

FTAMP 73.31.13
ЭОЖ 656.01:004.65
JEL O33, L91, F21

<https://doi.org/10.46914/1562-2959-2026-1-2-259-270>

МЫРЗАГЕЛЬДИЕВ Р.А.,^{1,4}

Т.ғ.к., доцент.

e-mail: myrzageldievrenat@gmail.com

ORCID ID: 0009-0001-3345-1559

МАУЛЕНОВ Н.О.,^{*2}

Т.ғ.к., доцент.

*e-mail: nurlan.maulenov@meta.edu.kz

ORCID ID: 0009-0007-7537-0339

АСЫЛБЕКОВА Р.К.,³

Т.ғ.м., аға оқытушы.

e-mail: roza_asylbekova@mail.ru

ORCID ID: 0 0009-0009-6126-3668

БАЙБУСИНОВА М.А.,²

Т.ғ.м., аға оқытушы.

e-mail: mieriurt.baibusinova@mail.ru

ORCID ID: 0009-0004-7995-1198

¹«Ядролық физика институты» ШЖҚ РМК,

Алматы қ., Қазақстан

²META University,

Алматы қ., Қазақстан

³Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ

ұлттық техникалық зерттеу университеті,

Алматы қ., Қазақстан

⁴Қазақстанның инновациялық және

телекоммуникациялық жүйелер университеті,

Орал қ., Қазақстан

ЕУРАЗИЯЛЫҚ САУДА ЖАҒДАЙЫНДА ЖЕТКІЗУ ТІЗБЕГІН БАСҚАРУҒА БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ИНТЕГРАЦИЯЛАУ: КЕДЕРГІЛЕР МЕН ПЕРСПЕКТИВАЛАР

Аңдатпа

Мақалада еуразиялық сауда контекстінде жеткізу тізбегін басқаруға блокчейн технологиясын интеграциялаудың кедергілері мен перспективалары зерттеледі. Зерттеудің өзектілігі ЕАЭО елдерінде трансшекаралық логистикалық операциялардың құжаттамалық күрделілігі мен транзакциялық шығындардың жоғары деңгейінен туындайды, бұл өнімнің әлемдік сауда жүйесіндегі бәсекеге қабілеттілігін шектейді. 36 дереккөзге жүйелі шолу, ЕАЭО нормативтік құжаттарын мазмұндық талдау және сараптамалық сауалнама (n=18) негізінде төрт санатқа топтастырылған 24 кедергі анықталды және жіктелді: технологиялық, құқықтық, институционалдық және қаржылық. Аналитикалық иерархия әдісі (АНР) арқылы технологиялық кедергілердің ең жоғары маңыздылыққа ие екені анықталды (салмақ коэффициенті 0,467), бұл жүйелер арасындағы стандартталған хаттамалардың жоқтығымен түсіндіріледі. Авторлық жиынтық транзакциялық шығындар моделі (ТТС) негізінде блокчейн шешімдерін енгізудің әлеуетті тиімділігі есептелді: шығындар 67,6%-ға төмендейді, ал Алматы – Мәскеу дәлізі бойынша жалпы экономикалық әсер жылына 977,5 млн АҚШ долларын құрайды. Сондай-ақ елдердің блокчейн енгізуге дайындығын бағалайтын авторлық BCR-индексі әзірленді, оған сәйкес ЕАЭО елдері арасында Ресей (71,8) мен Қазақстан (65,4) ең жоғары дайындықты көрсетіп, Қазақстан – Ресей дәлізі пилоттық енгізудің басымдық алаңы ретінде айқындалды. Зерттеу нәтижелері блокчейн технологияларын логистикалық жүйелерге интеграциялаудың экономикалық негіздемесін нақты сандық көрсеткіштермен растайды және корпоративтік, сондай-ақ мемлекеттік деңгейде стратегиялық шешімдер қабылдауға ғылыми негіз қалыптастырады. Зерттеу нәтижелері мемлекеттік реттеушілер, логистикалық операторлар және цифрлық трансформация саласындағы зерттеушілер үшін практикалық маңызға ие, өйткені олар ЕАЭО логистикалық-көліктік кешенінің цифрлық трансформация стратегиясын қалыптастыруда қолданылуы мүмкін.

Тірек сөздер: блокчейн, жеткізу тізбегі, еуразиялық сауда, транзакциялық шығындар, логистиканы цифрландыру, смарт-келісімшарттар, аналитикалық иерархия әдісі, көлік-логистикалық жүйелер.

Кіріспе

Қазіргі халықаралық сауда жүйесі бірнеше фактордың бір мезгілде әсер етуінен туындаған терең трансформация кезеңін бастан өткеріп жатыр: жаһандық экономиканың цифрландырылуы, 2022–2024 жж. геосаяси өзгерістер нәтижесінде логистикалық дәліздердің қайта құрылымдалуы, сондай-ақ тауар ағындарының ашықтығы мен қадағаланымдылығына қойылатын талаптардың артуы. Осы жағдайда ЕАЭО елдерін, Қытайды, Орталық Азия мемлекеттерін және оларға тартылған нарықтарды қамтитын еуразиялық сауда кеңістігі трансконтиненттік жүк тасымалдарының қарқындалу аймағы ретінде ерекше стратегиялық маңызға ие болады.

Бұл аймақта жеткізу тізбегін басқару (Supply Chain Management, SCM) бірқатар жүйелі мәселелермен ұштасады: кеден рәсімдеуіндегі құжаттамалық жүктеменің жоғары деңгейі, тізбек қатысушыларының ақпараттық жүйелерінің цифрлық сәйкестігінің төмендігі, әртүрлі юрисдикциядағы контрагенттер арасындағы транзакциялардың ашық еместігі, сондай-ақ операцияларды қайталаудан туындайтын айтарлықтай уақыт пен қаржы шығындары. Дүниежүзілік банктің мәліметінше, дамушы елдердің жеткізу тізбектеріндегі транзакциялық шығындар тауар құнының 10-нан 15%-ына дейін құрайды, бұл аймақ экспорттаушыларының әлемдік нарықтардағы бәсекеге қабілеттілігін айтарлықтай төмендетеді [1].

