

УДК 656.25

*О. В. Розсоха, к.т.н.*

*(доцент кафедри «Залізничні станції та вузли» Українського державного університету залізничного транспорту)*

*Ю. В. Смачило*

*(аспірант кафедри «Залізничні станції та вузли» Українського державного університету залізничного транспорту)*

### **АНАЛІЗ І ОСОБЛИВОСТІ ІСНУЮЧИХ НАУКОВИХ ПІДХОДІВ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ РУХУ**

*Проаналізовані існуючі наукові підходи щодо визначення рівня безпеки руху на залізницях країн Європейського Союзу, Росії та України. Розглянуто набір методів оцінки ризиків, які зазнали практичного використання на залізницях за кордоном. У висновку наведені переваги розробки комплексного підходу в оцінці безпеки руху для українських залізниць.*

*Ключові слова: безпека руху поїздів, принципи безпеки руху, методи оцінки ризику.*

*Проанализированы существующие научные подходы в определении уровня безопасности движения на железных дорогах стран Европейского Союза, России и Украины. Рассмотрен набор методов оценки рисков, которые используются на практике на железных дорогах за рубежом. В заключении приведены преимущества разработки комплексного подхода в оценке безопасности движения для украинских железных дорог.*

*Ключевые слова: безопасность движения поездов, принципы безопасности движения, методы оценки риска.*

**Постановка проблеми.** Безперервна діяльність залізничного транспорту неможлива без дотримання одного з найбільш важливих показників – рівня безпеки руху.

Відповідно до Наказу Міністерства інфраструктури України від 01.04.2011 р. № 27, безпека руху – стан захищеності руху залізничного рухомого складу, який характеризується відсутністю граничного ризику виникнення транспортних подій і їх наслідків, які можуть заподіяти шкоду життю та здоров'ю громадян, навколишньому середовищу, майну фізичних або юридичних осіб [1].

© Розсоха О. В., Смачило Ю. В., 2016

Згідно з Транспортною стратегією України на період до 2020 року, затвердженою розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 р. № 2174-Р [2], підвищення рівня безпеки на залізничному транспорті є актуальним напрямом щодо здійснення комплексу заходів, спрямованих на забезпечення безпеки перевізного процесу, енерго- та ресурсозбереження.

Через відсутність на залізницях України комплексного підходу в оцінці рівня безпеки руху немає можливості в досить повному обсязі отримати дані про рівень фактичної, або прогнозованої безпеки руху поїздів, оцінити її стан на окремому полігоні залізниць.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Розглядом питань, пов'язаних з безпекою руху на залізничному транспорті та розвитком теорії розрахунку показників надійності роботи залізничного транспорту, займалися такі вчені, як: Т. В. Бутько, В. Я. Болотний, Бертольд Грау, П. С. Грунтов, І. В. Жуковицький, Г. І. Загарій, О. М. Замишляев, В. А. Кобзев, Ф. П. Кочнев, В. М. Лисенков, М. К. Модін, В. Я. Негрей, В. М. Образцов, О. М. Огар, Ю. О. Пазойський, М. В. Правдін, В. М. Самсонкін, В. В. Сапожников, І. Б. Сотніков, М. Я. Стефанов, І. І. Страковський, М. Г. Шабалін та ін. [3].

Дослідження вказаних учених були сконцентровані навколо отримання даних про рівень безпеки руху на залізничному транспорті за окремою групою показників і увага питанню, пов'язаному з розробкою комплексного підходу в оцінці безпеки руху, приділялась не в повній мірі.

**Метою даних досліджень** є визначення способів підвищення якості перевізного процесу при вдосконаленні системи управління безпекою руху поїздів. На первинному етапі розробки відповідних заходів необхідно проаналізувати та встановити особливості існуючих наукових підходів щодо визначення рівня безпеки руху поїздів на вітчизняних та закордонних залізницях.

**Виклад основного матеріалу.** Діяльність залізничного транспорту безпосередньо пов'язана з ризиком, який у свою чергу потребує оцінки для контролю стану безпеки руху поїздів.

Наявність значень ризику тільки у цифровому уявленні не дає повноти його подальшого застосування у роботі систем без відповідних принципів забезпечення безпеки. В даний момент існують принципи забезпечення безпеки руху поїздів, які наведено нижче.

