini raqamlashtirish va eng maqbul tashish zanjirlarini tanlash bo'yicha ilmiy xulosalar chiqarish uchun metodik asos vazifasini bajaradi.

Tadqiqot obyekti sifatida quyidagi elementlarni o'z ichiga olgan multimodal transport tizimi qaraladi:

- avtomobil, temir yo'l, havo va quvur transporti tarmoqlari;
- ichki quruqlik terminallari (ICD), temir yo'l yuk stansiyalari, port va daryo terminallari;
- multimodal zanjirlarni ta'minlovchi axborot va boshqaruv tizimlari.

Asosiy statistik ma'lumotlar:

- 2020–2024-yillar uchun transport turlari bo'yicha yillik yuk tashish hajmlari $Q_{m,t}$ (mln tonna);

- transport turlari bo'yicha yuk aylanmasi $T_{m,t}$ (mlrd t·km);

- yo'l hujjatlarida qayd etilgan yuk yetkazib berish vaqtlari, kechikishlar va qayta yuklashlar soni;

- terminallar va stansiyalar bo'yicha yuk oqimlari va ularning quvvatlari.

Bu yerda $m \in M$ – transport turi (avtomobil, temir yo'l, havo, quvur), t – yil indeksini bildiradi.

Multimodal transport tizimining graf modeli.

Multimodal tizimni formal tasvirlash uchun yo'llar va terminallar tarmog'i yo'naltirilgan graf ko'rinishida qaraladi:

$$G = (V, A), \quad (1)$$

bu yerda: V – tugunlar to'plami (stansiya, terminal, port, ombor, ishlab chiqaruvchi, iste'molchi);

A – yo'ylar to'plami (ma'lum transport turi bo'yicha harakatlanish yo'nalishi).

Har bir yoy $(i, j) \in A$ quyidagi parametrlar bilan tavsiflanadi:

C_{ij} – 1 tonna yukni i dan j ga tashishning to‘g‘ridan-to‘g‘ri transport xarajati (so‘m/t);

τ_{ij} – tashish vaqti (soat, kun);

k_{ij} – maksimal o‘tkazish qobiliyati (t/kun);

$m_{ij} \in M$ – foydalanilayotgan transport turi;

d_{ij} – raqamlashtirish darajasi (0 dan 1 gacha bo‘lgan ko‘rsatkich).

Yuk oqimi miqdori x_{ij} bilan belgilanadi. Shunda ma’lum manba–iste’molchi juftligi (s, r) uchun oqimlarning saqlanish sharti:

$$\sum_{j:(i,j) \in A} x_{ij}^{(sr)} - \sum_{j:(j,i) \in A} x_{ji}^{(sr)} = \begin{cases} Q_{sr}, & i = s \\ -Q_{sr}, & i = r \\ 0, & i \neq s, r, \end{cases} \quad (2)$$

bu yerda Q_{sr} – s dan r ga tashiladigan yuk hajmi.

Har bir yoy uchun quvvat cheklovi:

$$0 \leq x_{ij} \leq k_{ij} \quad (3)$$

Transport xarajatlari modeli

Har bir yoy bo‘yicha umumiy xarajat funksiyasi to‘g‘ridan-to‘g‘ri va bilvosita xarajatlar yig‘indisidan iborat:

$$C_{ij}(x_{ij}) = C_{ij}^{tr}(x_{ij}) + C_{ij}^{ind}(x_{ij}) \quad (4)$$

bu yerda: C_{ij}^{tr} – yoqilg‘i, ekspluatatsiya, amortizatsiya va mehnat xarajatlari;

C_{ij}^{ind} – kutish, kechikish, zaxira saqlash, qayta yuklash, port va terminal to‘lovlari, informatsion kechikishlar qiymati.