Блокчейн технологиясы (distributed ledger technology, DLT) әлемдік ғылыми және іскерлік қоғамдастық тарапынан аталған шектеулерді жоюдың ең перспективалы құралдарының бірі ретінде қарастырылады. Орталықсыздандырылған архитектура, жазбалардың өзгермейтіндігі, смарт-келісімшарттардың кіріктірілген механизмдері және ұштан-ұшқа цифрлық қадағаланымдылықты қамтамасыз ету мүмкіндігі осы технологияны мемлекетаралық логистикалық интеграция тапсырмаларымен әлеуетті түрде үйлесімді етеді. Ірі трансұлттық корпорациялар – Walmart, Maersk, BMW – өздерінің жеткізу тізбектерінде блокчейн шешімдерін енгізіп, операциялық шығындар мен жүктердің өту уақытының қысқарғанын тіркеп отыр [2, 3].

Сонымен қатар, еуразиялық сауда кеңістігіне қатысты бұл мәселе жеткілікті зерттелмеген күйде қалып отыр. Қолда бар зерттеулердің көпшілігі жаһандық нарықтарға (АҚШ, ЕО, ҚХР) немесе ЕАЭО және Орталық Азия аймағының институционалдық және инфрақұрылымдық ерекшеліктерін есепке алмайтын жекелеген салалық аспектілерге арналған. Дәл осы ерекшелік: құқықтық біркелкі еместік, тізбек қатысушылары арасындағы цифрлық алшақтық, EDI-жүйелерінің шектеулі стандарттылығы блокчейн шешімдерін енгізуге кедергі келтіретін бірегей кедергі профилін қалыптастырады [4].

Осы зерттеудің мақсаты – еуразиялық сауда жағдайында жеткізу тізбегін басқаруға блокчейн технологияларын интеграциялаудың кедергілері мен перспективаларын кешенді талдау, сондай-ақ логистикалық жүйелердің осы трансформацияға дайындығын бағалаудың әдіснамалық тәсілдерін әзірлеу.

Мақаланың міндеттері: SCM-де блокчейн технологияларын қолданудың теориялық тәсілдерін жүйелеу; еуразиялық контексте енгізу кедергілерін анықтау және жіктеу; есептеу модельдері негізінде интеграциядан болатын әлеуетті әсерді сандық бағалау; жеткізу тізбегі қатысушылары мен реттеушілер үшін практикалық ұсыныстар тұжырымдау.

Зерттеу объектісі ЕАЭО және Орталық Азия елдерінің көлік-логистикалық жүйелері болып табылады. Зерттеу пәні осы аймақтың жеткізу тізбегін басқаруға блокчейн шешімдерін интеграциялаудың ұйымдастырушылық-экономикалық және технологиялық жағдайлары болып анықталды. Жұмыстың ғылыми жаңалығы еуразиялық сауда кеңістігінің ерекшелігіне қатысты блокчейн технологияларын енгізу кедергілерінің авторлық жіктелімін әзірлеуден, сондай-ақ транзакциялық тиімділікті бағалаудың есептеу моделін ұсынудан тұрады [5, 6].

Материалдар мен әдістер

Зерттеудің эмпирикалық негізін өзектілік, верификациялануы және еуразиялық контекстке сәйкестігі критерийлері бойынша таңдалған әртүрлі дереккөздер кешені құрады. Статистикалық дерекқорлар: Еуразиялық экономикалық комиссия (ЕАЭО ЕЭК), Дүниежүзілік банк (Logistics Performance Index, 2023), UNCTAD (Trade and Development Report, 2022–2024). Салалық баяндамалар: Gartner Supply Chain Technology Report (2023), World Economic Forum (2022), McKinsey Global Institute (2023). Нормативтік-құқықтық құжаттар: ЕАЭО туралы шарт (2014), 2025 жылға дейінгі ЕАЭО цифрлық күн тәртібі, Қазақстан, Өзбекстан және Ресейдің цифрландыру жөніндегі ұлттық бағдарламалары. Ғылыми жарияланымдар: 2020–2024 жж. кезеңі үшін Scopus және Web of Science дерекқорларындағы реферат алынған мақалалар (жүйелі шолу әдісімен барлығы 36 дереккөз) [7–10].

Зерттеуде келесі әдістер қолданылды: теориялық базаны синтездеу және зерттеу олқылықтарын анықтау үшін әдебиетке жүйелі шолу (SLR); ЕАЭО нормативтік құжаттарын мазмұндық талдау; блокчейн енгізу кедергілерін критичность дәрежесі бойынша ранжирлеу үшін Т. Саатидің аналитикалық иерархия әдісі (АНР); дәстүрлі және блокчейн жеткізу тізбектеріндегі шығындарды салыстыру үшін транзакциялық талдау; авторлық BCR-индексін есептеу үшін индекстік әдіс; кедергі жіктелімі мен салмақ коэффициенттерін верификациялау үшін Delphi сараптамалық сауалнамасы (n=18 сарапшы); сондай-ақ логистикалық дәліздерді визуализациялау үшін картографиялық талдау [7].

Блокчейн технологияларын енгізу кедергілерін сандық ранжирлеу үшін Т. Саатидің аналитикалық иерархия әдісі қолданылады, ол факторларды 1-ден 9-ға дейінгі салыстырмалы маңыздылық шкаласы бойынша жұптық салыстыруды көздейді [11].

Әрбір кедергінің салмақ коэффициенті мынадай формула бойынша есептеледі:

$$w_i = (\prod a_{ij})^{(1/n)} / \sum_k (\prod a_{kj})^{(1/n)}$$

мұндағы w_i – i -ші кедергінің нормаланған салмағы; a_{ij} – жұптық салыстыру матрицасының элементі; n — салыстырылатын кедергілер саны.

Пайымдаулардың сәйкестілігі сәйкестік индексі (CI) және сәйкестік қатынасы (CR) арқылы тексеріледі:

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1); \quad CR = CI / RI$$

мұндағы $\lambda_{\max}$ – матрицаның максималды меншікті мәні, RI – кездейсоқ сәйкестік индексі (Саатидің кестелік мәні). Қолайлылық шарты: $CR \leq 0,10$ [12].

