



ЛОГИСТИКА, ТАСЫМАЛДАУДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУ, КӨЛІКТЕГІ ҚАУІПСІЗДІК
ЛОГИСТИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК, БЕЗОПАСНОСТЬ НА ТРАНСПОРТЕ
LOGISTICS, TRANSPORTATION ORGANIZATION, TRANSPORT SECURITY

ӘОЖ 625.096

ҒТАХА 73.29.17

https://doi.org/10.53364/24138614_2026_42_3_5

Б.А. Аймагамбетова¹, О.Г. Киселёва^{1*}, Н.Г. Капезова²,
Г.М. Имашева¹, Н.А. Токмурзина¹

¹Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан

² Логистика және көлік академиясының Алматы колледжі, Алматы, Қазақстан

*E-mail: o.kisselyova@satbayev.university

**ҚОЗҒАЛЫС ҚАУІПСІЗДІГІН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, ЖҮК АҒЫНДАРЫНЫҢ
ӨСУІ КЕЗІНДЕ ТЕМІРЖОЛ ТАСЫМАЛДАУШЫСЫНЫҢ
ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ**

Аңдатпа. Мақала теміржол тасымалдаушысының көлік жұмысының көлемін ұлғайту кезінде тасымалдау процесінің сенімділігін, үздіксіздігін және қауіпсіздігін сақтау қабілетін анықтайтын факторларды зерттеуге арналған. Зерттеудің өзектілігі тасымалдау көлемінің ұлғаюына, жүк айналымының өсуіне, тасымалдаудың орташа қашықтығының ұзаруына және транзиттік жүктеменің күшеюіне байланысты, бұл инфрақұрылымға, жылжымалы құрамға, диспетчерлік басқаруға, жөндеу базасына және қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз ету жүйесіне әсердің жоғарылауына әкеледі. Осы жағдайларда теміржол тасымалдаушысы қызметінің тұрақтылығын техникалық, инфрақұрылымдық, ұйымдастырушылық, кадрлық, қаржылық, цифрлық және сыртқы экономикалық факторлардың әсерінен тасымалдардың тұрақты орындалуын қамтамасыз ету қабілеті ретінде қарастырған жөн. Бұл ретте, жұмыста теміржол тасымалдаушысының тұрақтылығын тек пайдалану немесе экономикалық көрсеткіштер бойынша бағалау мүмкін естігі негізделген, өйткені көлік жұмысының ұлғаюы басқарушылық пен тәуекелдердің рұқсат етілген деңгейінің сақталуымен қатар жүруі керек. Әдістемелік негіз ретінде жүк ағындарының динамикасын бағалауды, тасымалдаудың орташа қашықтығын есептеуді, пайдалану жүктемесінің индексін анықтауды, транзиттік құрамдас бөлікті бағалауды, сондай-ақ қозғалыс қауіпсіздігінің меншікті тәуекелінің қажетті төмендеуін есептеуді қамтитын есептеу-талдамалық тәсіл ұсынылды. Бағалаудың түпкілікті нәтижесі тұрақтылықтың интегралды индексін анықтау болып табылады, оның мәні қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз ету бойынша бірқатар іс-шараларды әзірлеуге мүмкіндік береді. Тасымалдаушының интегралды тұрақтылығын шектейтін параметр ретінде қарастырылатын қозғалыс қауіпсіздігі коэффициентіне ерекше назар аударылады. Әдістеменің тәжірибелік маңыздылығы тасымалдаудың сенімділігін арттыруға, қозғалыс қауіпсіздігінің бұзылуының алдын алуға және қазіргі жағдайда теміржол тасымалдаушыларының тұрақты дамуын қамтамасыз етуге бағытталған басқару шешімдерін қабылдау үшін есептік көрсеткіштерді пайдалану мүмкіндігі болып табылады.

Түйін сөздер: теміржол тасымалдаушысы, тұрақтылық, жүк ағындары, қозғалыс қауіпсіздігі, пайдалану жүктемесі, меншікті тәуекел.

Кіріспе.

Мақаланың өзектілігі Қазақстанның көліктік-логистикалық жүйесінің тұрақтылығын қамтамасыз етуінде теміржол тасымалдаушыларының қарқынды өсуімен, әсіресе жүқағындарының өсу қарқынында, халықаралық транзиттің дамуы мен қозғалыс қауіпсіздігі талаптарының өсуімен анықталады. Қазақсан Республикасының теміржол көлігінде 2025 жылдың қаңтар-желтоқсан айларының қорытындысы бойынша 466,7 млн тонна жүк тасымалданды. Бұл 2024 жылға қарағанда 6,8% есеге жоғары, ал жүк ағыны 10,2% өсіп, 361,3 млрд т-км құрады [1].

Бұл көрсеткіштер теміржол жүйесіне жүктеменің күшеюін дәлелдейді және тасымалдау процесінің үзіліссіздігі мен қауіпсіздігіне әсер ететін факторлардың бағалануының қажеттілігін дәлелдейді. Қарастырылатын тақырыбтың маңыздылығы Қазақстанның Еуропа мен Азия арасындағы транзитті торабы ретінде дамуымен байланысты. ҰК «Қазақстан темір жолы» мәліметтеріне сәйкес 2025 жылы транзитті тасымалдау 33 млн тоннаға жеткен, осы уақытта 2026 жылдың қаңтар-наурызында транзит қосымша 8 ден 9 млн тоннаға өсіп, ал контейнер тасымалы 6%-ға артты [2]. Транзитті ағындардың өсуі теміржол тасымалының тұрақтылығына талаптарын арттырады, себебі поезд қозғалысының бұзылуы, техникалық ақаулар, телімдердің жеткіліксіз өткізу қабілеті және технологиялық тәртібтердің бұзуы экономикалық шығындармен қозғалыс қауіпсіздігінің төмендеуіне әкелуі мүмкін. Теміржол көлігінің жұмыс жасауының заманауи шарттары тасымалдаушылардың тұрақтылығының жеке тәуекелдерді фрагменттік талдаудан жүйелі бағалауына ауысуды талап етеді. Теміржол тасымалдаушысы қызметінің тұрақтылығын техникалық, инфрақұрылымдық, ұйымдастырушылық, кадрлық, қаржылық, сандық және сыртқы экономикалық факторлардың әсерінде тасымалдауды тұрақты орындауын қамтамасыз ету қабілеті ретінде қарастыру қажет. Бұл жағдайда қозғалыс қауіпсіздігі тұрақтылықтың түйінді интегралдық көрсеткіші ретінде қызмет етеді, себебі техникалық қызмет етудің сапасын, инфрақұрылымның сенімділігін, қызметкерлердің кәсіби дайындығын, диспетчерлік басқарудың тиімділігін және тәуекел-менеджмент жүйесінің тиімділігін айқындайды. Сонымен қатар зерттеудің өзектілігі Қазақстанның теміржол құрылымының жаңғыру ауқымымен байтанысты. 2025 жылы 300 км теміржол телімі жарактандырылуы басталды. Бұл жаңа жолдардың құрылысымен тең, жеке бағыттарда өткізу қабілеті артуы күтіледі: Қызылжар – Сексеуіл телімінде 8 ден 25 поездға, Қандағаш-Тобыл телімінде 7 ден 25 поездға дейін.

Белгіленген жобалар тасымалдаушыларға жаңа мүмкіндіктер тудырады, бірақ тұрақтылықты бағалаудың әдістерін жетілдіру қажет, себебі қозғалыстың жиілігінің артуы инфрақұрылымның техникалық жағдайын, жылжымалы құрамды, бақылауды күшейтумен бірге қауіпсіздік талаптарын сақтауы қажет. Халықаралық статистика бойынша қозғалыс қауіпсіздігі теміржол саласының ең маңызды мәселесі болып қала береді. UIC деректері бойынша теміржол көлігіндегі ірі апаттардың саны үнемі өсуде, 2020 жылдан 2024 жылға дейін 1660 тан 2018 артты. Бұл бес жылдық кезеңде 21,5 % артуын, яғни тұрақты тенденциясының апаттар санының артуын көрсетеді [3]. Теміржол жүйесінің технологиясының дамуында да адами факторлармен, сыртқы ортамен өзара әрекеттесу, қозғалыс қарқындылығымен және инфрақұрылым жағдайымен байланысты сақталған тәуекелдермен қатынасады.