*Принцип ALARP (As Low As Reasonably Practicable)* почала перша використовувати Великобританія. Суть принципу: ризик повинен бути настільки низький, настільки це можливо. Не обов'язково повністю усувати ризик, досить знизити його до допустимого рівня, коли він перестає нести певну загрозу. Цей принцип застосовується і на залізницях Росії.

Цей принцип дозволяє розділити ризик на три рівні:

- рівень, вище якого негативний ризик неприпустимий і не повинен бути прийнятний, інакше як у виняткових обставинах;
- рівень, нижче якого ризик незначний і необхідно лише проводити огляд для підтримки низького ризику;
- центральна зона, де ризик слід утримувати настільки низьким, наскільки це реально можливо.

*Принцип мінімальної ендегенної смертності MEM (Minimum Endogenous Mortality)* використовується на території Німеччини. Суть принципу: загроза, яка пов'язана з новою системою, не повинна перевищувати цифру мінімальної

ендогенної смертності для індивідуума. Відповідно до цього принципу, смерть настає по різним причинам, серед яких є група «технологічних факторів», до яких відносяться: транспорт, робочі механізми, розваги та спорт, самостійні заняття, але смерть від хвороб, або вроджених вад до цієї групи не відноситься. На цю групу припадає деякий процент смертей на рік, величина якого залежить від віку населення, яке розглядається. Цей ризик називається «ендогенною смертністю» ( $R$ ). У розвинених країнах  $R$  є найменшим у віковій категорії від 5 до 15 років і називається «мінімальною ендogenous смертністю» ( $R_m$ ). Іншими словами, вірогідність загибелі людини від впливу залізничного транспорту не повинна перевищувати вірогідність загибелі людини (у віці 5-15 років) в силу природних причин. З урахуванням мінімальної ендogenous смертності, ймовірність загибелі людини від дії залізничного транспорту на протязі року становить  $10^{-5}$ .

*Принцип GAMAB (Globalement Au Moins Aussi Bon)* діє у Франції. Суть принципу: всі нові керовані транспортні системи повинні в цілому мати ступінь ризику, принаймні, такий же, що і рівнозначна існуюча система. Цей принцип вимагає, щоб будь-яка нова система була як мінімум не гірша від системи, яку вона замінює, або будь-якій еквівалентній системі, яка існує. Принцип гарантує, що встановлення нових систем не буде йти в зворотному напрямку з точки зору абсолютної безпеки. Однак, в ситуації, коли суспільні норми і очікування постійно розвиваються, даний принцип не є гарантією того, що безпека системи буде покращена.

Набір методів оцінки ризику у цих країнах при застосуванні принципів ALARP, MEM та GAMAB також буде індивідуальним та інтегрованим для відповідної ситуації на залізниці.

Стосовно *визначення ризику* слід детально зупинитись.

Оцінка ризику є частиною менеджменту ризику і є структурованим процесом, в рамках якого ідентифікують способи досягнення поставлених цілей, а також проводять аналіз наслідків, імовірності виникнення небезпечних подій для прийняття відповідних рішень.

Існуючі Міжнародні Стандарти ISO/IEC 31010:2009 «Менеджмент Ризику – Методи оцінки ризику», які були розроблені Міжнародною Електротехнічною Комісією, містять рекомендації з вибору й застосування методів оцінки ризику, які в даний момент знайшли практичне застосування у країнах ЄС [4].

Даний стандарт містить 31 метод оцінки ризиків, які можуть класифікуватися за різними ознаками.

Одним з декількох найбільш імовірних факторів, що впливають на вибір методу оцінки ризику в залізничній галузі, на наш погляд, є можливість отримання кількісних даних на виході (табл. 1).

Європейське залізничне агентство разом з Європейською комісією проводять широку програму для відкритого і конкурентоспроможного ринку залізничних перевезень і прагнуть при цьому покращити рівень безпеки. Реалізація Постанови Європейського Союзу (ЄС) 402/2013 (Імплементативний Регламент Європейської Комісії про загальний метод безпеки для виявлення та оцінки ризиків (CSM RA) і відміну Регламенту ЄС 352/2009) та відповідного до цього документа [5] (Загальна безпека. Метод оцінки ризику та експертиза) надає змогу гармонізувати процеси оцінки ризиків серед країн-членів ЄС. Процеси, що проводять-

## ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТУ

ся в одній державі ЄС, отримують взаємного визнання у інших країнах європейського простору.