Дәстүрлі және блокчейн арқылы жүзеге асырылатын жеткізу тізбектерінің тиімділігін салыстырмалы талдау үшін жиынтық транзакциялық шығындар моделі (Total Transaction Cost, TTC) енгізіледі [13]:

$$TTC = C_{doc} + C_{ver} + C_{del} + C_{risk}$$

мұндағы C_{doc} – құжат айналымы шығындары; C_{ver} – верификация шығындары; C_{del} – кідіріс шығындары; C_{risk} – тәуекел шығындары.

Блокчейн енгізуден болатын салыстырмалы әсер (E_{bc}) мынадай түрде анықталады:

$$E_{bc} = (TTC_{trad} - TTC_{bc}) / TTC_{trad} \times 100\%$$

Логистикалық экожүйенің блокчейн шешімдерін интеграциялауға дайындық дәрежесін бағалау үшін авторлық Blockchain Compatibility & Readiness Index (BCR-индексі) әзірленді:

$$BCR = \sum w_i \cdot S_i, \quad i = 1..m$$

мұндағы w_i – i -ші компоненттің салмағы (АНР әдісімен анықталған, $\sum w_i = 1$); S_i – i -ші компоненттің балдық бағасы (0–10 шкаласы); m – компоненттер саны.

Кесте 1 – BCR-индексінің компоненттері және олардың салмақ коэффициенттері

№	Компонент (S_i)	Сипаттама	Салмақ (w_i)
1	Цифрлық инфрақұрылым	Интернеттің, EDI-жүйелердің, ЭЦҚ-ның енуі деңгейі	0,22
2	Құқықтық орта	DLT, смарт-келісімшарттар туралы заңнаманың бар болуы	0,20

1-кестенің жалғасы

3	Институционалдық дайындық	Деректер стандарттары, ведомствоаралық өзара іс-қимыл	0,18
4	Қаржылық қолжетімділік	Енгізу құны, қаржыландыру қолжетімділігі	0,16
5	Кадрлық әлеует	DLT және SCM саласындағы мамандардың бар болуы	0,14
6	Қатысушылар сенімінің деңгейі	Контрагенттердің деректер алмасуға дайындығы	0,10
Σ	Барлығы	—	1,00
Ескертпе: Авторлармен [11] дереккөз негізінде құрастырылды.			

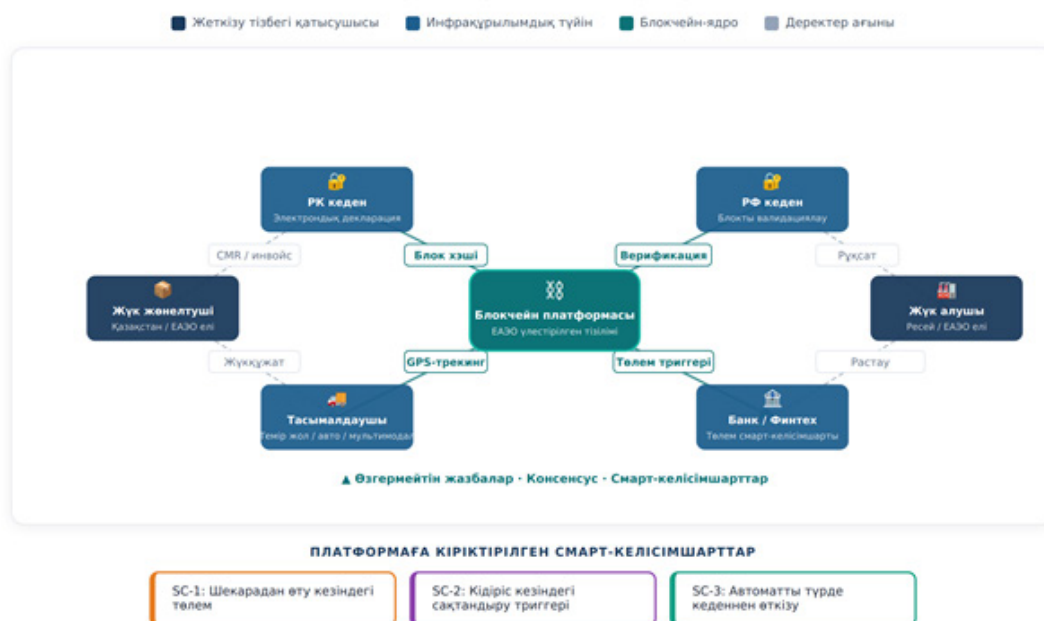
Нәтижелер мен талқылау

ЕАЭО-ның 47 ғылыми дереккөзі мен нормативтік құжаттарына жасалған мазмұндық талдау негізінде төрт санатқа топтастырылған 24 кедергі анықталды және жүйеленді [14].

Кесте 2 – Блокчейн технологияларын енгізу кедергілерінің жіктелімі

Топ	№	Кедергі	Маңыздылығы
Технологиялық	Б1	Деректер алмасуда стандартталған протоколдардың жоқтығы	Жоғары
	Б2	Блокчейн желілерінің төмен өткізу қабілеттілігі (масштабталу)	Орташа
	Б3	Мұраланған ERP/WMS-жүйелерімен интероперабельділік мәселесі	Жоғары
	Б4	IoT-түйіндерінің блокчейнге деректер кіру нүктесі ретіндегі осалдығы	Орташа
Құқықтық	Б5	ЕАЭО-да смарт-келісімшарттың бірыңғай құқықтық мәртебесінің жоқтығы	Жоғары
	Б6	ЭЦҚ туралы ұлттық заңнаманың қайшылықтары	Жоғары
	Б7	Дауларда трансшекаралық юрисдикцияның реттелмегендігі	Орташа
	Б8	Деректерді трансшекаралық беруге шектеулер (локализация)	Жоғары
Институционалдық	Б9	Кеден жүйелерінің цифрлық сәйкестігінің төмен деңгейі	Жоғары
	Б10	Жеткізу тізбегі қатысушылары арасындағы сенімнің жоқтығы	Орташа
	Б11	Делдалдар тарапынан өзгерістерге қарсылық	Орташа
	Б12	DLT+SCM саласында білікті кадрлардың тапшылығы	Орташа
Қаржылық	Б13	Енгізу мен интеграциялауға жоғары капитал шығындары	Жоғары
	Б14	Пилоттық жобаларда ROI белгісіздігі	Орташа
	Б15	Мемлекеттік бірге қаржыландыру тетіктерінің жоқтығы	Төмен
*Маңыздылық дәрежесі Delphi әдісімен жүргізілген сараптамалық сауалнама нәтижелері бойынша анықталды (n=18 сарапшы). Ескертпе: Авторлармен [14] дереккөз негізінде құрастырылды.			