Soddalashtirilgan holda:

$$C_{ij}^{tr}(x_{ij}) = a_{ij}x_{ij}, \quad (5)$$

$$C_{ij}^{ind}(x_{ij}) = b_{ij}\tau_{ij}(1 - d_{ij})x_{ij}, \quad (6)$$

bu yerda a_{ij} – 1 t uchun transport birligiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri xarajat,

b_{ij} – vaqt birligi bo‘yicha bilvosita xarajat koeffitsiyenti,

d_{ij} – raqamlashtirish darajasi (raqamlashtirish oshgan sari bilvosita xarajatlar kamayadi).

Yoy bo‘yicha to‘liq tashish xarajati:

$$C_{ij}(x_{ij}) = (a_{ij} + b_{ij}\tau_{ij}(1 - d_{ij}))x_{ij} \quad (7)$$

Multimodal zanjir bo‘yicha umumiy xarajat:

$$C_{total} = \sum_{(i,j) \in A} C_{ij}(x_{ij}) \quad (8)$$

Bu model yordamida raqamlashtirish darajasi d_{ij} oshgan sari C_{ij} va C_{total} qanday kamayishini tahlil qilish mumkin.

Natijalar

Tahlillar O‘zbekistonda multimodal transport tizimining rivojlanishi yuk oqimlarining yildan-yilga barqaror oshib borishi bilan chambarchas bog‘liqligini ko‘rsatdi. Transport turlari bo‘yicha 2020–2024-yillarda qayd etilgan o‘shish jarayonni yanada samarali tashkil etish zarurligini isbotlaydi. Avtomobil transporti ulushi 1 385,5 mln tonnagacha ko‘tarilgan bo‘lib, mamlakat ichida yuk tashishning asosiy segmentini shakllantiradi; temir yo‘l transportida 73,9 mln tonna tashish esa multimodal tizimning tayanch bo‘g‘ini bo‘lib qolmoqda. Matematik modellash tirish natijalari multimodal zanjirning samaradorligi intermodal operatsiyalar va raqamlashtirish darajasi bilan bevosita bog‘liqligini ko‘rsatdi. Intermodal o‘tish punktlarida (ICD, terminal, port) qayta yuklash va kutish jarayonlari umumiy yetkazib berish vaqtining 18–32 foizini tashkil qilishi aniqlangan; raqamlashtirish darajasi oshirilgan sari bu vaqt 14–26 foizgacha qisqarishi qayd etildi.

Yaratilgan xarajat modeli bilvosita xarajatlar (kechikish, port xizmatlari, hujjatlashtirish) multimodal tashish xarajatlarining 20–30 foizini tashkil qilishini ko‘rsatdi. Raqamlashtirish darajasi 0 dan 1 ga oshirilgan ssenariylar bo‘yicha umumiy xarajat indeksi 25–30 foizgacha kamayishi, yuk oqimlari barqarorlashishi va transport zanjiri uzluksizligi ta’minlanishi aniqlandi. Grafik tahlillar

multimodal kombinatsiyalarning iqtisodiy afzalliklari masofa va yuk turi bilan bog'liq ravishda o'zgarishini ko'rsatdi: qisqa masofalarda avtomobil transporti ma'qul, o'rta masofalarda yo'l–temir yo'l kombinatsiyasi tejamkor, uzoq masofalarda esa temir yo'l–dengiz varianti eng maqbul natija beradi. Shuningdek, raqamlashtirishning transport boshqaruvi, ma'lumot almashinuvi va yukni kuzatish jarayonlariga kiritilgan ta'siri multimodal tizim samaradorligini oshiruvchi omil sifatida tasdiqlandi. Olingan natijalar multimodal logistika jarayonlarida raqamlashtirishni kengaytirish, intermodal almashinuv punktlarida avtomatlashtirilgan tizimlardan foydalanish va yuk oqimlarini boshqarishda optimallashtirilgan modellardan foydalanish zarurligini asoslaydi.

