

## Безпека руху

УДК 330.131.52:330.131.7:656.08

*Канд. екон. наук О.В. Орловська**Канд. техн. наук Я.В. Болжеларський,**Магістр О.М. Возняк***ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ**

*Ключові слова:* безпека руху, залізнично-транспортна пригода, економічна ефективність, витрати, оцінка ризиків, ALARP – метод, метод експертних оцінок.

**Вступ**

Підвищення безпеки руху завжди було одним із найактуальніших завдань у діяльності залізничного транспорту, однак вирішення вказаного завдання пов'язане зі значними матеріальними затратами. Затрати на впровадження заходів безпеки руху не можуть бути безмежними, а з іншої сторони, неможливо повністю позбутись настання транспортних пригод. Необхідно віднайти компромісний варіант між вартістю від впровадження заходів із забезпечення безпеки руху, якістю відповідного обладнання і втратами, які можуть бути понесені внаслідок її незабезпечення.

**Постановка проблеми.**

Основною задачею даної роботи є визначення загальних підходів до економічної оцінки способів підвищення безпеки руху з урахуванням реальних фінансово-економічних можливостей галузі та держави загалом.

Пошук компромісного варіанту є необхідним із причин прояву нестабільності економічної ситуації, суттєвого збільшення державного боргу країни, скорочення податкових надходжень до бюджету, які зменшують можливості фінансування програм з безпеки руху.

Витрати, пов'язані із забезпеченням безпеки руху на транспорті, традиційно називаються реальними економічними витратами, оскільки вони, у принципі, можуть бути виражені через конкретні виплати чи втрачені доходи постраждалих осіб, транспортних організацій та інших причетних сторін. Це означає, що реальні економічні витрати мож-

на розраховувати, спираючись на існуючі ринкові ціни, що є серйозною проблемою в умовах сьогодення. Точну економічну оцінку втрат благополуччя при травмуваннях під час транспортних пригод провести неможливо [1].

Здійснення аналізу загальних принципів економічної ефективності, заходів щодо забезпечення безпеки руху є актуальними, особливо для транспортної галузі, з причини значної кількості транспортних пригод на залізничному транспорті, зокрема і на залізничних переїздах. Статистика показує, що хоча на залізничних переїздах Україні відбувається лише 4,5% від загальної кількості ДТП на мережі автодоріг (у світі ця кількість становить менше 1%), однак їх наслідки, як людські, так і матеріальні, значно важчі, аніж при аваріях інших типів. В Україні, у середньому, кожна четверта ДТП на залізничних переїздах з летальним наслідком (на мережі автодоріг 1 загиблий на 30 ДТП). Небезпеки зазнають водії та пасажирів автотранспорту, а також пасажирів поїздів, члени локомотивних бригад, провідники та інший персонал, який перебуває як в поїздах, так і поза їх межами. Загроза суттєво збільшується під час перевезення небезпечних вантажів через можливі катастрофічні наслідки.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій**

Питанню щодо забезпечення безпеки руху на залізничному транспорті присвячена значна кількість праць як за кордоном так і в Україні [2-12]. За результатами наукових праць затверджується відповідна нормативна [13, 14], а також навчальна література [15, 16].

Серед праць вітчизняних вчених слід особливо відзначити роботи [12, 15-16], у яких, поряд із технічними питаннями, значна увага приділена оцінці та аналізу ризиків настання транспортних пригод.

У дослідженнях норвезьких вчених [2] відзначено, що для більшості заходів підвищення безпеки руху визначити вартість їх впровадження можливо. Ці відомості можна отримати безпосередньо від виробників і продавців обладнання, з фінансових звітів, звітів виконання науково-дослідних робіт

тощо. Однак достовірні дані щодо цих витрат знайти складно. Бюджет на запровадження заходів з безпеки руху, як правило, складається так, що безпосередні витрати на конкретні заходи завчасно визначити неможливо. У таких бюджетах і фінансових звітах наводяться лише витрати на певну групу заходів. Зазначається, що ефект від заходів підвищення безпеки руху не приносить великої вигоди у порівнянні з витратами на самі заходи.

Таким чином, на основі проведеного аналізу літературних джерел, слід зазначити, що питанню щодо забезпечення безпеки руху приділена достатня увага, однак на даний час існують різні підходи щодо методології оцінки економічної ефективності відповідних заходів.

#### **Мета і завдання дослідження**

Метою дослідження є знаходження раціонального підходу до визначення ефективності заходів підвищення безпеки руху на залізничному транспорті з врахуванням реальної економічної ситуації та відповідних обмежень, що нею накладаються. Актуальним завданням є аналіз та вибір принципу оцінки ефективності заходів з безпеки руху та доведення доцільності його застосування.