Еуропалық статистика да қауіпсіздікті үнемі бақылау қажеттілігін көрсетеді: 2024 жылы ЕО елдерінде 1 507 теміржол апаттары тіркелген, оның ішінде маңызды бөлігі өліммен аяқталған жағдайлардың айтарлықтай үлесі бейтаныс адамдардың жолдарда болуы және теміржол өткелдеріндегі оқиғалар болған [4]. Қозғалыс қауіпсіздігі тасымалдаушының техникалық құралдарымен ғана емес, ұйымдастыру, әрекеттік факторлар, инфрақұрылымдық және басқару факторлары арқылы да бағалануы тиіс екенін растайды.

Көлік саласын цифрландыру жағдайларында қозғалысты басқарудың, инфрақұрылым жайын бақылау мен тәуекелдердің алдын алуда интеллектуалды жүйесін ендіру арнайы орын алуда. Мысалы, Қазақстанның Қарағайлы-Көкпекті телімінде «АЙМАК RAIL» поездар қозғалысын реттеу жүйесі ендірілген, сонымен қатар өткізу қабілетін өсіруге және тасымалдау тиімділігін аррыруға бағытталған 247 км қашықтықтағы телімде спутникті байланыс жобасы іске асырылуда. Мұндай шешімдер теміржол тасымалының тұрақтылығын дәлірек, алдын алу мақсатында және деректері бағдарланған бағалауға негізін құрайды [5].

Сонымен, тақырыбтың өзектілігі орталық критеридің сапасы ретінде қауіпсіз қозғалысты таңдауымен теміржол тасымалдаушыларының тұрақты қызметіне әсер ететін факторларды бағалауға жүйелі қатынасын жасау қажеттілігімен шартталған [6]. Зерттеудің ғылыми маңыздылығы тасымалдау көлемінің артуы, инфрақұрылымның жағдайы, жылжымалы құрамның сенімділігі, цифрандыру, кадрлық тәуекелдер, технологиялық үдерістерді басқару және қозғалыс қауіпсіздігі деңгейі арасындағы өзара байланысты кешенді түрде қарастыруға мүмкіндік беруінде болып табылады. Тәжірибелік маңыздылығы зерттеу нәтижелерін тасымалдау процесінің сенімділігін арттыру, апаттық жағдайлардың алдын алу, тәуекел менеджментті жетілдіру және қазіргі жағдайларда теміржол тасымалдаушыларының тұрақты дамуын қамтамасыз ету үшін қолдану мүмкіндігінде көрінеді.

Әдеби шолу. Ғылыми әдебиеттерде теміржол тасымалдаушыларының тұрақтылығы тек тасымалдау көлемін сақтау қабілеті ретінде ғана емес, сонымен қатар жүйенің ақаулардың алдын алу, бұзушылықтардың себептерін азайту және пойыздардың қауіпсіз қозғалысын сақтау қабілеті ретінде қарастырылуда [7]. Бұл тұрғыда N. Bešinović зерттеуі маңызды болып табылады, онда теміржол көлігі жүйелерінің тұрақтылығы сәтсіздіктердің салдарын бағалау, қалпына келтіру динамикасы және уақыт бойынша пайдалану көрсеткіштерінің өзгеруі арқылы ашылады. Автор көлік сұранысының артуы, желілердің күрделенуі және бұзушылықтардың көбеюі тұрақтылықты сандық өлшеуді қажет ететінін, соның ішінде кешігу, пойыздардың жойылуы, өткізу қабілеттілігі мен қызмет көрсету сапасын қалпына келтіруді талап ететінін атап көрсетеді [8]. Теміржол жүйелерінің қауіпсіздігін бағалауға V. Sangiorgio, A. M. Mangini және I. Precchiazzi айтарлықтай үлес қосты. Авторлар иерархиялық талдау әдісінің, оңтайландыру процедурасының және апаттың алдыңғы факторлары туралы деректердің үйлесіміне негізделген теміржол көлігі жүйесінің қауіпсіздік индексын ұсынды [9]. Олардың көзқарасының ерекшелігі-қауіпсіздік жеке индикатор ретінде емес, инфрақұрылымның жай-күйі, пойыз жабдықтарының техникалық жағдайы және басқару шешімдерінің өзара әрекеттесуі нәтижесінде қарастырылады. P. Rungskunroch, A. Jack және S. Kaewunruen жұмысында Байес қорытындысы, шешім ағашы және Петри үлгілері негізінде теміржол жүйелерінің қауіпсіздігін салыстырмалы бағалау тәсілі ұсынылды [10]. Зерттеу ұзақ мерзімді апаттық деректерге сүйенеді және тәуекелдерді талдау белгісіздікті, оқиғалардың жиілігін, салдардың ауырлығын, зардап шеккендердің санын және нақты теміржол желілерінің ерекшеліктерін ескеруі керек екенін көрсетеді. Тұрақтылықты зерттеудің заманауи аспектісі F. Restel-дің қозғалыс бұзылыстарындағы теміржол жүйесінің операциялық тұрақтылығын бағалауға арналған мақаласында келтірілген [11]. Автор тұрақтылықты дәстүрлі бағалау көбінесе желінің байланысын немесе учаскелердің өткізу қабілеттілігін талдаумен шектелетінін, бірақ теміржол тасымалдаушылары үшін бұл жеткіліксіз екенін атап өтті. Тасымалдау процесінің параметрлерін ескеру қажет: уақтылығы, кешігу ықтималдығы, жөнелтілген пойыздардың саны, ресурстармен қамтамасыз етілуі және жүйенің қозғалыс кестесін қалпына келтіру мүмкіндігі. Бұл тәсіл әсіресе тасымалдаушылар үшін өте маңызды, өйткені олардың қызметінің тұрақтылығы жүйенің ақауларға қаншалықты тез және қауіпсіз жауап беретініне тікелей байланысты. Жүк теміржол тасымалының тұрақтылығын бағалау тәсілдерінің дамуына H. Li, L. Qi, M. Wang және J.

Liю елеулі үлес қосты, олар белгісіздік, сыртқы бұзушылықтар және тасымалдау сенімділігіне қойылатын талаптардың өсуі жағдайында трансшекаралық жүк теміржол жүйелерінің тұрақтылығын қарастырды [12]. Зерттеу қызықты, өйткені тұрақтылық жүйенің қабілеттерінің екі тобы арқылы ашылады: проактивті, ақаулардың алдын алуға бағытталған және реактивті, бұзылулардан қалпына келтіруді қамтамасыз етеді. Бағалау үшін авторлар бұлыңғыр Байес желісіне негізделген модельді пайдаланады және көрсеткіштер ретінде теміржол учаскелерінің нақты, жоғалған және қалпына келтірілген өткізу қабілеттілігін пайдаланады. Теміржол тұрақтылығы жүйесіндегі қауіпсіздік аспектісін ашу үшін L. SzaciŃo, M. Jacyна, E. Szczepański және M. Izdebski авторларының жұмысын қосқан жөн, мұнда апаттардың себептерін, жекелеген оқиғалардың пайда болу ықтималдығын және тасымалдау процесінің бұзылуы кезінде пойыздардың ықтимал кідірістерін талдау негізінде жүк теміржол тасымалындағы тәуекелдерді бағалау тәсілі ұсынылған [13]. Зерттеудің ерекшелігі - жүк тасымалының қауіпсіздігі оқшауланбай, кешігулерді, қозғалыс кестесінің бұзылуын және ықтимал экономикалық шығындарды қоса алғанда, пайдалану салдарымен өзара байланысты қарастырылады.