Munozara

Multimodal transport tizimini baholash natijalari uning samaradorligi bevosita raqamlashtirish darajasi, transport turlarining integratsiya sifati va intermodal o'tish jarayonlarining tezligiga bog'liqligini ko'rsatdi. Olingan model natijalari ham nazariy, ham amaliy jihatdan O'zbekistonda multimodal logistikaning transformatsiya jarayonlarini tahlil qilishda muhim metodik asos bo'lib xizmat qiladi. Ushbu bo'limda transport tizimining samaradorligiga ta'sir qiluvchi asosiy omillar, matematik model natijalarining talqini, mavjud infratuzilmaning cheklovlari va raqamlashtirishning iqtisodiy oqibatlarini muhokama qilinadi.

Multimodal tizimdagi asosiy muammolar va ularning tahlili

Tadqiqot natijalariga ko'ra, multimodal tashishlarning asosiy kamchiliklari intermodal almashinuv punktlarida (ICD, temir yo'l terminali, port, daryo terminali) kuzatiladigan operatsion kechikishlar bilan bog'liq. Modeldagi vaqt ko'rsatkichi:

$$T_{total} = \sum \tau_{ij} + \sum \theta_k \quad (9)$$

Intermodal o'tish punktlarining yuqori ulushga ega ekanligini ko'rsatdi. Tadqiqotda aniqlanishicha:

- qayta yuklash vaqti umumiy yetkazib berish vaqtining 18–32 % ini tashkil qiladi;
- portlarda navbat kutish vaqti 10–15 % gacha;
- raqamlashtirilmagan hujjatlashtirish jarayonlari 6–12 % kechikish keltirib chiqaradi.

Bu esa multimodal tizimdagi bilvosita xarajatlar (indirect cost) ulushining yuqoriligini anglatadi. Modeldagi:

$$C_{ij}^{ind} = b_{ij}\tau_{ij}(1 - d_{ij}) \quad (10)$$

Formulasi orqali ko'rilganda, raqamlashtirish darajasi past bo'lgan punktlarda bilvosita xarajatlarning keskin oshishi kuzatildi.

Raqamlashtirish ta'sirining chuqur tahlili

Ssenariy modellashirish natijalari shuni ko'rsatdiki, tizimning raqamlashtirish darajasi d_{ij} oshgan sari intermodal punktlarda vaqt yo'qotishlarining kamayishi umumiy xarajat indeksiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Tadqiqot quyidagilarni aniqladi (1-jadval).

Ushbu jadval multimodal transport tizimida raqamlashtirish darajasi oshishi bilan vaqt samaradorligi va xarajat indekslarining qanday o'zgarishini tizimli va miqdoriy jihatdan aks ettiradi. Jadval uchta asosiy ko'rsatkichni o'z ichiga oladi: raqamlashtirish darajasi, vaqt qisqarishi va xarajat indeksining kamayishi. Bu ko'rsatkichlar o'zaro bevosita bog'liq bo'lib, transport-logistika jarayonlarining boshqaruv sifati va texnologik yetukligini baholash imkonini beradi.

Raqamlashtirish darajasi 0 bo'lgan holat an'anaviy, qo'lda boshqariladigan tizimni ifodalaydi. Bu sharoitda vaqtni tejash kuzatilmaydi va xarajatlar bazaviy darajada, ya'ni 0 foiz o'zgarish bilan saqlanib qoladi. Bunday tizimlarda axborot almashinuvi sekin, rejalashtirish reaktiv xarakterga ega bo'lib, qarorlar asosan kechikkan yoki to'liq bo'lmagan ma'lumotlarga asoslanadi.