#### **Основна частина дослідження**

Явище транспортної пригоди виникає через ряд важливих чинників, які впливають на роботу транспорту та забезпечення безпеки руху. Транспортні пригоди спричиняються наступними факторами: якістю перевезень; дотриманням графіку руху поїздів; технічною справністю транспортних засобів; недостатнім фінансуванням транспортної галузі при оновленні рухомого складу, інфраструктури тощо. Небезпечні ситуації можуть виникати як під час виконання поїзної роботи, так і під час технічних операцій з рухомим складом або під час стоянки поїзда [7-9]. Всі ці чинники значно впливають на рівень забезпечення безпеки руху. Однак, недотримання правил експлуатації транспортних засобів негативно впливає на рівень безпеки, створює аварійні ситуації із різними наслідками, виправлення яких потребують значних коштів із бюджету галузі або країни.

Залізнична катастрофа є найбільш масштабною та важкою пригодою, яка пов'язана із травмуванням та загибеллю людей, а також зі значними матеріальними збитками [12]. Такі ситуації спричиняються відхиленнями від

норм експлуатації та порушеннями, які лежать в основі створення аварійної ситуації. Причини виникнення подібних ситуацій вимагають більш детального розгляду виникнення таких випадків, аналізу принципів оцінки ефективності заходів щодо підвищення безпеки руху на транспорті з застосування наукових підходів.

Відомим принципом оцінки ефективності заходів із підвищення безпеки руху є *суспільно-економічний аналіз*, який охоплює аналіз окупності витрат (ефекту від вкладених засобів) і аналіз відношення «вигода/витрати». Будь-який аналіз окупності витрат полягає у пошуку найдешевшого способу досягнення поставленої мети без зниження ефективності. При цьому не обов'язково переводити поставлену мету у грошовий вираз, оскільки аналіз ефекту від вкладених засобів на забезпечення безпеки руху покликаний на пошук того, і саме заходи сприяють запобіганню найбільшій кількості транспортних пригод (чи загиблих) на одну грошову одиницю, яка витрачається на реалізацію заходів безпеки [17].

Загалом витрати, які пов'язані з транспортними пригодами, є сумою основних витрат (статей): медичних, матеріальних та адміністративних витрат; недоотриманої продукції; втрат благополуччя при пораненнях у транспортних пригодах у грошовому виразі [1].

Перші чотири з названих статей традиційно називаються реальними економічними витратами, оскільки вони, у принципі, можуть бути виражені у виді конкретних втрачених доходів постраждалих осіб і інших причетних сторін. Це означає, що реальні економічні витрати можна розраховувати, опираючись на існуючі ринкові ціни.

Медичні витрати також мають місце аварійних ситуаціях, випадках травм, калі тощо. Дана стаття витрат вимагає сучасного підходу до вирішення проблем із виконанням принципів страхової медицини, створення фонду допомоги постраждалим, а також розробки принципових підходів до зниження рівня небезпек для пасажирів населення, яке проживає у зоні впливу транспорту.

При аварійних ситуаціях з рухомим складом також виникає проблема оцінки вартості продукції, яку недотримують замовники луги через ряд причин, пов'язаних із виникненням аварійного ризику. Небезпечні сі

ції на транспорті спричиняють позапланові витрати галузі на виплати матеріальних збитків, невиконання комерційних угод, через втрату вантажів тощо – всі ці ситуації передбачають штрафні санкції. Урахування комерційного ризику особливо важливо при здійсненні перевізних операцій, оскільки за його наявності це зумовлює зменшення кількості споживачів та падіння рівня прибутку.

Медичні витрати та недоотримана продукція вимагають значних матеріальних та адміністративних витрат на потреби залізничного транспорту з ліквідації негативних наслідків із причин нещасних випадків. А ці витрати можуть бути виражені у грошовій формі виплат компенсацій постраждалим у транспортних пригодах з урахуванням ступеня втрати працездатності, майна або втрати благополуччя. Однак, точну економічну оцінку втрат благополуччя при пораненнях і працездатності постраждалих у транспортних пригодах провести неможливо.

У наукових дослідженнях також використовують *системний аналіз*, який вважається основою для оцінки роботи чи життєдіяльності будь-якого явища чи показника. Його суть полягає в аналізі послідовності дій із встановленням структурних зв'язків між змінними та елементами системи, що розглядається [12, 15, 16]. Він спрямований на встановлення причин реальних складнощів, що спричиняють виникнення причин даної проблеми і вироблення варіантів їх усунення.

У самому процесі даного аналізу виділяють п'ять етапів.