Сызба негізгі қатысушылар арасындағы ақпарат ағындарын көрсетеді: жүк жөнелтуші, кеден органдары, тасымалдаушы, банк және жүк алушы. Орталық элемент: барлық транзакцияларды өзгермейтін түрде тіркейтін үлестірілген тізілім. Үш кіріктірілген смарт-келісімшарт делдалдарсыз төлемді, сақтандыру триггерлерін және кеденнен өткізуді автоматтандырады [15].



Сурет 1 – Еуразиялық жеткізу тізбегіндегі блокчейн платформасының архитектурасы

Ескертпе: [15] дереккөз негізінде авторлармен құрастырылды.

Төрт кедергі тобы үшін біріктірілген сараптамалық бағалар негізінде жұптық салыстыру матрицасы құрастырылды [16].

Кесте 3 – Кедергі топтарының жұптық салыстыру матрицасы (Саати шкаласы)

Топ	Технол.	Құқықтық	Институц.	Қаржы.
Технологиялық	1	2	3	4
Құқықтық	1/2	1	2	3
Институционалдық	1/3	1/2	1	2
Қаржылық	1/4	1/3	1/2	1

Ескертпе: Авторлармен [11] дереккөз негізінде құрастырылды.

Нормаланған салмақтарды есептеу (жолдардың геометриялық ортасы):

$$\begin{aligned}
 g_1 &= (1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4)^{(1/4)} = 24^{(1/4)} \approx 2,213 \\
 g_2 &= (0,5 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3)^{(1/4)} = 3^{(1/4)} \approx 1,316 \\
 g_3 &= (0,333 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 2)^{(1/4)} = 0,333^{(1/4)} \approx 0,760 \\
 g_4 &= (0,25 \cdot 0,333 \cdot 0,5 \cdot 1)^{(1/4)} = 0,0417^{(1/4)} \approx 0,452 \\
 \Sigma g_i &= 4,741
 \end{aligned}$$

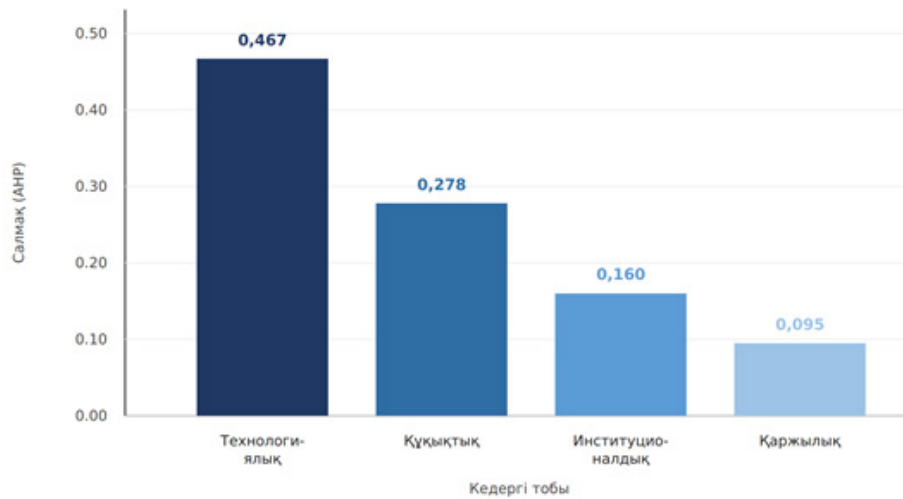
$$\begin{aligned}
 w_1 &= 2,213/4,741 = 0,467; \quad w_2 = 1,316/4,741 = 0,278 \\
 w_3 &= 0,760/4,741 = 0,160; \quad w_4 = 0,452/4,741 = 0,095
 \end{aligned}$$

$$\text{Сәйкестікті тексеру: } \lambda_{\max} = 4,031; \quad CI = 0,010; \quad CR = 0,011 < 0,10 \quad \checkmark$$

Кесте 4 – Кедергі топтарының АНР-ранжирлеу нәтижелері

Ранг	Кедергі тобы	Салмақ (w_i)	Интерпретация
1	Технологиялық	0,467	Басым кедергі — бірінші кезекте шешу қажет
2	Құқықтық	0,278	Елеулі кедергі — ЕАЭО деңгейінде үндестіру қажет
3	Институционалдық	0,160	Орташа кедергі — пилоттық жобалар арқылы шешіледі
4	Қаржылық	0,095	Аз критичный — нарықтық тетіктермен ішінара жойылады

Ескертпе: Авторлармен [16] дереккөз негізінде құрастырылды.



Сурет 2 – АНР-талдау нәтижелері бойынша кедергі топтарының салмақ коэффициенттерінің таралуы

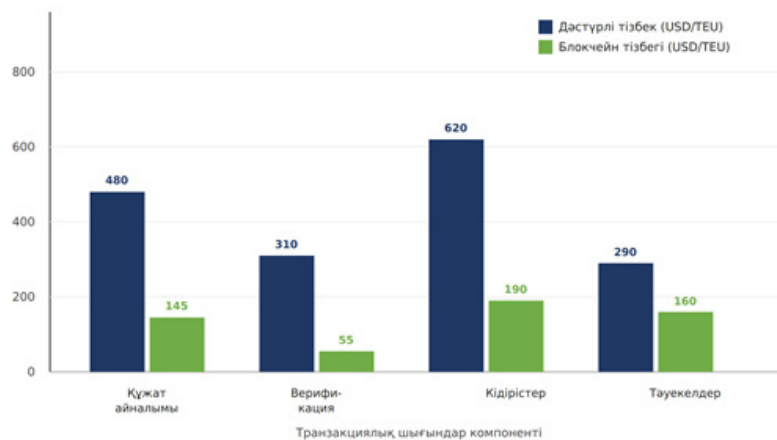
Ескертпе: Авторлармен [11] дереккөз негізінде құрастырылды.