Әдеби шолуда теміржол тасымалдаушылары қызметінің тұрақтылығын инфрақұрылымның сенімділігін, жылжымалы құрамның техникалық жай-күйін, қозғалысты басқару сапасын, тәуекел-менеджментті, кадрлық факторларды, цифрлық мониторингті және қозғалыс қауіпсіздігін біріктіретін кешенді сипаттама ретінде қарастырғананын көрсетеді.

Зерттеудің ғылыми жаңашылдығы – қозғалыс қауіпсіздігі бақылаудың жеке бағыты емес, тасымалдаушының тұрақтылығының негізгі интегралды өлшемі болып табылатын жүйелік тәсілді жасау. Осы тәсіл оқиғалар болған жағдайға дейін қауіпті факторларды анықтауға, басқару бойынша шешімдерді негіздеуге және жүк ағындарының өсуі мен көлік-логистикалық тізбектердің күрделенуі жағдайында теміржол тасымалының сенімділігін арттыруға мүмкіндік жасайды.

Зерттеу материалдары мен әдістері.

Дәстүрлі тәсілде көбінесе тасымалдаушының қызметі тасымалданған жүк көлемімен бағаланады қарағанда, ал берілген зерттеуде тұрақтылық тасымалдаушының тасымалдау процесін пайдалану жүктемесі артқан кезде қауіпсіз, үзіліссіз, басқарумен орындалатын тасымалдауды қамтамасыз етуіге қабілеттілігі қарастырылады. Зерттеудің әдіснамалық логикасы жүк ағынының өсуі өздігімен тасымалдаушы қызметінің оң нәтижесі ретінде қарастырылмайтынына негізділеді.

Тасымалдау көлемінің, жүк айналымы, транзитті ағындар, тасымалдаудың орташа қашықтығының артуы бір мезгілде инфрақұрылымға, жылжымалы құрамға, локомотив бригадасына, диспетчерлік басқаруға, жөндеу базасына және қозғалыс қауіпсіздігі жүйесіне жүктемені күшейтеді.

Сол себепті теміржол көлігінің тұрақтылығы екі өзара байланысқан процесстердің қатынасы арқылы бағалануы тиіс: пайдалану жүктемесінің арттыру және тасымалдаушының осы жүктемені ұйымдастыру, техникалық, инфрақұрылымдық шаралар арқылы теңестіру.

Әдіснамалық зерттеулер бірнеше өзара байланысқан есептеу блоктарын қамтиды:

- 1) Жұқағыны динамикасын бағалау;
- 2) Тасымалдаудың орташа қашықтығын есептеу;
- 3) Транзитті жүктемені анықтау;
- 4) Пайдалану жүктемесін пайдалану индексі есептеу;
- 5) Қозғалыс қауіпсіздігінің көрсеткіштерін бағалау;
- 6) Тасымалдаушының тұрақтылықтың интегралды индексі анықтау.

Зерттеудің бірінші кезеңінде жұқағыны мен көлік жұмысының динамикасын бағалау жүргізіледі. Бұл үшін талданатын кезеңдегі тасымалдау көлемі мен жүк айналымы көрсеткіштері пайдаланылады.

Егер ашық деректерде ағымды жылдың мәндері мен алдыңғы жылдағы өсу қарқыны көрсетілсе, алдыңғы кезеңдегі базалық мәндердің есебі келесі формуламен орындалады:

$$Q_0 = \frac{Q_1}{1 + g_Q}, \text{ млн т} \quad (1)$$

$$P_0 = \frac{P_1}{1 + g_P}, \text{ млрд т – км} \quad (2)$$

мұнда Q_0 – базалық кезеңде есепті тасымалдау көлемі;

Q_1 – ағымды кезеңде тасымалдау көлемі;

P_0 – базалық кезеңде есепті жүкайналымы;

P_1 – ағымды кезеңде жүк айналымы;

g_Q, g_P – сәйкесінше тасымалдау көлемі мен жүкайналымының өсу қарқыны.

Егер жүкайналымы тасымалдаудың физикалық көлемне қарағанда қарқынды өскен жағдайда, бұл тасымалдаудың орташа қашықтығының өсуін және тасымалдау қорын қарқынды пайдалануын көрсетеді.

Екінші кезеңде пайдалану жүктеменің маңызды индикаторы ретінде қызмет ететін тасымалдаудың орташа қашықтығы есептеледі және келесі формуламен есептеледі:

$$L = \frac{P}{Q} \times 1000, \text{ км} \quad (3)$$

Берілген көрсеткіштің артуы тасымалдаушының жүктің үлкен көлемін өңдеумен қатар, оның ұзақ маршруттарға жүруін қамтамасыз етуін білдіреді. Бұл жылжымалы құрамның техникалық дайындығына, инфрақұрылымның сенімділігіне, локомотив бригадасының жұмысын ұйымдастыру, қозғалыс қауіпсіздігін диспетчерлік реттеу мен бақылауға талаптарды арттырады.

Үшінші кезеңде транзитті жүктемені бағалау жүргізіледі, сондықтан транзитті тасымалдаудың жалпы тасымалдау қызметіндегі үлесін келесі формуламен анықтайды:

$$D_{\text{тр}} = \frac{Q_{\text{тр}}}{Q_{\text{жалпы}}} \times 100 \quad (4)$$

Транзит үлесі неғұрлым жоғары болған сайын, инфрақұрылымның өткізі қабілеті, көршілес теміржол әкімшіліктермен өзара әрекеттесуі, қозғалыс кестесін сақтау және қауіпсіздікті бұзудың алдын алу маңызы жоғары болады.

Төртінші кезеңде тасымалдау көлемі, жүк айналымы және тасымалдаудың орташа қашықтығы нәтижесінде тасымалдаушыға қаншалықты қысым артқанын көрсететін пайдалану жүктемесінің индексі құралады.

Пайдалану жүктемесінің индексі зерттеуде келесі формуламен анықталады:

$$I_{\text{п}} = 0,4I_Q + 0,4I_P + 0,2I_L \quad (5)$$

мұнда I_Q – тасымалдау көлемінің арту индексі;

I_P – жүкайналымы артуының индексі;

I_L – тасымалдаудың орташа қашықтығының арту индексі.

(5) формуладағы салмақ коэффициенттерінің мәндері пайдалану бойынша, қозғалыс қауіпсіздігі, тасымалдау инфрақұрылымы және тасымалдауды басқару мамандарының қатысуымен экспертті әдіспен нақтылауға болады.

Бесінші кезеңде тасымалдаушының қозғалыс қауіпсіздігінің көрсеткіштерін бағалау орындалады. Берілген кезеңде жүк айналымының артуымен қозғалыс қауіпсіздігіне қатысты нақты тәуекелдің қажетті деңгейін ұстап тұру қабілетін көрсететін талапын айқындауды, сонымен қатар пайдалану жүктемесі артқан шарттарында тасымалдаушының тәуекелдің рұқсатты деңгейін сақтайтын қабілетін көрсететін қозғалыс қауіпсіздігі коэффициентін есептеуді қамтиды.

Меншікті тәуекелдің қажетті төмендеуі келесі формула бойынша есептеледі:

$$R_{\text{төм}} = \left(1 - \frac{1}{I_p}\right) \times 100 \quad (6)$$

(6) формула жүк жұмысы артқанда қауіпсіздік жүйесінің қаншалықты күшеюін көрсетеді.