На першому етапі дослідження об'єкт аналізу подається як певна система. Для цього спочатку виділяють окремі частини об'єкта, які можуть розглядатися як елементи системи. Причому, в конкретних випадках, система може мати кілька рівнів, тобто кожен із виділених елементів першого рівня можна розглядати як самостійну систему (підсистему) тощо. Крім того, на першому етапі аналізу повинна бути сформульована мета розвитку системи, завдання, які вона вирішує, зв'язки з іншими системами, взаємозв'язок між окремими елементами функціонування кожного елемента та системи в цілому.

Основна мета другого етапу системного аналізу – підбір показників, які здатні дати якомога повну і якісну оцінку всім без винятку елементам, взаємозв'язкам (внутрішнім і

зовнішнім), а також умовам, в яких існує система.

На третьому етапі розробляється загальна схема досліджуваної системи.

На четвертому етапі аналізу вирішується питання вивчення у загальному виді економіко-математичної моделі системи. На цьому етапі за допомогою різних методів повинні бути визначені коефіцієнти всіх рівнянь і нерівностей, функції, мета та параметри обмежень.

Останній, п'ятий етап аналізу, називається "робота з моделлю". Його ефективніше проводити з використанням комп'ютерних технологій. Шляхом заміни окремих параметрів моделі (коефіцієнтів, обмежень), які характеризують ті чи інші фактори діяльності, визначають значення функції, після чого порівнюють результати з фактичними, плановими та іншими показниками. Це дає можливість оцінити підсумки господарювання, вплив факторів на величину результативних показників, визначити джерела й обсяги невикористаних внутрішніх резервів.

У результаті за підсумками виконаної роботи можливо отримати економіко-математичну модель, яку можна використовувати для техніко-економічного аналізу обраного об'єкта.

Описані підходи забезпечують комплексність і цілеспрямованість дослідження, описують методологічно обґрунтовану схему пошуку резервів підвищення ефективності виробництва, забезпечують об'єктивну оцінку результатів господарювання, а також оперативність, дієвість, обґрунтованість, точність аналізу та його висновків.

За допомогою даних наукових підходів стає можливим розглянути природу виникнення аварійних ситуацій, принципів та механізму формування витрат, надати їм оцінку, визначити чинники, які впливають на зміну основних параметрів аварійної ситуації та провести аналіз витрат на забезпечення безпеки на транспорті.

При визначенні принципів щодо досягнення оптимальних витрат на безпеку руху, доречно розглянути залежність між витратами на безпеку руху та рівнем безпеки з урахуванням економічної ситуації в країні (рис. 1).

На графіку рис.1 крива 3 характеризує зростання рівня безпеки при збільшенні витрат на реалізацію заходів безпеки. Криві 1 і 2 у

свою чергу характеризують як зі зростанням рівня безпеки зменшення витрат на ліквідацію наслідків аварійних ситуацій. Рівновага настає у точках перетину кривої 3 з кривими 1 та 2 (точки  $E_1$  та  $E_2$ ).

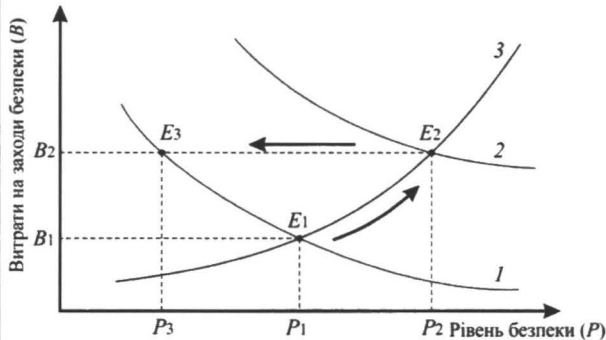


Рис 1. Залежності витрат на заходи безпеки від її рівня

Припустимо, що у країні досягнуто рівень безпеки  $P_1$  при величині витрат  $B_1$ . Ставиться задача досягнути рівня безпеки  $P_2$ , але її вирішення вимагає збільшення витрат на забезпечення заходів безпеки до рівня  $B_2$ . Однак, якщо економічна ситуація в країні погіршиться і не буде виділятися необхідне фінансування даних заходів, то при тій самій величині витрат можливе спостереження зниження рівня безпеки до рівня  $P_3$ .

Вказаний графік демонструє ризик непередуманого збільшення витрат на впровадження заходів безпеки — якщо не вдасться підтримувати зростання витрат на запровадження заходів безпеки, то це може призвести до погіршення початкової ситуації.

Також значна увага приділяється принципам визначення економічної ефективності від запроваджених заходів безпеки. Дані дії повинні починатись із встановлення критеріїв оцінки ефективності, суть яких полягає у потребі максимізації очікуваних результатів при мінімізації витрат на досягнення даної мети за рахунок зростання рівня безпеки, структурних змін у галузі, запровадження соціальних стратегій тощо. Однак, домінуючою стратегією повинно бути визначення досягнення високих позитивних результатів при мінімальних витратах, тобто зведення кількості небезпек до мінімуму.