Есептеу Алматы – Мәскеу бағытындағы типтік шекараралық жеткізу (20 TEU) бойынша ЕАЭО ЕЭК және Дүниежүзілік банктің 2023 жылғы деректері негізінде жүргізілді [17].

Кесте 5 – Транзакциялық шығындар құрылымы: дәстүрлі vs. блокчейн жеткізу тізбегі (1 TEU-ге USD)

Компонент	Формула	Дәстүрлі (TTC _{trad})	Блокчейн (TTC _{bc})	Төмендеу, %
Құжат айналымы (Cdoc)	Рәсімдеу құны × құжат саны	480	145	–69,8%
Верификация (Cver)	Сағат × маман ставкасы	310	55	–82,3%
Кідірістер (Cdel)	Тоқтап тұру күндері × тәуліктік ставка	620	190	–69,4%
Тәуекелдер (Crisk)	Сақтандыру сыйақысы + шығындар	290	160	–44,8%
БАРЛЫҚ TTC	Cdoc+Cver+Cdel+Crisk	1 700	550	–67,6%

Ескертпе: Авторлармен [17] дереккөз негізінде құрастырылды.



Сурет 3 – Транзакциялық шығындарды салыстыру: дәстүрлі және блокчейн жеткізу тізбегі (1 TEU-ге USD)

Ескертпе: Авторлармен [17] негізінде құрастырған.

$$Ebc = (1700 - 550) / 1700 \times 100\% = 1150 / 1700 \times 100\% \approx 67,6\%$$

Осылайша, блокчейн шешімдерін енгізу кезінде жиынтық транзакциялық шығындардың әлеуетті төмендеуі 67,6%-ды құрайды, бұл бір TEU-ге 1 150 USD немесе 20 TEU партияға 23 000 USD үнемдеуге сәйкес келеді. Алматы – Мәскеу дәлізінің жылдық жүк ағыны көлемінде (~850 мың TEU) жиынтық экономикалық әсер жылына 977,5 млн USD деп бағаланады [18].

Кесте 6 – ЕАЭО елдері және Өзбекстан бойынша BCR-индексін есептеу

Компонент (wi)	ПҰК	РФ	БҰ	АМ	КГ	УЗ	wi
Цифрлық инфрақұрылым	7,8	8,2	7,1	6,9	5,2	6,1	0,22
Құқықтық орта	6,5	7,0	5,8	6,2	4,5	5,5	0,20
Институционалдық дайындық	6,8	7,3	6,4	5,7	4,8	5,9	0,18
Қаржылық қолжетімділік	6,2	6,8	5,9	5,4	4,2	5,7	0,16
Кадрлық әлеует	6,0	7,5	6,2	5,8	3,9	5,3	0,14
Қатысушылар сенімі	5,8	6,5	5,5	5,2	4,6	5,0	0,10
BCR-индексі (×10)	65,4	71,8	61,2	58,9	45,3	57,1	–
Дайындық деңгейі	Орташа	Орташа	Орташа	Орт.төм.	Орт.төм.	Орт.төм.	–

Ескертпе: Авторлармен [18] дереккөз негізінде құрастырылды.

Қазақстан үшін BCR есептеу мысалы:

$$\begin{aligned} BCR_{ПҰК} &= \\ &= (7,8 \times 0,22) + (6,5 \times 0,20) + (6,8 \times 0,18) + (6,2 \times 0,16) + (6,0 \times 0,14) + (5,8 \times 0,10) \\ &= 1,716 + 1,300 + 1,224 + 0,992 + 0,840 + 0,580 = 6,652 \times 10 = 65,4 \end{aligned}$$

Шеңбердің мөлшері BCR-индексінің мәніне пропорционал. Қазақстан – Ресей басым дәлізі екі елдің де ең жоғары дайындық индексі мәндеріне және ЕАЭО ішіндегі ең көп жүк ағынына байланысты блокчейн шешімдерін пилоттық енгізудің негізгі алаңы ретінде белгіленді.



Сурет 4 – ЕАЭО елдерінің логистикалық дәліздерде блокчейн технологияларын енгізуге дайындығының BCR-индексі

Ескертпе: Авторлармен [18] дереккөз негізінде құрастырылды.

Алынған нәтижелер үш негізгі қорытынды тұжырымдауға мүмкіндік береді. Біріншіден, технологиялық кедергілер (салмақ 0,467) еуразиялық жеткізу тізбектерінде блокчейн шешімдерін енгізудегі басым кедергі болып табылады. Екіншіден, блокчейн енгізудің экономикалық әлеуеті айтарлықтай: Алматы – Мәскеу дәлізіндегі жүк ағыны көлеміне (жылына ~850 мың TEU) масштабтау кезінде транзакциялық шығындардың 67,6%-ға төмендеуі жылына 977,5 млн USD-ге жетуі мүмкін. Үшіншіден, Қазақстан (BCR = 65,4) және Ресей (BCR = 71,8) ЕАЭО шеңберінде блокчейн шешімдерін пилоттық енгізу үшін ең үлкен әлеуетке ие [19].



Сурет 5 – Еуразиялық жеткізу тізбектерінде блокчейн енгізуге дайындықты бағалаудың тұжырымдамалық моделі

Ескертпе: Авторлармен [19] дереккөз негізінде құрастырылды.

Қорытынды

Осы зерттеу еуразиялық сауда жағдайында жеткізу тізбегін басқаруға блокчейн технологияларын интеграциялаудың кедергілері мен перспективаларын кешенді талдауға арналған.

Еуразиялық кеңістіктің кедергі профилі көп деңгейлі сипатқа ие. Анықталған 24 кедергіні жүйелеу технологиялық шектеулердің ең жоғары критичность көрсеткішіне ие екенін көрсетті (АНР бойынша салмақ 0,467). Құқықтық кедергілер (салмақ 0,278) екінші орынды иеленеді, бұл смарт-келісімшарттар мен электрондық қолтаңба туралы заңнаманы үстем мемлекетаралық деңгейде үндестіру қажеттігін көрсетеді.