1-jadval

Raqamlashtirish darajasini vaqt va xarajat indeksinig o'zgarishiga bog'liqligi

Raqamlashtirish darajasi	Vaqt qisqarishi	Xarajat indeksining o'zgarishi
0 (an'anaviy tizim)	—	0 %
0,25	8–11 %	6–9 %
0,50	14–18 %	12–17 %
0,75	20–26 %	21–25 %
1,00 (to'liq raqamli)	28–33 %	26–30 %

Raqamlashtirish darajasi 0,25 ga yetganda, ya'ni qisman avtomatlashtirilgan boshqaruv elementlari joriy etilganda, vaqt 8–11 foizgacha qisqaradi, xarajat indeksida esa 6–9 foizlik pasayish kuzatiladi. Bu bosqichda elektron hujjat aylanishi, asosiy jarayonlarning raqamli monitoringi va cheklangan axborot integratsiyasi mavjud bo'ladi. Natijada operatsion kechikishlar kamayadi, ammo tizim hali to'liq optimallashtirilmagan bo'ladi.

Raqamlashtirish darajasi 0,50 bo'lgan holatda vaqt qisqarishi 14–18 foizga, xarajat indeksining kamayishi esa 12–17 foizga yetadi. Bu daraja logistika jarayonlarida rejalashtirish va ijroni bog'lovchi axborot tizimlarining shakllanganini ko'rsatadi. Transport oqimlari yanada aniq prognoz qilinadi, resurslardan foydalanish darajasi oshadi va ortiqcha operatsiyalar qisqaradi. 0,75 darajadagi yuqori raqamlashtirish sharoitida vaqt tejalishi 20–26 foizni, xarajatlari kamayishi esa 21–25 foizni tashkil etadi. Bu bosqichda real vaqt rejimidagi monitoring, integratsiyalashgan platformalar va qarorlarni qo'llab-quvvatlovchi tizimlar faol ishlaydi. Tugun nuqtalaridagi muvofiqlashtirish yaxshilanib, multimodal zanjirdagi uzilishlar sezilarli darajada kamayadi. 1,00 darajadagi to'liq raqamli tizimda maksimal samaradorlikka erishiladi. Vaqt qisqarishi 28–33 foiz, xarajat indeksining kamayishi esa 26–30 foiz oralig'ida bo'ladi. Bu holat transport-logistika tizimining barcha ishtirokchilari yagona raqamli muhitda ishlashini, axborot shaffofligi va boshqaruvning proaktiv xarakterga ega ekanini bildiradi [15].

Umuman olganda, jadval raqamlashtirish darajasi oshgani sari vaqt va xarajat ko'rsatkichlari chiziqli bo'lmagan, ammo barqaror kamayish tendensiyasiga ega ekanini ko'rsatadi. Ushbu bog'liqlik O'zbekiston sharoitida multimodal transport tizimini raqamlashtirish orqali yuk oqimlarini optimallashtirish va milliy logistika samaradorligini oshirish uchun muhim ilmiy-amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

Demak, raqamlashtirish orqali bir yillik multimodal yuk oqimlarida 25–30 % gacha resurs tejalishi mumkinligi ilmiy asoslangan.

Bu natija aynan modeldagi:

$$E = \frac{\lambda_1(T_0 - T)}{\lambda_1 T_0} + \frac{\lambda_2(C_0 - C)}{\lambda_2 C_0} + \lambda_3 D \quad (11)$$

Kompleks ko'rsatkich orqali ham tasdiqlandi. $E > 0,25$ bo'lgan holatlar tizim samaradorligining oshganini bildiradi.

Xulosa

Tadqiqot natijalari O'zbekistonda multimodal transport tizimini rivojlantirish jarayoni yuk oqimlarining ortishi, terminal va intermodal almashinuv punktlarining yuklanishi hamda jarayonlarning raqamlashtirilmaganligi bilan cheklanganini ko'rsatdi. Statistik ma'lumotlar multimodal tizimda avtomobil transportining ustun ulushi, temir yo'lining esa barqaror tayanch bo'g'in sifatida shakllanganini tasdiqladi. Matematik modellar asosida intermodal jarayonlarda yuzaga keladigan bilvosita xarajatlari umumiy tashish xarajatlarning sezilarli qismini tashkil qilishi aniqlanib, raqamlashtirish darajasining oshishi ushbu xarajatlarni izchil kamaytirishi ma'lum bo'ldi. Raqamlashtirish jarayonlari (real vaqt monitoringi, elektron hujjatlar, avtomatlashtirilgan terminal operatsiyalari, integratsiyalashgan axborot tizimlari) transport zanjirlarida kechikishlarni qisqartirib, tizimning umumiy samaradorligini oshiradi.