Розглянуті принципи мають ряд заперечень, які можна розділити на наступні групи: заперечення на суспільно-філософському рівні; заперечення на науково-теоретичному рівні; методологічні заперечення; заперечення, що пов'язані з застосуванням аналізу вигоди і витрат.

Заперечення на суспільно-філософському рівні пов'язані із несприйняттям поняття відношення витрати-витрати як основи для політичних та економічних рішень, тобто, в даному випадку, аналіз є недоречним через його сприйняття як випадковості. На науково-теоретичному рівні дані заперечення ґрунтуються на понятті, що людська природа сама по собі є раціональною настільки, наскільки надійними є передумови розвитку об'єкта, що вивчається. Методологічні заперечення базуються на головному питанні: наскільки є значними ті величини, які застосовуються при аналізі вигод та витрат. Дискусії навколо застосування аналізу вигод та витрат є доречними при вирішенні питання інвестування грошових засобів у великомасштабні проекти, пов'язані із прокладанням залізничних колій, автомобільних доріг, будівництва естакад, віадуків тощо. Даний підхід обумовлює можливий приріст благополуччя населення та забезпечення безпеки людини при реалізації таких проектів.

У Швеції був розроблений метод довгострокового планування заходів забезпечення безпеки руху, який отримав назву «нульов бачення». Згідно даного методу, заходи безпеки повинні підтримуватись на такому рівні, щоб під час дорожньо-транспортних пригод ніхто не гинув чи отримував серйозних поранень [1, розділ 6]. Немає певної кількості загиблих чи серйозно поранених, які були етично правильними чи виправданими. Тому необхідно запроваджувати такі заходи безпеки, які б повністю виключали вказані наслідки або мінімізували їх.

На нашу думку, даний принцип не може бути напряму покладений в основу розробки заходів щодо забезпечення безпеки руху. Незважаючи на розглянуті вище етичні аспекти



даного принципу, слід розуміти, що безмежне збільшення витрат на забезпечення безпеки руху на залізничному транспорті при обмеженому бюджеті держави неминуче спричинить скорочення витрат на інші бюджетні статті, такі як медицина, охорона праці, екологічна безпека тощо, а це у довгостроковій перспективі неодмінно викличе зростання аварійності, смертності, каліцтв тощо в інших галузях. Дана проблема є особливо актуальною при нестабільній економічній ситуації в країні.

Важливим питанням постає проблема визначення загальних виробничих витрат на облаштування засобами безпеки об'єктів залізничного транспорту (залізничних переїздів, рухомого складу, елементів інфраструктури тощо), а це завдання з непростиж. Причиною даної проблеми є коливання цін на ринку товарів та послуг, вибір постачальника за тендерним методом, наявність значної кількості посередників на ринку забезпечення обладнанням. За допомогою моніторингу даного ринку, збору інформації про товар можна отримати відомості про відпускні ціни, які реально можуть бути нестабільними і значно вищими, ніж виробничі витрати, однак дають певне уявлення про їх загальну суму і об'єми витрат галузі на дані статті.

Задача забезпечення високого рівня якісного та надійного функціонування залізничного транспорту визнана однією з найбільших науково-технічних проблем. Даний підхід вимагає розробки принципової стратегічної лінії вирішення питань щодо перспектив розвитку комплексного підвищення якості та надійності інновацій на транспорті, підвищення надійності за рахунок зниження рівня ризику, пошуку нових наукових підходів до оцінки ситуацій [2-5].

На нашу думку, у сьогоденнішніх реаліях України, оцінка економічної ефективності заходів підвищення безпеки руху може проводитися з використанням підходу, відомого у світовій практиці як ALARP (As Low As Reasonable and Practicable), суть якого полягає у тому, що ризик повинен бути настільки

низьким, наскільки це економічно виправдано й технічно досяжно [12, 18]. Цілі підвищення безпеки встановлюються виходячи з міркувань балансу між витратами на впровадження заходів безпеки і потенційними втратами від випадків залізнично-транспортних пригод. При цьому враховуються повні потенційні і фактичні втрати від настання транспортних пригод – як прямі технічні (наприклад, втрати на відновлення руху, ремонт колії та рухомого складу), так і непрямі, пов'язані із такими, як затримка руху, втрачена вигода, втрата довіри клієнтів, вартість людського життя тощо. При використанні ALARP-методу важливо розрізняти такі поняття як ризик і повна безпека.