Мұндай қатынас қауіпсіздікті формалды бақылаудан тәуекелге бағдарланған басқару моделіне ауысуға мүмкіндік береді. Онда қауіпсіздік оқиғалардың болу фактісі бойынша ғана емес, тасымалдау жүктемесі артқан жағдайда тасымалдаушының тәуекелді болдырмау қабілеті бойынша да бағалайды.

Берілген зерттеуде қауіпсіздік бақылаудың жеке бағыты түрінде емес, тасымалдаушының тұрақтылығының шектеулі шарты түрінде қарастырылады.

Бұл тасымалдау көлемі артып, өндірістік көрсеткіштер жақсарған жағдайда да, қозғалыс қауіпсіздігінің көрсеткіштері төмендеген жағдайда тасымалдаушының қызметі тұрақты деп танылмайтынын білдіреді.

Қауіпсіз қозғалыс коэффициенті жалпы түрде келесі формуламен анықталады:

$$K_{\text{ққ}} = \frac{R_{\text{баз}}}{R_{\text{ағым}}} \times 100 \quad (7)$$

мұнда $R_{\text{баз}}$, $R_{\text{ағым}}$ – меншікті тәуекелдің базалық және ағымды деңгейі.

Егер тәуекелдің ағымды деңгейі базалық деңгейден жоғары болмаса қауіпсіздік коэффициенті жүйенің тұрақтылығын сақтайды. Егер ағымды тәуекел артса коэффициент мәні төмендейді және тасымалдаушының тұрақтылығының қорытынды индексін кемітеді.

Апаттық және оқыс оқиғалар бойынша толық деректер болмаған жағдайда $K_{\text{ққ}} = 1$ бейтарап мәнін қолдануға болады, бірақ бұл ретте зерттеу нәтижелерінде жүк айналымы артқан кезде қауіпсіздікті сақтау үшін қажетті үлестік тәуекелді төмендету деңгейі міндетті түрде есептеледі.

Алтыншы кезеңде теміржол тасымалдаушысының қызметінің тұрақтылықтың интегралды индексі есептеледі.

Бұл үшін қозғалыс қауіпсіздігі коэффициентін ескеріп, тасымалдаушының ресурстық және ұйымдастырушылық дайындығының пайдалану жүктемесінің шамасына қолданысы қолданылады:

$$I_{\text{тұр}} = \frac{I_p}{I_n} \times K_{\text{ққ}} \quad (8)$$

мұнда I_p – тасымалдаушының ресурстық және ұйымдастырушылық дайындығының индексі (жылжымалы құрамның техникалық дайындығының көрсеткіштері, инфрақұрылым жағдайы, жөндеу ресурстарымен қамтамасыздандырылуы, цифрландыру деңгейі, кадрлық дайындығы, диспетчерлік басқарудың тиімділігі);

I_{Π} – пайдалану жүктемесінің индексі.

Қорытындысында есептелген тұрақтылық индексінің түсіндірмесі жүргізіледі (кесте 1).

Кесте 1 – Тұрақтылық индексін бағалау

Тұрақтылық индексінің мәні	Тұрақтылық сипаттамасы
$I_{\text{тұр}} \geq 1$	Тасымалдаушы тұрақтылығы сақталады, жүктеменің артуы қорлық, ұйымдастырушылық шаралар мен қауіпсіздікті қамтамасыз ету шараларымен өтеледі.
$0,95 \leq I_{\text{тұр}} < 1$	Тұрақтылық рұқсат етілген кернеу аймағында, басқарудың жеке элементтерін күшейту қажет
$0,9 \leq I_{\text{тұр}} < 0,95$	Тұрақтылық қорының кемуі байқалады, басқару және техникалық шараларды қабылдау қажет
$I_{\text{тұр}} < 0,9$	Тасымалдаушының тұрақтылығы жоғары тәуекелділік аймағында, тасымалдау процесін басқару жүйесіне және қозғалыс қауіпсіздігіне кешенді араласу қажет

Зерттеуде вагон жүктемесі есептеледі немесе инфрақұрылымдық телім пайдаланылады. Бұл көрсеткіш тасымалдау процесіне жаңа немесе жаңғыртылған телім қарқынын бағалау үшін қолданылады.

Бір вагонның орташа жүктемесі келесі формуламен есептеледі:

$$q = \frac{Q_{\text{тел}}}{N_{\text{в}}} \quad (9)$$

мұнда $Q_{\text{тел}}$ – телім бойынша тасымалданған жүк көлемі;

$N_{\text{в}}$ – вагондар саны.

Бүр вагонның орташа жүктемені анықтау инфрақұрылымды жаңғыртуды нақты қолдану жүктемесімен және қауіпсіздік талаптарымен байланыстыруға мүмкіндік береді.

Егер жаңа телім бірден қолданысқа көлемді тасымалдауға берілсе, бұл жағдайда оны пайдалануға ендіру жолдың жағдайын, сигнализация, байланыс, электрмен жабдықтау құрылғыларын күшейтілген бақылаумен, сонымен қатар технологиялық тәртіптің сақталуын қамтамасыз етумен қатар жүруі тиіс.

Нәтижелері және оларды талқылау.

Заманауи жағдайларда теміржол тасымалдаушысы қызметінің тұрақтылығы жүкті тасымалдау көлемімен ғана емес, тасымалдаушының көлік жұмысының өсіп келе жатқан көлемін қауіпсіз орындау қабілетімен бағалануы тиіс. Теміржол көлігі үшін тасымалдаудың тонна физикалық өсімін ғана емес, сонымен қатар тонна-километрде жүк айналымының өсуін ескеру өте маңызды, себебі бұл көрсеткіш инфрақұрылымға, жылжымалы құрамға, локомотив бригадасына, диспетчерлік басқаруға, жөндеу базасына және қозғалыс қауіпсіздігі жүйесіне нақты пайдалану жүктемесін айқындайды.

ҚР теміржол көлігінің соңғы жылдардағы көрсеткіштер талдауы теміржол жүйесіне жүктеме бірқалыпсыз өсуін көрсетеді: жалпы тасымалдау көлеміне қарағанда жүк

айналымы жылдам өседі, бұл тасымалдаудың орташа қашықтығының артуын және көлік жүйесін қарқынырақ пайдалануын көрсетеді.

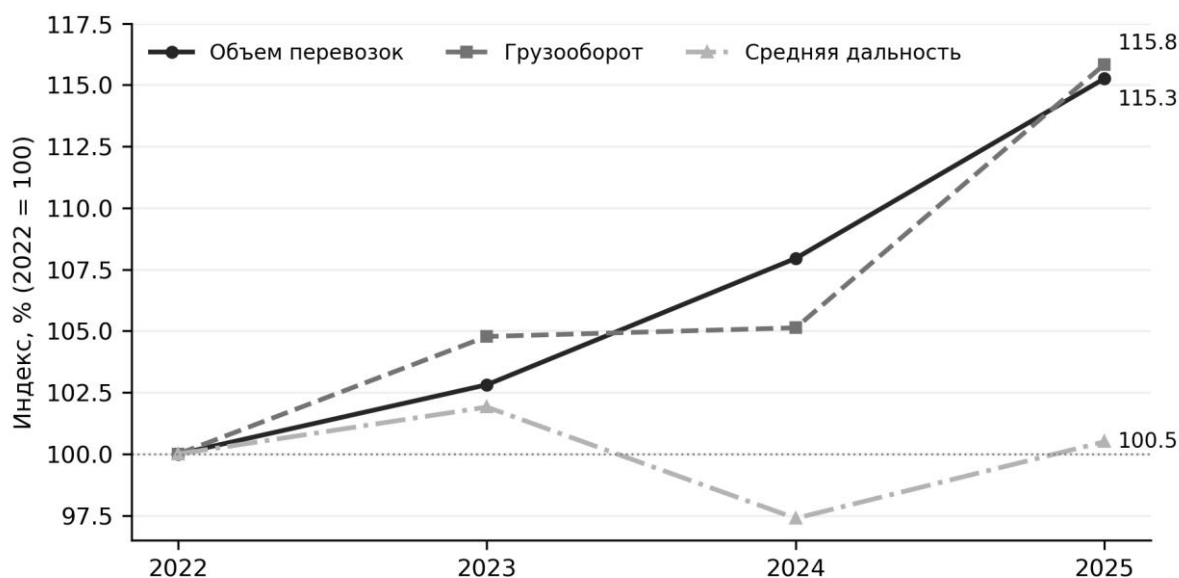
Пайдалану жүктеменің өзгеруін бағалау үшін жүк айналымы динамикасы мен теміржол көлігінің көліктік жұмысының келесі есептеулері орындалды (кесте 2).