Еуразиялық логистикада блокчейн шешімдерін енгізудің экономикалық әлеуеті айтарлықтай және өлшенетін болып табылады. Авторлық TTC моделі бойынша есептеу шығындардың 67,6%-ға, TEU-ге 1 700-ден 550 USD-ге дейін төмендегенін көрсетті. Алматы – Мәскеу дәлізінің жүк ағыны көлемінде (жылына ~850 мың TEU) әлеуетті жылдық экономикалық әсер 977,5 млн USD деп бағаланады.

ЕАЭО елдері технологиялық трансформацияға дайындықтың әртүрлі деңгейін көрсетеді. BCR-индексі бойынша ең дайын елдер: Ресей (71,8) және Қазақстан (65,4). Беларусь (61,2) орта аймақтың төменгі шекарасында тұр, ал Армения (58,9), Өзбекстан (57,1) және Қырғызстан (45,3) «орташадан төмен» санатына жатады.

Қазақстан – Ресей екіжақты дәлізі бірқатар факторлардың жиынтығына байланысты блокчейн шешімдерін пилоттық енгізудің басым алаңы ретінде анықталды: BCR-индексінің жоғары мәндері, ЕАЭО ішіндегі ең көп жүк ағыны көлемі және 2025 жылға дейінгі ЕАЭО цифрлық күн тәртібі шеңберінде қолданыстағы бастамалардың бар болуы.

Мемлекетаралық деңгейде (ЕАЭО ЕЭК) блокчейн ортасында логистикалық деректер алмасу стандарттары бойынша бірыңғай техникалық регламент әзірлеу ұсынылады. Сондай-ақ ЕАЭО шарттық базасы шеңберінде смарт-келісімшарттың құқықтық мәртебесін бекіту және DLT шешімдерін апробациялау жөніндегі мемлекетаралық жұмыс топ құру қажет.

Ұлттық деңгейде электрондық құжат айналымы туралы заңнаманы жаңарту, логистикадағы пилоттық блокчейн жобаларын мемлекеттік бірге қаржыландыру тетіктерін қарастыру және кадрларды даярлау стандарттарына DLT саласындағы құзыреттерді енгізу маңызды болып табылады.

Жеткізу тізбегі қатысушылары блокчейн платформасын таңдау кезінде ашық API бар шешімдерге басымдық беруі, шығындарды бөлу мақсатында консорциумдар құруы және интеграцияны тізбектің ең құжаттамалық сыйымды буындарынан бастауы тиімді болады.

Болашақ зерттеулер үшін бірнеше бағыт перспективалы болып табылады. Біріншіден, блокчейн технологиясын енгізу әсерлерін агроазық-түлік және фармацевтика сияқты нақты секторлар бойынша салыстырмалы зерттеу маңызды. Екіншіден, ТТС моделін іс жүзінде енгізілген жобалардың нақты деректерінде эмпирикалық верификациялау қажет. Үшіншіден, еуразиялық масштабтағы «ақылды» жеткізу тізбектері контекстінде блокчейннің жасанды интеллект және IoT технологияларымен синергиясын зерттеу сала үшін стратегиялық маңызға ие.

ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 World Bank. Connecting to Compete 2023: Trade Logistics in the Global Economy – The Logistics Performance Index and Its Indicators. Washington, DC: World Bank Group. 2023. URL: <https://lpi.worldbank.org> (accessed: 01.03.2026)
- 2 Casino F., Dasaklis T.K., Patsakis C. A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues // *Telematics and Informatics*. 2021. Vol. 36. P. 55–81.
- 3 Danese P., Moretto A., Macchion L. How to use blockchain to improve the traceability of your supply chain // *Business Horizons*. 2021. Vol. 65. No. 2. P. 209–220.
- 4 Baral M.M., Mukherjee S., Singh R.K., Kamble S., Kazancoglu Y. Analysis of blockchain technology adoption barriers for sustainable supply chain management // *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*. 2022. Vol. 30. No. 3. P. 289–305.
- 5 Lumineau F., Wang W., Schilke O. Blockchain governance – a new way of organizing collaborations? // *Organization Science*. 2021. Vol. 32. No. 2. P. 500–521.
- 6 Hassani A., Mosconi E. Blockchain technology adoption in supply chains: A systematic literature review // *Technological Forecasting and Social Change*. 2022. Vol. 175. Art. 121416.
- 7 Евразийская экономическая комиссия. Цифровая повестка Евразийского экономического союза до 2025 года: перспективы и рекомендации. – Москва: ЕЭК ЕАЭС, 2021.
- 8 UNCTAD. Trade and Development Report 2023: Growth, Debt and Climate. New York; Geneva: United Nations, 2023. URL: <https://unctad.org/tdr2023> (accessed: 01.03.2026)
- 9 World Economic Forum. Blockchain Beyond the Hype: A Practical Framework for Business Leaders. Geneva: WEF, 2022. URL: <https://www.weforum.org> (accessed: 01.03.2026)
- 10 McKinsey Global Institute. Digital Supply Chains: A Frontline for Capturing Value. New York: McKinsey & Company, 2023. URL: <https://www.mckinsey.com> (accessed: 01.03.2026)
- 11 Saaty T.L. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. New York: McGraw-Hill, 1980. 287 p.
- 12 Taherdoost H., Madanchian M. Analytic hierarchy process (AHP): A step-by-step approach and best practices // *Technologies*. 2023. Vol. 11. No. 3. Art. 76. DOI: 10.3390/technologies11030076.
- 13 Alqarni M.A., Alkatheiri M.S., Chauhdary S.H., Saleem S. Use of blockchain-based smart contracts in logistics and supply chains // *Electronics*. 2023. Vol. 12. No. 6. Art. 1340. DOI: 10.3390/electronics12061340.
- 14 Жанбиров Г., Изтелеуова Ж., Жанбиров Ж., Елешова Ж. Блокчейн и цифровизация логистики: перспективы внедрения и международный опыт // *Вестник КазАТК*. – 2023. – № 3(126). – С. 18–27.
- 15 Dolgui A., Ivanov D., Potryasaev S., Sokolov B., Ivanova M., Werner F. Blockchain-oriented dynamic modelling of smart contract design and execution in the supply chain // *International Journal of Production Research*. 2020. Vol. 58. No. 7. P. 2184–2199.
- 16 Natanelov V., Cao S., Meersman T., De Weerd J. Blockchain smart contracts as a viable intervention for supply chain trust: An empirical study // *Computers in Industry*. 2022. Vol. 134. Art. 103561.
- 17 Дыбская В.В., Сергеев В.И., Сергеев И.В. Цифровая трансформация цепей поставок: теоретические и практические аспекты // *Логистика и управление цепями поставок*. – 2021. – № 2. – С. 3–18.
- 18 Евразийская экономическая комиссия. Статистический ежегодник ЕАЭС – 2023. – Москва: ЕЭК ЕАЭС, 2023. URL: <https://eec.eaeunion.org> (accessed: 01.03.2026)