Ризик становить міру ймовірності й одночасно міру важкості наслідків небезпечної події. Такі ризики оцінюють як допустимий і остаточний ризики. Повнота безпеки – оцінка ймовірності того, що залучені кошти забезпечать необхідне зменшення ризику для функцій безпеки.

Принцип ALARP покладений у розробку підходу оцінки безпеки і обумовлює проходження наступних областей (рис.2): область недопустимого ризику; область терпимого ризику; область цілком допустимого ризику; область можливого нехтування ризиком.

Ризик, який перевищує *недопустимий рівень* не може бути виправданий при звичайних обставинах, окрім виключних. При цьому, встановлюється максимально допустимий ризик за певних обставин.



Рис.2 Схема оцінки ризиків за ALARP-методом.

Нижче цього рівня знаходиться область *прийнятного ризику*, в якій діяльність може проводитися за умови, що ризики будуть настільки малими, наскільки це практично можливо. Він обумовлює здатність вказувати на готовність системи миритися з ризиком, оскільки це приносить певні вигоди, в той же самий час сподіваючись на те, що ризик буде перебувати під наглядом і буде зменшений, як тільки це стане можливим. У даній ситуації існує потреба у визначенні оцінки вартості вигод, яка може бути явною чи неявною і дозволить визначити вартість та потребу у додаткових заходах безпеки. Чим вищий ризик, тим вищих витрат слід очікувати для його зниження. На межі області прийнятного ризику витрати виявляються у великій диспропорції у відношенні до очікуваних вигод. У цій зоні ризик за визначенням буде значним, а результати аналізу свідчать про те, що навіть для досягнення мінімального зменшення ризику будуть потрібні значні зусилля. Так, в області *заданого рівня прийнятного ризику* має місце наступна ситуація: у міру зменшення ризику пропорційно зменшуються витрати на подальше його зниження відповідно до принципу розумної достатності. Там, де значення ризику є меншим, на його зниження потрібні менші витрати. Таким чином, баланс між витратами і вигодами може виявитися задовільним.

Нижче області *прийнятного ризику* його рівні вважаються настільки незначними, що

не потребують їх подальшого зниження. Ця область загально допустима, для якої ризик є незначними у порівнянні з повсякденним ризиками. Область *загальної допустимості* не потребує детального опрацювання для демонстрації методу ALARP; однак потрібне спостерігати за тим, щоб ризик залишався на даному рівні. Метод ALARP може бути застосований при умові, що раніше були розглянуті та прийняті кількісні й якісні плани щодо мінімального допустимого ризику.

Оцінку ймовірності настання ризику можна проводити з використанням методу експертних оцінок [12, 19-21], за методикою якої пропонується розподіл ступеня ризику за шкалою від 0 до 100 балів:

- 0...24 – несуттєвий ризик, що відповідає нехтовно малому рівню виникнення,
- 25...49 – ризикова ситуація імовірно не наступить, відповідає заданому рівню ризику,
- 50...74 – можливість настання ризикової ситуації, відповідає зоні розумної прийнятності ризику,
- 75...99 – ймовірність виникнення ризикової ситуації, відповідає зоні встановленої максимального ризику,
- 100 – настання події невідворотне [21].

При впровадженні такого підходу, впливу якого недостатньо вивчений, не можна робити формалізованих оцінок ефекту від вкладних у реалізацію засобів (співвідношення вигоди та витрат). Для інших заходів, у пе

ній мірі, можна робити такі оцінки.

Слід зауважити, що такі визначення, як «несуттєвий ризик», «розумна прийнятність», «велика ймовірність» відносяться до понять нечіткої логіки, про перспективи застосування якої щодо оцінки безпеки руху відзначено у праці [12].

Труднощі у застосуванні даного підходу пов'язані з тим, що поняття «вартість людського життя» є умовним і, згідно прийнятих підходів [2-4] низьким у порівнянні з витратами на проведення профілактичних заходів. Наприклад, свідченням низької оцінки життя людини є неспроможність держави на сучасному етапі виділяти достатні кошти на ліквідацію перетинів залізниць та автодоріг на одному рівні. Хоча, якщо буде встановлено, що запровадження певної системи сприятиме зменшенню кількості смертельних випадків на залізничному переїзді, скажімо, на 1-2 випадки за рік, то можна вважати, що дана ініціатива має потенціал. У випадку запровадження таких систем на кількох залізничних переїздах, ефект значно зростає.

Слід також зазначити, що принцип ALARP різко контрастує з європейським підходом до громадської безпеки та безпеки на робочому місці, що визначений Рамковою Директивою Європейського Союзу (89/391/ЄЕС), у якій зазначено, що безпека "є мета, яка не повинна бути підпорядкована чисто економічним міркуванням."