Кесте 2 – Жұқағының динамикасы мен көлік жұмысын есептеу қорытындысы

Көрсеткіш	2022	2023	2024	2025	Абсолютті өзгеріс			Өсу қарқыны 2025/2024
					2023	2024	2025	
Тасымалдау көлемі, млн тонн	404,9	416,3	437,1	466,7	+11,4	+20,8	+29,6	106,8%
Жұқайналымы, млрд т-км	311,9	326,8	327,9	361,3	+14,9	+1,1	+33,4	110,2%
Тасымалдаудың орташа қашықтығы, км	770,31	785,01	750,17	774,16	+14,7	-34,84	+23,99	103,2%
Қозғалыс қауіпсіздігінің бұзу саны	-	-	728	657	-	-	-71	-9,8%

Ескерту: <https://stat.gov.kz/> деректер негізінде авторлар құрастырған.

Әртүрлі өлшем бірліктерінде көрсетілген көрсеткіштердің салыстырмалылығын қамтамасыз ету үшін олардың динамикасы 2022 жылдың базалық деңгейіне қатысты нормаланған (2022=100%). Өзгерістердің индекстелген траекториясы 1-суретте көрсетілген.



Сурет 1 – 2022-2025 жылдардағы тасымалдау көлемінің, жүк айналымының және тасымалдаудың орташа қашықтығының индекстелген динамикасы

Алынған нәтижелер 2025 жылы теміржол көлігі тек қана жүк көлемін көбірек тасымалдап қана қоймай, сонымен қатар тасымалдау жұмысының ауқымды көлемін де орындағанын көрсетті. Тасымалдаудың орташа қашықтығы 750,17 км. -ден 774,16 км. артты, яғни 23,99 км, немесе 3,2%. Бұл, тасымалдаушыға жүктеме жүктің салмағының

өсуімен ғана емес, тасымалдаудың қашықтығының артуымен де өскенін білдіреді. Тасымалдаушының қызметінің мұндай жағдайлардағы тұрақтылығы ұзақтау бағыттарда, инфрақұрылым мен жылжымалы құрамның жоғарырақ жүктелуі жағдайында, тасымалдау процесінің сенімділігін қамтамасыз ету қабілетіне байланысты.

ЖШС «КТЖ – Жүк Тасымалы» Ұлттық компаниясының қызметін теміржол тасымалының түйінді қатысушысы ретінде 3 кестеде көрсетілген көрсеткіштерін қарастырайық [14].

Кесте 3 – ЖШС «КТЖ – Жүк Тасымалы» жұмысының көрсеткіштерінің есебінің қорытындысы

Көрсеткіш	2024	2025	Абсолютті өзгеріс	Өсу қарқыны 2025/2024
КТЖ-ЖТ тасымалдау көлемі, млн тонн	303,32	320,0	+16,68	105,5%
Тарифті жүкайналымы, млрд т-км	262,73	289,0	+26,27	110,0%
Тасымалдаудың орташа қашықтығы, км	866,18	903,13	+36,95	104,3%
Транзитті тасымалдар, млн тонн	27,5	33,0	+5,5	120,0%
Қозғалыс қауіпсіздігінің бұзу саны	28	21	-7	-25,0%

Ескерту: <https://www.akorda.kz/> деректер негізінде авторлар құрастырған.

Алынған нәтижелер ұлттық тасымалдаушының тарифті жүк айналымының артуын және тасымалдың физикалық өсуін көрсетеді. Тасымалдау көлемі 5,5% артқан жағдайда көлік жұмысы 10% артты, ал орташа есептеу ұзындығы 866,18 км - 903,13 км. артты.

Транзитті тасымалдау ерекше маңызға ие болды. 2025 жылы ҚТЖ тасымалының жалпы көлемінде транзит үлесі келесі:

$$D_{\text{тр}} = \frac{33}{320} \times 100 = 10,3\%$$

Согнымен, компанияның шамамен 10,3% тасымалдау жұмысы транзитті жүктерге үлесілі. Тасымалдаушының тұрақтылығы мақсатында бұл принципті мә, себебі транзитті тасымалдар мерзімдерді сақтау, мемлекетаралық маршруттардың үйлесімділігі, шекаралық өткелдердің өткізу қабілеті, жылжымалы құрамның техникалық дайындығы және негізгі дәліздердегі қозғалыс қауіпсіздігіне қойылатын жоғары талаптарды қояды.

Жүктемнің өсуін кешенді бағалау үшін пайдалану жүктемесінің индекстері анықталды:

- жалпы теміржол көлігі үшін:

$$I_{\Pi} = 0,4 \times 1,068 + 0,4 \times 1,102 + 0,2 \times 1,032 = 1,074$$

- ЖШС «КТЖ – Жүк тасымалы» АҚ:

$$I_{\Pi} = 0,4 \times 1,055 + 0,4 \times 1,1 + 0,2 \times 1,043 = 1,071$$

Демек, пайдалану жүктемесінің есепті индексі жалпы теміржол көлігі үшін 1,074 құрады және ЖШС «ҚТЖ – Жүк тасымалы» 1,074 құрады. Бұл 2025 жылы жүйеге барлық қсым сәйкесінше 7,4% ден 7,1% өскенің білдіреді.

Зерттеудің маңызды нәтижесі бұл жүк айналымы артқан жағдайда, тасымалдың физикалық көлемі өскенге қарағанда қауіпсіздікке талаптар жылдам өсуі қажет деген қорытынды. Егер оқиғалар немесе инциденттер деңгейі көлік жұмысыне қатысты қарастыратын болса, онда қауіпсіздіктің алдыңғы абсолютті деңгейін сақтау үшін меншікті тәуекел кемуі қажет.

Меншікті тәуекелдің қажетті кемуі келесіні құрады:

- жалпы теміржол көлігі үшін:

$$R_{\text{төм}} = \left(1 - \frac{1}{1,102}\right) \times 100 = 9,3\%$$

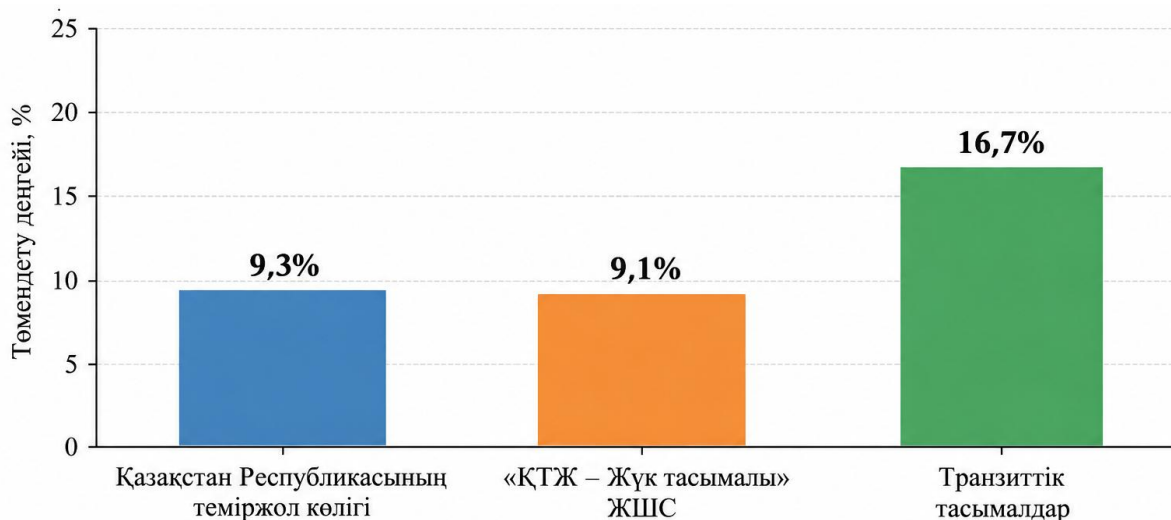
- ЖШС «ҚТЖ – Жүк тасымалы»:

$$R_{\text{төм}} = \left(1 - \frac{1}{1,1}\right) \times 100 = 9,1\%$$

- 20% өсендегі транзитті тасымалдар үшін

$$R_{\text{төм}} = \left(1 - \frac{1}{1,2}\right) \times 100 = 16,7\%$$

Нәтижелер жүк айналымы 10,2%-ға өскен кезде қозғалыс қауіпсіздігінің бұзылуының үлес қаупі абсолютті тәуекел деңгейі жоғарыламауы үшін кем дегенде 9,3%-ға төмендетілуі керек екенін көрсетеді. ҚТЖ-Жүк тасымалы үшін меншікті тәуекелдің қажетті төмендеуі шамамен 9,1%, ал транзиттік тасымалдар бойынша-шамамен 16,7% құрайды. Бұл жүк ағындарының өсуі жағдайында тасымалдаушының тұрақтылығы тек тасымалдау көлемін ұлғайту арқылы қамтамасыз етілмейтінін қорытындылауға мүмкіндік береді. Ол қозғалыс қауіпсіздігі жүйесінің озық дамуын талап етеді (сурет 2).



Сурет 2 – Қозғалыс қауіпсіздігі бойынша меншікті тәуекелді қажетті төмендету деңгейі

Алынған есептеулерді ескере отырып, теміржол тасымалдаушысы қызметінің интегралды тұрақтылығын техникалық, ұйымдастырушылық шаралар мен қауіпсіздікті қамтамасыз ету шаралары есебінен пайдалану жүктемесі мен Тасымалдаушының осы жүктемені өтеу қабілетінің арақатынасы арқылы бағалаған жөн. Жалпы теміржол көлігі үшін қозғалыс қауіпсіздігін бұзу санын $728-657=71$ жағдайға, «ҚТЖ - Жүк тасымалы»

ЖШС үшін $28-21=7$ жағдайға қысқарту $K_{КҚ} = 1$, Қауіпсіздік коэффициентінің мәнін қабылдауға мүмкіндік береді, өйткені жүйенің тұрақтылығын сақтау көрсетіледі. Осыған байланысты, егер ресурстық дайындықтың бейтарап мәні $I_p = 1$ және қауіпсіздік коэффициенті $K_{КҚ} = 1$, қабылданса, онда жүктеме өскен кезде қызметтің тұрақтылығының интегралды индексі болады:

$$\text{- жалпы теміржол көлігі үшін: } I_{\text{тұр}} = \frac{1}{1,074} = 0,931$$

$$\text{- ЖШС «ҚТЖ – Жүк тасымалы» АҚ: } I_{\text{тұр}} = \frac{1}{1,071} = 0,933.$$

Бұл дегеніміз, ресурстардың, техникалық қызмет көрсетудің, диспетчерлік бақылаудың және қауіпсіздік деңгейінің алдын-алудың тұрақты деңгейімен тасымалдау процесінің тұрақтылығы шамамен 6,7-6,9% төмендеуі мүмкін. Демек, жүк ағындарының өсуі тек тасымалдау қабілетінің артуымен ғана емес, сонымен қатар жөндеу базасының күшеюімен, жылжымалы құрамның жаңаруымен, цифрлық мониторингтің дамуымен, персоналдың біліктілігін арттырумен және қозғалыс қауіпсіздігін тәуекелге бағдарланған басқаруды жетілдірумен қатар жүруі керек.

Зерттеу нәтижелері сонымен қатар инфрақұрылымды жаңарту тасымалдаушының тұрақтылығының негізгі шарттарының біріне айналатынын көрсетеді. 2025 жылы Достық – Мойынты учаскесінде пайдалануға берілген екінші жолдар бойынша 6 млн тонна жүк немесе 100 мыңнан астам вагон тасымалданды [15]. Бір вагонға орташа есеппен жүктеме келесі:

$$q = \frac{6000000}{100000} = 60 \text{ тонна/вагон}$$

Бұл есеп жаңа инфрақұрылымдық учаскелердің қарқынды пайдалануға бірден тартылатынын көрсетеді. Сондықтан өткізу қабілетін кеңейту жолдың жай-күйін, сигнализацияны, байланысты, энергетикалық экономиканы бақылауды және технологиялық тәртіпті сақтауды күшейтумен қатар жүруі керек. Ресми деңгейде сондай-ақ теміржол инфрақұрылымын салу және жаңғырту жобаларының жалпы ұзындығы 3900 км құрайтыны, ал жасанды интеллект қолданылатын шешімдерді қоса алғанда, Цифрлық жобалар компания қызметінің қауіпсіздігін, тиімділігін және ашықтығын қамтамасыз ету үшін іске асырылатыны атап өтілді.

Осылайша, есептеулер жүк ағындарының өсуі теміржол тасымалдаушысы қызметінің барлық элементтеріне жүктемені күшейтетінін растайды. Тұрақтылыққа өзара байланысты үш процесс айтарлықтай әсер етеді: тасымалдау көлемінің ұлғаюы, жүк айналымының өсуі және тасымалдаудың орташа қашықтығының ұзаруы. Сонымен қатар, қозғалыс қауіпсіздігі қосымша емес, тұрақтылықты шектейтін өлшем болып табылады: егер қауіпсіздік деңгейі төмендесе, тасымалдаушының қызметі өндірістік және қаржылық көрсеткіштердің өсуімен де тұрақты болып саналмайды.

Осыған байланысты жүк ағындарының өсуі жағдайында теміржол тасымалдаушысы қауіпсіздікті басқарудың реактивті моделінен алдын алу моделіне көшуі керек. Бұл тәуекелдерді болжаушыларды үнемі талдау қажеттілігін білдіреді: техникалық ақаулар, инфрақұрылымдық себептер бойынша кідірістер, регламенттердің бұзылуы, жекелеген учаскелердің шамадан тыс жүктелуі, уақтылы техникалық қызмет көрсетудің болмауы, қызметкерлердің қателіктері және ақпараттық жүйелердегі ақаулар. Жүк айналымы мен транзиттік жүктеме неғұрлым жоғары болса, цифрлық диагностика, болжамды қызмет көрсету және пойыздардың қозғалысын автоматтандырылған бақылау соғұрлым маңызды болады.

Қорытынды.

Жүргізілген зерттеу жүк ағынының артуы кезінде теміржол тасымалдаушысы қызметінің тұрақтылығы тек тек тасымал көлемінің ұлғаюын ғана емес, сонымен қатар тасымалдау үдерісінің қауіпсіз, сенімді, үздіксіз жұмыс атқаруын қамтамасыз ету қабілетін көрсететін кешенді симаттама түрінде қарастырылуы қажет екенің растады. Жүк айналымының артуы, тасымалдаудың орташа қашықтығының өсуі және транзиттік ағындардың кеңеюі жылжымалы құрамға, инфрақұрылымға, диспетчерлік басқаруға, жөндеу базасына, қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз ету жүйесіне түсетін пайдалану жүктемесін күшейтеді. Орындалған есептеулер жүк айналымы 10–10,2% ұлғайған жағдайда теміржол тасымалдаушысы қозғалыс қауіпсіздігінің меншікті тәуекелділігін азаюын шамамен 9%, ал транзитті тасымалдаулар сегментінде 16,7% кем емес болуын қамтамасыз етуі қажет.