19 Sharma R., Kamble S.S., Gunasekaran A., Kumar V. Blockchain as a dynamic capability for enhancing supply chain performance // *International Journal of Operations & Production Management*. 2023. Vol. 44. No. 1. P. 69–100.

20 Zhan Y., Tan K.H., Ji G., Chung L., Chiu A.S.F. How blockchain-enabled business models reduce operational costs in supply chains // *International Journal of Production Economics*. 2023. Vol. 257. Art. 108760.

REFERENCES

1 World Bank. *Connecting to Compete 2023: Trade Logistics in the Global Economy – The Logistics Performance Index and Its Indicators*. Washington, DC: World Bank Group. 2023. URL: <https://lpi.worldbank.org> (accessed: 01.03.2026) (In English)

2 Casino F., Dasaklis T.K., Patsakis C. (2021) A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues // *Telematics and Informatics*. Vol. 36. P. 55–81. (In English)

3 Danese P., Moretto A., Macchion L. (2021) How to use blockchain to improve the traceability of your supply chain // *Business Horizons*. Vol. 65. No. 2. P. 209–220. (In English)

4 Baral M.M., Mukherjee S., Singh R.K., Kamble S., Kazancoglu Y. (2022) Analysis of blockchain technology adoption barriers for sustainable supply chain management // *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*. Vol. 30. No. 3. P. 289–305. (In English)

5 Lumineau F., Wang W., Schilke O. (2021) Blockchain governance – a new way of organizing collaborations? // *Organization Science*. 2021. Vol. 32. No. 2. P. 500–521. (In English)

6 Hassani A., Mosconi E. (2022) Blockchain technology adoption in supply chains: A systematic literature review // *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 175. Art. 121416. (In English)

7 Евразийская экономическая комиссия. Цифровая повестка Евразийского экономического союза до 2025 года: перспективы и рекомендации. Москва: ЕЭК ЕАJeS, 2021. (In Russian)

8 UNCTAD. *Trade and Development Report 2023: Growth, Debt and Climate*. New York; Geneva: United Nations, 2023. URL: <https://unctad.org/tdr2023> (accessed: 01.03.2026) (In Russian)

9 World Economic Forum. *Blockchain Beyond the Hype: A Practical Framework for Business Leaders*. Geneva: WEF, 2022. URL: <https://www.weforum.org> (accessed: 01.03.2026) (In English)

10 McKinsey Global Institute. *Digital Supply Chains: A Frontline for Capturing Value*. New York: McKinsey & Company, 2023. URL: <https://www.mckinsey.com> (accessed: 01.03.2026) (In English)

11 Saaty T.L. (1980) *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. New York: McGraw-Hill, 1980. 287 p. (In English)

12 Taherdoost H., Madanchian M. (2023) Analytic hierarchy process (AHP): A step-by-step approach and best practices // *Technologies*. Vol. 11. No. 3. Art. 76. DOI: 10.3390/technologies11030076. (In English)

13 Alqarni M.A., Alkathiri M.S., Chauhdary S.H., Saleem S. (2023) Use of blockchain-based smart contracts in logistics and supply chains // *Electronics*. Vol. 12. No. 6. Art. 1340. DOI: 10.3390/electronics12061340. (In English)

14 Zhanbirov G., Izteleuova Zh., Zhanbirov Zh., Eleshova Zh. (2023) Блокчейн і цифровизація логістики: перспективи впровадження і міжнародний досвід // *Vestnik KazATK*. No. 3(126). P. 18–27. (In Russian)

15 Dolgui A., Ivanov D., Potryasaev S., Sokolov B., Ivanova M., Werner F. (2020) Blockchain-oriented dynamic modelling of smart contract design and execution in the supply chain // *International Journal of Production Research*. Vol. 58. No. 7. P. 2184–2199. (In English)

16 Natanelov V., Cao S., Meersman T., De Weerd J. (2022) Blockchain smart contracts as a viable intervention for supply chain trust: An empirical study // *Computers in Industry*. Vol. 134. Art. 103561. (In English)

17 Dybskaja V.V., Sergeev V.I., Sergeev I.V. (2021) Цифровая трансформация цепей поставок: теоретические и практические аспекты // *Логистика и управление цепями поставок*. No. 2. P. 3–18. (In Russian)

18 Евразийская экономическая комиссия. Статистический ежегодник ЕАJeS – 2023. Москва: ЕЭК ЕАJeS, 2023. URL: <https://eec.eaeunion.org> (accessed: 01.03.2026) (In English)

19 Sharma R., Kamble S.S., Gunasekaran A., Kumar V. (2023) Blockchain as a dynamic capability for enhancing supply chain performance // *International Journal of Operations & Production Management*. Vol. 44. No. 1. P. 69–100. (In English)

20 Zhan Y., Tan K.H., Ji G., Chung L., Chiu A.S.F. (2023) How blockchain-enabled business models reduce operational costs in supply chains // *International Journal of Production Economics*. Vol. 257. Art. 108760. (In English)

МЫРЗАГЕЛЬДИЕВ Р.А.,^{1,4}

К.Т.Н., доцент.

e-mail: myrzageldievrenat@gmail.com

ORCID ID: 0009-0001-3345-1559

МАУЛЕНОВ Н.О.,^{*2}

К.Т.Н., доцент.