Думка про те, щоб оцінити людське життя конкретним значенням (цифрою) для того, щоб обґрунтувати витрати на проекти з підвищення безпеки, може бути неприйнятною для керівників, які відповідають за впровадження даних заходів. Однак, саме це від них і вимагається, оскільки витрати на реалізацію зазначених проектів є капітальними витратами, які вимагають відповідного обґрунтування.

Окремо варто зазначити, що загальна кількість жертв у ДТП на залізничних переїздах набагато менша, ніж загальна кількість та частота ДТП на мережі автомобільних доріг в цілому. Однак, якщо переважна більшість зіткнень між автомобілями не призводить до людських жертв чи значних матеріальних витрат, то практично кожна ДТП на залізничному переїзді спричиняє значні людські жертви та матеріальні збитки. Це повинно враховуватись при розробці підходів щодо обґрун-

тування заходів підвищення безпеки руху на залізничних переїздах та до безпеки автомобільного руху загалом.

### **Висновки**

Брак коштів, як правило, унеможливорює здатність підприємств залізничного транспорту забезпечити більший, аніж просто базовий рівень безпеки руху, у тому числі на залізничних переїздах. Враховуючи реальну економічну ситуацію, необхідно визначити загальні принципи, які повинні бути покладені у основу розробки та запровадження заходів підвищення безпеки руху.

Одним із таких підходів є оцінка ризиків настання аварій та ймовірної кількості жертв при цьому.

Програма покращення рівня безпеки залізничних переїздів повинна передбачати доступ до інформації, яка постійно оновлюється: детальних баз залізничних переїздів, де відображатимуться деталі обставин аварій, їх причини і кількість жертв, динаміки руху як автодорожніх так і залізничних транспортних засобів через залізничний переїзд тощо.

Така програма дасть змогу здійснити розрахунок ризиків і ймовірностей аварій та дозволить встановити дійсні пріоритети заходів щодо підвищення безпеки на залізничних переїздах. По суті, це вимагає створення комплексної системи управління безпекою, з яких інформаційна система управління безпекою буде життєво важливим компонентом. Таким чином, побудова інформаційної системи управління безпекою із застосуванням кількісного аналізу ризиків (КОР) та аналізу витрат і вигод (СВА) для менеджменту безпеки на залізничних переїздах є пріоритетною.

Реалізація даної програми можлива при застосуванні кількісного аналізу ризиків на базі статистичних даних для встановлення ймовірності загибелі чи серйозного травмування людей при аварії на тому чи іншому залізничному переїзді. Цей підхід прийнятний для визначення пріоритетів запровадження заходів із підвищення безпеки не лише на залізничних переїздах, але й в інших господарствах залізничного транспорту.

В основу кількісної оцінки ризиків може бути покладений ALARP- метод у поєднанні з методом експертних оцінок та використанням апарату нечіткої логіки.

При проведенні оцінки ризикових ситуацій у подальших дослідженнях доцільно розглянути застосування його на конкретних прикладах.