Бұл қозғалыс қауіпсіздігі екінші деңгейлі көрсеткіш емес, тасымалдаушының тұрақтылығының негізгі критерийі болуы қажет екенің көрсетеді. Ресурстық және ұйымдастырушылық дайындықтың тұрақты деңгейінде пайдалану жүктемесінің өсуі тұрақтылық қорының төмендеуіне әкеледі, бұл инфрақұрылымды жаңғырту, цифрлық мониторингті дамыту және тәуекелге бағдарланған басқаруды жетілдіру бойынша озық шараларды талап етеді.

Теміржол тасымалдаушысы қызметінің тұрақтылығын бағалауға ұсынылған есептеу-талдау тәсілінің артықшылығы-бұл тасымалдау қызметінің динамикасын тіркеуге ғана емес, сонымен қатар динамиканың қозғалыс қауіпсіздігі мен тасымалдаушының ресурстық дайындығына қойылатын талаптарды қаншалықты күшейтетінін анықтауға мүмкіндік береді. Ұсынылған тәсіл тасымалдау үдерісінің ағымдағы мәселелерін ғана емес, сонымен қатар жүк ағындарының өсуі кезінде туындайтын ықтимал тәуекелдерді де анықтауға мүмкіндік береді.

Қаржыландыру. Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырды (06.10.2025 ж. № 25-27 ГФ/398 гранты «Жалпы және жалпыға ортақ пайдаланылмайтын теміржол жолдарындағы тасымалдаушылардың қауіпсіздігін басқару жүйесінің тиімділігін бағалау әдістемесі» 06.10.2025 AP26199023).

Әдебиеттер тізімі

1. Ұлттық статистика бюросы. Қазақстан Республикасы Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігінің. Көлік. [Электрондық ресурс]. <https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-transport/publications/280668/> (Қол жеткізілді: 04.04.2025).
2. Олжас Бектенов Президенттің көлік-транзиттік әлеуетті дамыту жөніндегі тапсырмаларын жүзеге асыру бойынша кеңес өткізді [Электрондық ресурс]. <https://primeminister.kz/news/olzas-bektenov-prezidenttin-kolik-tranzittik-aleuetti-damytu-zonindegi-tapsyrmalaryn-zuzege-asyru-boiynsa-kenes-otkizdi-31266> (Қол жеткізілді: 05.04.2025).
3. Railway safety indicators for 2024 [Электрондық ресурс]. <https://www.uic.org/com/enews/article/railway-safety-indicators-for-2024> (Қол жеткізілді: 05.04.2025).
4. Railway safety statistics in the EU [Электрондық ресурс]. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Railway_safety_statistics_in_the_EU (Қол жеткізілді: 10.04.2025).
5. ҚТЖ қауіпсіз және тиімді тасымалдау үшін инновацияларды енгізеді [Электрондық ресурс]. <https://rail-news.kz/ru/news/23337-ktz-vnedriaet-innovacii-dlia-bezopasnyx-i-effektivnyx-perevozok.html> (Қол жеткізілді: 10.04.2025).

6. Kisselyova O., Izbairova A., Altayeva Z., Kulmagambetova Z. Ensuring secure transport infrastructure in supply chains //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2025. – Vol. 640. – P. 02002. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202564002002>
7. Zhu R., Tan K., Xin X. Speed up for sustainable development: High-speed rail and corporate ESG performance //Energy economics. – 2024. – Vol. 138. – P. 107821. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107821>
8. Bešinović, N. (2020). Resilience in railway transport systems: a literature review and research agenda. *Transport Reviews*, 40(4), 457-478. DOI: <https://doi.org/10.1080/01441647.2020.1728419>
9. Sangiorgio, V., Mangini, A. M., & Precchiazzi, I. (2020). A new index to evaluate the safety performance level of railway transportation systems. *Safety science*, 131, 104921. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104921>
10. Rungskunroch, P., Jack, A., & Kaewunruen, S. (2021). Benchmarking on railway safety performance using Bayesian inference, decision tree and petri-net techniques based on long-term accidental data sets. *Reliability engineering & system safety*, 213, 107684.
11. Restel, F. (2025). The operational resilience evaluation method as a tool for decision-making during traffic disruptions in the railway system. *Transport*, 40(2), 120-140. DOI: <https://doi.org/10.3846/transport.2025.22889>
12. Li, H., Qi, L., Wang, M., & Liu, J. (2025). Operational resilience modeling of cross-border freight railway systems: A study of strategies to improve proactive and reactive capabilities. *Reliability Engineering & System Safety*, 257, 110856. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ress.2025.110856>
13. Szaciłło, L., Jacyna, M., Szczepański, E., & Izdebski, M. (2021). Risk assessment for rail freight transport operations. *Eksploatacja i Niezawodność*, 23(3), 476-488. DOI: <https://doi.org/10.17531/ein.2021.3.8>
14. Мемлекет басшысы «Қазақстан темір жолы» ҰК» АҚ басқарма төрағасы Талғат Алдыбергеновті қабылдады [Электрондық ресурс]. <https://www.akorda.kz/kz/memleket-basshysy-kazakstan-temir-zholy-uk-ak-baskarma-toragasy-talgat-aldybergenovti-kabyldady-1602742> (Қол жеткізілді: 30.04.2025).
15. Tokayev supported KTZ's initiative [Электрондық ресурс]. <https://dknews.kz/ru/politika/380878-tokaev-podderzhal-iniciativu-ktzh> (Қол жеткізілді: 30.04.2025).

References

1. Bureau of National Statistics. of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan. *Transport*. [Electronic resource]. <https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-transport/publications/280668/> (Accessed: 04.04.2025).
2. Olzhas Bektenov Holds Meeting on Implementation of President's Instructions in Transit and Transport Development [Electronic resource]. <https://primeminister.kz/news/olzas-bektenov-prezidenttin-kolik-tranzittik-aleuetti-damytu-zonindegi-tapsyrmalaryn-zuzege-asyru-boiynsa-kenes-otkizdi-31266> (Accessed: 05.04.2025).
3. Railway safety indicators for 2024 [[Electronic resource]. <https://www.uic.org/com/enews/article/railway-safety-indicators-for-2024> (Accessed: 05.04.2025).
4. Railway safety statistics in the EU [Electronic resource]. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Railway_safety_statistics_in_the_EU (Accessed: 10.04.2025).
5. KTZ introduces innovations for safe and efficient transportation [Электрондық ресурс]. <https://rail-news.kz/ru/news/23337-ktz-vnedriaet-innovacii-dlia-bezopasnyx-i-effektivnyx-perevozok.html> (Accessed: 10.04.2025).