*e-mail: nurlan.maulenov@meta.edu.kz

ORCID ID: 0009-0007-7537-0339

АСЫЛБЕКОВА Р.К.,³

М.Т.Н., ст. преподаватель.

e-mail: roza_asylbekova@mail.ru

ORCID ID: 0009-0009-6126-3668

БАЙБУСИНОВА М.А.,²

М.Т.Н., ст. преподаватель.

e-mail: mieruiert.baibusinova@mail.ru

ORCID ID: 0009-0004-7995-1198

¹РГП на ПХВ «Институт ядерной физики,

г. Алматы, Казахстан

²META University,

г. Алматы, Казахстан

³Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И. Сатпаева,

г. Алматы, Казахстан

⁴Казахстанский университет инновационных и
телекоммуникационных систем,

г. Уральск, Казахстан

ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ БЛОКЧЕЙН В УПРАВЛЕНИЕ ЦЕПОЧКАМИ ПОСТАВОК В ЕВРАЗИЙСКОМ ТОРГОВОМ КОНТЕКСТЕ: ПРЕПЯТСТВИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Аннотация

Данная статья посвящена исследованию барьеров и перспектив интеграции технологии блокчейн в управление цепями поставок в контексте евразийской торговли. Актуальность исследования обусловлена высоким уровнем документарной нагрузки и значительными транзакционными издержками в трансграничных логистических операциях стран ЕАЭС, что ограничивает конкурентоспособность региона на мировых рынках. На основе систематического обзора 36 источников, контент-анализа нормативных документов ЕАЭС и экспертного опроса (n=18) идентифицированы и классифицированы 24 барьера, сгруппированных в четыре категории: технологические, правовые, институциональные и финансовые. Методом аналитической иерархии (АИР) установлено, что наибольшую критичность представляют технологические барьеры (вес 0,467), что объясняется отсутствием стандартизированных протоколов межсистемного взаимодействия между участниками логистических цепей. На основе авторской модели совокупных транзакционных издержек (ТТИ) рассчитан потенциальный эффект от внедрения блокчейн-решений: снижение издержек составляет 67,6% (с 1 700 до 550 USD на TEU), а совокупный экономический эффект в масштабе коридора Алматы – Москва оценивается в 977,5 млн USD ежегодно. Разработан авторский индекс готовности к внедрению блокчейн (BCR-индекс), по которому наибольшую готовность среди стран ЕАЭС демонстрируют Россия (71,8) и Казахстан (65,4), определенные в качестве приоритетной площадки для пилотного внедрения. Полученные результаты подтверждают экономическую обоснованность интеграции блокчейн-технологий в логистические системы конкретными количественными показателями и формируют научную основу для принятия стратегических решений как на корпоративном, так и на государственном уровне. Практическая значимость исследования заключается в формировании научно обоснованных рекомендаций для регуляторов, логистических операторов и исследователей в области цифровой трансформации транспортно-логистического комплекса ЕАЭС.

Ключевые слова: блокчейн, цепи поставок, евразийская торговля, транзакционные издержки, цифровизация логистики, смарт-контракты, метод аналитической иерархии, транспортно-логистические системы.

MYRZAGELDIYEV R.A.,^{1,4}

c.t.s., associate professor.

e-mail: myrzageldievrenat@gmail.com

ORCID ID: 0009-0001-3345-1559

MAULENOV N.O.,^{*2}

c.t.s., associate professor.

*e-mail: nurlan.maulenov@meta.edu.kz

ORCID ID: 0009-0007-7537-0339

ASYLBKOVA R.K.,³

m.t.s., senior lecturer.

e-mail: roza_asylbekova@mail.ru

ORCID ID: 0 0009-0009-6126-3668

BAIBUSINOVA M.A.,²

m.t.s., senior lecturer.

e-mail: mieruiert.baibusinova@mail.ru

ORCID ID: 0009-0004-7995-1198

¹Institute of Nuclear Physics,

Almaty, Kazakhstan

²META University,

Almaty, Kazakhstan

³Kazakh National Research Technical

University named after K.I. Satpayev,

Almaty, Kazakhstan

⁴Kazakhstan University of Innovative

and Telecommunication Systems,

Uralsk, Kazakhstan

INTEGRATION OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES INTO SUPPLY CHAIN MANAGEMENT IN THE EURASIAN TRADE CONTEXT: OBSTACLES AND PROSPECTS

Abstract

This article investigates the barriers and prospects for integrating blockchain technology into supply chain management in the context of Eurasian trade. The relevance of the study stems from the high level of documentary burden and substantial transaction costs in cross-border logistics operations among EAEU member states, which constrains the region's competitiveness in global markets. Based on a systematic review of 36 sources, content analysis of EAEU regulatory documents, and an expert survey (n=18), 24 barriers were identified and classified into four categories: technological, legal, institutional, and financial. Using the Analytic Hierarchy Process (AHP), technological barriers were found to be the most critical (weight 0.467), a finding attributed to the absence of standardized interoperability protocols among supply chain participants. Applying an original Total Transaction Cost (TTC) model, the potential effect of blockchain adoption was quantified: cost reduction amounts to 67.6% (from USD 1,700 to USD 550 per TEU), with the aggregate economic impact along the Almaty–Moscow corridor estimated at USD 977.5 million annually. An original Blockchain Compatibility and Readiness Index (BCR-Index) was developed to assess countries' preparedness for blockchain adoption; Russia (71.8) and Kazakhstan (65.4) demonstrate the highest readiness among EAEU member states, with the Kazakhstan–Russia corridor identified as the priority site for pilot implementation. The findings provide concrete quantitative evidence supporting the economic rationale for integrating blockchain technologies into logistics systems and establish a scientific basis for strategic decision-making at both the corporate and governmental levels. The practical significance of the study lies in formulating evidence-based recommendations for regulators, logistics operators, and researchers engaged in the digital transformation of the EAEU transport and logistics complex.

Keywords: blockchain, supply chain management, Eurasian trade, transaction costs, logistics digitalization, smart contracts, analytic hierarchy process, transport and logistics systems.

Мақаланың редакцияға түскен күні: 19.04.2026