Multimodal transportning raqamli boshqaruvga o'tishi yuk oqimlarining barqarorligini ta'minlash, intermodal bog'lanishlarning uzluksiz ishlashiga erishish va transport xarajatlarning 25–

30 foizgacha kamayishini ta'minlaydi.[14] Bundan tashqari, tadqiqot natijalari transport turlari o'rtasida optimal kombinatsiyalarni shakllantirish, terminal quvvatlaridan samarali foydalanish va yuk oqimlarini prognozlashda ilmiy asoslangan qarorlar qabul qilish imkonini beradi. Shuning uchun multimodal transport tizimida raqamlashtirishni keng ko'lamda joriy etish, ICD va terminal infratuzilmasini modernizatsiya qilish va tarmoqlararo yagona axborot platformasini yaratish mamlakat logistika tizimining strategik rivojlanishida ustuvor yo'nalish hisoblanadi.

Adabiyotlar

- [1] Rodrigue, J.-P. (2020). *The Geography of Transport Systems*. New York: Routledge. <https://transportgeography.org>
- [2] Crainic, T. G., & Kim, K. H. (2007). *Intermodal Transportation*. In: Handbook in OR & MS, Vol. 14, 467–537.
- [3] Notteboom, T., & Rodrigue, J.-P. (2005). *Port regionalization: Toward a new phase in port development*. Maritime Policy & Management, 32(3), 297–313.
- [4] European Commission (2022). *Digital Transport and Logistics Forum (DTLF)*. Yevropa Ittifoqida multimodal raqamlashtirish siyosati. <https://transport.ec.europa.eu>
- [5] Tsamboulas, D., Kapros, S., & Moraiti, P. (2011). *Assessment of transport intermodality*. Procedia – Social and Behavioral Sciences, 20, 867–876.
- [6] Veenstra, A., Zuidwijk, R., & Van Asperen, E. (2012). *Trade-off between costs and reliability in multimodal freight transport*. Journal of Transport Geography, 23, 75–83.
- [7] Macharis, C., & Bontekoning, Y. (2004). *Opportunities for OR in intermodal freight transport research*. European Journal of Operational Research, 153, 400–416.
- [8] Islam, D. M. Z., Zunder, T., Jorna, R., & Wilmsmeier, G. (2015). *Towards a European multimodal freight transport network*. Transport Reviews, 35(4), 441–465.
- [9] Yaghini, M., Karimi, H., & Jolai, F. (2012). *A multi-objective model for multimodal transportation network design*. Applied Mathematical Modelling, 36(11), 5602–5615.
- [10] O'zbekiston Respublikasi Milliy Statistika Qo'mitasi (2024). *Transport va yuk tashish statistika ko'rsatkichlari*. <https://stat.uz>
- [11] ADB (Asian Development Bank) (2021). *Uzbekistan: Logistics and Freight Transport Sector Assessment*. Manila: ADB. (O'zbekiston multimodal logistika holatini tahlil qiluvchi xalqaro hisobot). <https://adb.org>
- [12] UNESCAP (2020). *Digitalizing Multimodal Transport Data and Document Exchange in Central Asia*. Bangkok: UNESCAP.
- [13] Sheffi, Y. (2012). *Logistics Clusters: Delivering Value and Driving Growth*. MIT Press.
- [14] Golovach, A., & Levin, V. (2021). *Modeling multimodal transport corridors in Eurasia*. Transport Problems, 16(3), 45–58.
- [15] World Bank (2023). *Central Asia Logistics Performance Index (LPI) Report*. (O'zbekiston transport-logistika reytingi). <https://lpi.worldbank.org>