### Література

1. Справочник по безопасности дорожного движения. Раздел 6. / Институт экономики транспорта, // Осло, Норвегия. – М.: МАДИ, 2001, – 216 с
2. Kołowrocki K. Reliability and Safety of Complex Technical Systems and Processes: Modeling-Identification-Prediction- Optimization / K. Kołowrocki, J. Soszycka-Budny. – London : Springer, 2011. – 405 p. DOI: 10.1007/978-0-85729-694-8.
3. Kuo W. An annotated overview of system-reliability optimization / W. Kuo, V. R. Prasad // IEEE Transactions on Reliability. – 2000. – Vol. 49(2). – P. 176–187.
4. Kuo W. Optimal Reliability Modeling: Principles and Applications / W. Kuo, M. J. Zuo. – Hoboken : John Wiley & Sons, 2003. – 559 p.
5. Vercellis S. Business Intelligence: Data Mining and optimization for decision making / S. Vercellis. – Hoboken : John Wiley & Sons. 2009. – 417 p.
6. Лысюк В.С. Причины и механизм схода колес с рельса. Проблемы износа колес и рельсов. В.С. Лысюк / – М.: Транспорт, 2002. – 215 с.
7. Буканов М.А. Безопасность движения поездов (в условиях нарушения нормальной работы устройств СЦБ и связи) / М.А. Буканов – М.: Транспорт, 1990. – 112 с.
8. Лисенков В.М. Безопасность технических средств в системах управления движением поездов / В.М. Лисенков – М.: Транспорт, 1992 – 192 с.
9. Годович Л.М., Безопасность движения поездов: (В условиях реконструкции станции). / Л.М. Годович, В.К. Тюрин – М.: Транспорт, 1988. – 136 с.
10. Сокол Э.Н. Сходы с рельсов и столкновения подвижного состава (Судебная экспертиза. Элементы теории и практики) / Э.Н. Сокол. – К.: Транспорт України, 2004. – 364 с.
11. Сокол Э.Н. Крушения железнодорожных поездов (Судебная экспертиза. Элементы теории и практики): монография / Э.Н. Сокол – К, Феникс, 2007. – 355 с.
12. Самсонкін В.М. Теорія безпеки на залізничному транспорті: монографія / В.М.Самсонкін, В.І.Мойсеєнко. – К.: Видавництво «Каравела», 2014. – 248 с.
13. Методичні вказівки про проведення перевірок щодо забезпечення безпеки руху у господарстві перевезень залізниць України – К.: Вид-во ТЗОВ «Швидкий рух», 2006. – 73с. – (Нормативно-технічне видання).
14. Методичні вказівки про проведення профілактичної роботи щодо забезпечення безпеки руху у комерційному господарстві залізниць України. – Київ, 2009 – 46с.
15. Самсонкін В.М. Безпека руху поїздів на залізничному транспорті. Ч.1: навч. посібник / В. М. Самсонкін, А.Б. Бойнік, О.Й. Соколов. К.: КУ ЕТТ, 2005. – 181 с.
16. Самсонкін В.М. Безпека руху поїздів на залізничному транспорті. Ч.2: навч. посібник / [Е. М. Самсонкін, Т.О. Шаласва, О.А. Абакумов та ін.]. – К.: КУЕТТ, 2005. – 109 с.
17. Экономика железнодорожного транспорта учеб. для вузов ж.-д. трансп. / [И.В. Белов, Н.П. Терешина, В.Г. Галабурда и др.]. Под ред. Н.П. Терешиной, Б.М. Лапидуса, М.Ф. Трихункова. – М.: УМК МПС России, 2001. – 600 с.
18. Сайт Risk Assessment Org. [Електронні ресурс] / – Режим доступу: <http://www.riskassessments.org/index.html>
19. Добров В.В. Экспертные оценки в научном техническом прогнозировании / В.В.Добров. – К: Наука, 1974. – 245 с.
20. Кендел М.Д. Ранговые корреляции / М.Д. Кендел. – М.: Финансы и статистика, 1975. – 300 с.
21. Івченко І.Ю. Економічні ризики: навч. посіб. / І.Ю. Івченко. -К.: «Центр навчальної літератури», 2004. – 304 с.

### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

#### Орловська Олександра Володимирівна,

доцент кафедри гуманітарної та соціально-економічної підготовки Львівської філії Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.  
Тел.: +38 032 267 99 74.  
E-mail: [entony@hotmail.ru](mailto:entony@hotmail.ru)

#### Болжеларський Ярослав Володимирович,

доцент, докторант Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна; провідний науковий співробітник лабораторії залізничного транспортуних досліджень Львівського науково-дослідного інституту судових експертиз Міністерства юстиції України.  
Тел.: +38 032 267 99 74.  
E-mail: [jarik762145@gmail.com](mailto:jarik762145@gmail.com)

#### Возняк Олег Михайлович,

магістр, старший викладач кафедри «Транспортні технології» Львівської філії Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, старший науковий співробітник лабораторії залізничного транспортуних досліджень Львівського науково-дослідного інституту судових експертиз Міністерства юстиції України.  
Тел.: +38 032 267 99 74  
E-mail: [ovozom@gmail.com](mailto:ovozom@gmail.com)



UDC 330.131.52:330.131.7:656.08

**General principles of economic evaluation activities of safeties efficiency increase / Orlovska O., Bolzhelarskyi Y., Voznjak O. // Railway Transport of Ukraine. – 2016. – №3-4. – P.45-52.**

Principles of assessing the economic efficiency of the safety measures are considered. The principles of risk assessment are analyzed and the economic effectiveness of measures to improve road safety are determined.

Quantitative risk assessment is proposed to conduct using ALARP method in combination with the method of expert assessments and by means of fuzzy logic apparatus.