6. Kisselyova, O., Izbairova, A., Altayeva, Z., & Kulmagambetova, Z. (2025). Ensuring secure transport infrastructure in supply chains. In E3S Web of Conferences (Vol. 640, p. 02002). EDP Sciences. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202564002002>
7. Zhu, R., Tan, K., & Xin, X. (2024). Speed up for sustainable development: High-speed rail and corporate ESG performance. Energy economics, 138, 107821. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107821>
8. Bešinović, N. (2020). Resilience in railway transport systems: a literature review and research agenda. Transport Reviews, 40(4), 457-478. DOI: <https://doi.org/10.1080/01441647.2020.1728419>
9. Sangiorgio, V., Mangini, A. M., & Precchiazzi, I. (2020). A new index to evaluate the safety performance level of railway transportation systems. Safety science, 131, 104921. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104921>
10. Rungskunroch, P., Jack, A., & Kaewunruen, S. (2021). Benchmarking on railway safety performance using Bayesian inference, decision tree and petri-net techniques based on long-term accidental data sets. Reliability engineering & system safety, 213, 107684.
11. Restel, F. (2025). The operational resilience evaluation method as a tool for decision-making during traffic disruptions in the railway system. Transport, 40(2), 120-140. DOI: <https://doi.org/10.3846/transport.2025.22889>
12. Li, H., Qi, L., Wang, M., & Liu, J. (2025). Operational resilience modeling of cross-border freight railway systems: A study of strategies to improve proactive and reactive capabilities. Reliability Engineering & System Safety, 257, 110856. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ress.2025.110856>
13. Szaciłło, L., Jacyna, M., Szczepański, E., & Izdebski, M. (2021). Risk assessment for rail freight transport operations. Eksploatacja i Niezawodność, 23(3), 476-488. DOI: <https://doi.org/10.17531/ein.2021.3.8>
14. Meeting with Chairman of the Board of JSC NC" Kazakhstan Temir Zholy" Talgat Aldybergenov [Electronic resource]. <https://www.akorda.kz/kz/memleket-basshysy-kazakstan-temir-zholy-uk-ak-baskarma-toragasy-talgat-aldybergenovti-kabyldady-1602742> (Accessed: 30.04.2025).
15. Tokayev supported KTZ's initiative [Electronic resource]. <https://dknews.kz/ru/politika/380878-tokaev-podderzhal-iniciativu-ktzh> (Accessed: 30.04.2025).

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПЕРЕВОЗЧИКА ПРИ РОСТЕ ГРУЗОПОТОКОВ С УЧЕТОМ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

***Аннотация.** Статья посвящена исследованию факторов, определяющих способность железнодорожного перевозчика сохранять надежность, непрерывность и безопасность перевозочного процесса при увеличении объемов транспортной работы. Актуальность исследования обусловлена увеличением объемов перевозок, ростом грузооборота, удлинением средней дальности перевозки и усилением транзитной нагрузки, что приводит к повышенному воздействию на инфраструктуру, подвижной состав, диспетчерское управление, ремонтную базу и систему обеспечения безопасности движения. В данных условиях устойчивость деятельности железнодорожного перевозчика следует рассматривать как способность обеспечивать стабильное выполнение перевозок при воздействии технических, инфраструктурных, организационных, кадровых, финансовых, цифровых и внешнеэкономических факторов. При этом, в работе обосновано, что устойчивость железнодорожного перевозчика не может оцениваться только по эксплуатационным или экономическим показателям, поскольку увеличение транспортной работы должно сопровождаться сохранением управляемости и допустимого уровня рисков. В качестве методической основы предложен расчетно-аналитический подход, включающий оценку динамики грузопотоков, расчет*

средней дальности перевозки, определение индекса эксплуатационной нагрузки, оценку транзитной составляющей, а также расчет требуемого снижения удельного риска безопасности движения. Конечным результатом оценки является определение интегрального индекса устойчивости, значение которого позволяет выработать ряд мероприятий по обеспечению безопасности движения. Особое внимание уделено коэффициенту безопасности движения, который рассматривается как ограничивающий параметр интегральной устойчивости перевозчика. Практическая значимость методики заключается в возможности использования расчетных показателей для принятия управленческих решений, направленных на повышение надежности перевозок, предупреждение нарушений безопасности движения и обеспечение устойчивого развития железнодорожных перевозчиков в современных условиях.

Ключевые слова: железнодорожный перевозчик, устойчивость, грузопотоки, безопасность движения, эксплуатационная нагрузка, удельный риск.

ASSESSMENT OF THE STABILITY OF A RAILWAY CARRIER WITH AN INCREASE IN FREIGHT FLOWS, TAKING INTO ACCOUNT TRAFFIC SAFETY

Abstract. The article is devoted to the study of the factors determining the ability of a railway carrier to maintain the reliability, continuity and safety of the transportation process with an increase in the volume of transport work. The relevance of the study is due to an increase in traffic volumes, an increase in cargo turnover, an extension of the average range of transportation and an increase in transit load, which leads to an increased impact on infrastructure, rolling stock, dispatch control, repair facilities and the traffic safety system. In these conditions, the sustainability of the railway carrier's activities should be considered as the ability to ensure stable transportation under the influence of technical, infrastructural, organizational, personnel, financial, digital and external economic factors. At the same time, the paper proves that the stability of a railway carrier cannot be assessed solely by operational or economic indicators, since an increase in transport work must be accompanied by maintaining manageability and an acceptable level of risks. As a methodological basis, a computational and analytical approach is proposed, including an assessment of the dynamics of cargo flows, the calculation of the average range of transportation, the determination of the operational load index, the assessment of the transit component, as well as the calculation of the required reduction in the specific risk of traffic safety. The final result of the assessment is the determination of an integral stability index, the value of which allows us to develop a number of measures to ensure traffic safety. Special attention is paid to the traffic safety coefficient, which is considered as a limiting parameter of the carrier's integral stability. The practical significance of the methodology lies in the possibility of using calculated indicators to make management decisions aimed at improving the reliability of transportation, preventing traffic safety violations and ensuring the sustainable development of railway carriers in modern conditions.

Keywords: railway carrier, stability, cargo flows, traffic safety, operational load, specific risk.

Авторлар туралы мәлімет

Аймагамбетова Бибижан Асылбековна	Докторант, Сәтбаев Университет, Алматы, Қазақстан, e-mail: Aimagambetova.B@stud.satbayev.university
Киселёва Ольга Геннадьевна	Техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Сәтбаев Университет, Алматы, Қазақстан, e-mail: o.kisselyova@satbayev.university
Капезова Назгуль Газизовна	Оқытушы, Логистика және көлік академиясының Алматы колледжі, Алматы, Қазақстан, e-mail: eskozhanova.nazg@gmail.com
Имашева Гульнар Махмутовна	Техника ғылымдарының докторы, профессор Сәтбаев Университет, Алматы, Қазақстан, E-mail: g.imasheva@satbayev.university

Токмурзина Наталья Анатольевна	Техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Сәтбаев Университет, Алматы, Қазақстан, e-mail: n.tokmurzina@satbayev.university
-----------------------------------	--

Сведение об авторах

Аймагамбетова Бибижан Асылбековна	Докторант, Satbayev University, Алматы, Казакстан, e-mail: Aimagambetova.B@stud.satbayev.university
Киселёва Ольга Геннадьевна	Кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Satbayev University, Алматы, Казакстан, e-mail: o.kisselyova@satbayev.university
Капезова Назгуль Газизовна	Преподаватель, Алматинский колледж Академий логистики и транспорта, Алматы, Казакстан, e-mail: eskozhanova.nazg@gmail.com
Имашева Гульнар Махмутовна	Доктор технических наук, профессор, Satbayev University, Алматы, Казакстан, E-mail: g.imasheva@satbayev.university
Токмурзина Наталья Анатольевна	Кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Satbayev University, Алматы, Казакстан, e-mail: n.tokmurzina@satbayev.university

Information about the authors

Aimagambetova Bibizhan	Doctoral student, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: Aimagambetova.B@stud.satbayev.university
Kisselyova Olga	Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: o.kisselyova@satbayev.university
Kapezova Nazgul	Teacher, Almaty College of the Academy of logistics and transport, Almaty, Kazakhstan, e-mail: eskozhanova.nazg@gmail.com
Imasheva Gulnar	Doctor of Technical Sciences, Professor, Satbayev University, 22a Satpaev str., 050013, Almaty, Kazakhstan, e-mail: g.imasheva@satbayev.university
Tokmurzina Natalya	Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: n.tokmurzina@satbayev.university