**Key words:** *traffic safety; railway accident; economic efficiency; expenses; risk assessment ; ALARP – method; method of expert evaluations.*

### Literature

1. Spravochnik po bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija (2001). Razdel 6 [Guide to traffic safety. Section 6.] Moscow: MADI, 216 p. [in Russian].
2. Kołowrocki, K., Soszyńska-Budny, J. (2011). Reliability and Safety of Complex Technical Systems and Processes: Modeling-Identification-Prediction- Optimization. London: Springer, 405 p. DOI: 10.1007/978-0-85729-694-8. [in English].
3. Kuo, W., Prasad, V.R. (2000). An annotated overview of system-reliability optimization. IEEE Transactions on Reliability, vol. 49(2), 176-187 [in English].
4. Kuo, W., Zuo, M.J. (2003). Optimal Reliability Modeling: Principles and Applications. Hoboken: John Wiley & Sons, 559 p. [in English].
5. Vercellis, S. (2009). Business Intelligence: Data Mining and optimization for decision making. Hoboken: John Wiley & Sons, 417 p. [in English].
6. Lysjuk, V.S. (2002). Prichyny i mehanizm shoda kolesa s rel'sa. Problemy iznosa koles i rel'sov [Causes and mechanism of derailment. Problems of wear of wheels and rails]. Moscow: Transport, 215 p. [in Russian].
7. Bukanov, M.A. (1990). Bezopasnost' dvizhenija poezdov (v usloviyah narushenija normal'noj raboty ustroystv SCB i svjazi) [Train traffic safety (in the conditions of malfunction of the signaling and communication devices)]. Moscow: Transport, 112 p. [in Russian].
8. Lisenkov, V.M. (1992). Bezopasnost' tehniceskikh sredstv v sistemah upravlenija dvizheniem poezdov [Technical means security in control systems of the train motion]. Moscow: Transport, 192 p. [in Russian].
9. Godovich, L.M., Tjurin, V.K. (1988). Bezopasnost' dvizhenija poezdov: (V usloviyah rekonstrukcii stancii) [Train traffic safety: (In the conditions of reconstruction of the station)]. Moscow: Transport, 136 p. [in Russian].
10. Sokol, Je.N. (2004). Shody s rel'sov i stolknovenija podvizhnogo sostava (Sudebnaja jekspertiza. Jelementy teorii i praktiki) [Derailments and collisions of rolling stock (Forensic Science. Elements of the theory and practice)]. Kyiv: Transport Ukrainy, 364 p. [in Russian].
11. Sokol, Je.N. (2007). Krushenija zheleznodorozhnyh poezdov (Sudebnaja jekspertiza. Jelementy teorii i praktiki) [Train accidents (Forensic Science. Elements of theory and practice)]. Kyiv: Feniks, 355 p. [in Russian].
12. Samsonkin, V.M., Mojseienko, V.I. (2014). Teoriia bezpeky na zaliznychnomu transporti [The theory of safety on railway transport]. Kyiv: Karavela, 248 p. [in Ukrainian].
13. Metodychni vkazivky pro provedennia perevirok schodo zabezpechennia bezpeky rukhu u hospodarstvi perevezen' zaliznyts' Ukrainy [Methodical instructions on inspections to ensure traffic safety in the transportation sector of Ukrainian railways] (2006). Гопод: Shvydkyj rukh, 73 p. [in Ukrainian].
14. Metodychni vkazivky pro provedennia profilaktychnoi roboty schodo zabezpechennia bezpeky rukhu u komertsijnomu hospodarstvi zaliznyts' Ukrainy (2009). [Methodical instructions on carrying out the preventive work to ensure the traffic safety in the commercial sector of Ukrainian railways]. Kyiv [in Ukrainian].
15. Samsonkin, V.M., Bojnik, A.B. Sokolov, O.J. (2005). Bezpeka rukhu poizdiv na zaliznychnomu transporti. Ch.1: Navch. posibnyk [Train traffic safety on railway transport. Part 1: Manual]. Kyiv: KUETT, 181 p. [in Ukrainian].
16. Samsonkin, V.M., Shalaieva, T.O., Abakumov, O.A. et al. (2005). Bezpeka rukhu poizdiv na zaliznychnomu transporti. Ch.2: Navch. posibnyk [Train traffic safety on railway transport. Part 1: Manual]. Kyiv: KUETT, 109 p. [in Ukrainian].
17. Belov, I.V., Tereshina, N.P., Galaburda, V.G. et al. (2001). Jekonomika zheleznodorozhnogo transporta [Railway transport economics]. Moscow: UMK MPS Rossii, 600 p. [in Russian].
18. Risk Assessment Org. Retrieved from: <http://www.risk-assessments.org/index.html> [in English].
19. Dobrov, V.V. (1974). Jekspertnye ocenki v nauchno-tehnicheskome prognozirovanii [Expert assessment in scientific and technical forecasting]. Kyiv: Nauka, 245 p. [in Russian].
20. Kendel, M.D. (1975). Rangovyje korreliacii [Rank correlations]. Moscow: Finansy i statistika, 300 p. [in Russian].
21. Ivchenko, I.Yu. (2004). Ekonomichni ryzyky [Economic risks]. Kyiv: Tsentr navchal'noi literatury, 304 p. [in Ukrainian].