*Таблиця 1. Методи оцінки ризиків з можливістю отримання кількісних даних на виході*

Но- мер	Назва методу оцінки	Значущість факторів, які впливають		
		Ресурси та можливості	Невизначе- ність	Склад- ність
1	Аналіз дерева несправностей	Високі	Висока	Середня
2	Аналіз дерева подій	Середні	Середня	Середня
3	Аналіз причин та наслідків	Високі	Середня	Висока
4	Аналіз видів і наслідків від- мов(FMEA) і аналіз критичності видів і наслідків відмов(FMECA)	Середні	Середня	Середня
5	Аналіз «краватка-метелик»	Середні	Висока	Середня
6	Аналіз рівнів захисту (LOPA)	Середні	Середня	Середня
7	Аналіз впливу людського фактора (HRA)	Середні	Середня	Середня
8	Оцінка токсикологічного ризику	Високі	Висока	Середня
9	Технічне обслуговування, яке на- правлене на забезпечення безпеки	Середні	Середня	Середня
10	Марківський аналіз	Високі	Низька	Висока
11	Моделювання методом Монте- Карло	Високі	Низька	Висока
12	Байссівський аналіз	Високі	Низька	Висока
13	Аналіз ефективності витрат	Середні	Середня	Середня

Процес управління ризиками у ЄС не встановлює конкретних інструментів або методів, які будуть використані. Концепцію CSM RA на залізницях застосовують при будь-яких технічних, експлуатаційних або організаційних змінах залізничної системи. Якщо дані зміни впливають на безпеку, автор пропозиції приймає рішення, чи є дані зміни значущими, використовуючи при цьому відповідні критерії. У випадку, коли зміни відносяться до значущих, автор пропозиції повинен задіяти процес управління ризиками CSM RA.

Цей процес управління ризиками базується на аналізі та оцінці небезпек, використовуючи один чи декілька нижче приведених принципів прийняття ризику:

- застосування кодексів практики;
- порівняння з аналогічними системами (системи відліку);
- явна кількісна оцінка ризику.

Залізниці ЄС на етапі ідентифікації небезпек використовують загальновідомі методи оцінки ризиків [4]:

- аналіз видів і наслідків відмов(FMEA);
- аналіз дерева несправностей (FTA);
- аналіз дерева подій (ETA);
- дослідження небезпек і працездатності (HAZOP);
- ідентифікація небезпеки дослідження (HAZID);
- контрольні аркуші;
- структуровані групові інтерв'ю.

Слід зазначити, який би метод не використовувався, важливо мати правильне поєднання досвіду і компетенції, підтримувати неупередженість і об'єктивність. Правильна ідентифікація всіх небезпек лежить в основі всього процесу управління ризиками і дає впевненість в тому, що ризиками можна управляти під час процесу.

В Росії у 2009 році у ВАТ «РЖД» Розпорядженням № 562 р. було затверджено Методичні рекомендації щодо застосування у ВАТ «РЖД» системи гармонізованих показників для оцінки безпеки руху поїздів та системи організації діяльності по обліку та використанню цих показників [6].

У зазначеній методиці основна увага була приділена визначенню показника допустимого ризику. Допустимий ризик оцінюється ступенем його відповідності показникам, які характеризують частоту виявлених подій за звітний період (виражений відносним числом подій у розрахунку на 1млн. поїздо-км) і розраховується за формулою

$$P_R = \frac{C_N}{\Pi_N \cdot R_N}, \quad (1)$$

де  $C_N$  – число транспортних подій чи всіх інших видів подій в цілому за звітний рік  $N$ ;

$\Pi_N$  – загальне число поїздо-км у звітний рік  $N$ , поїздо-км;

$R_N$  – значення цільових показників безпеки руху поїздів за звітний рік.

У роботі [7] автором з ціллю визначення об'єктивності даної формули проведено розрахунки показника допустимого ризику для трьох змодельованих ситуацій. У першому випадку число поїздо-км ( $\Pi_N$ ) залишалось сталим у розглянутому періоді, у другому випадку число поїздо-км ( $\Pi_N$ ) зростало із року в рік, у третьому випадку – зменшувалось. Число транспортних подій чи всіх інших видів подій ( $C_N$ ) було взято зі статистичних даних, а цільовий показник ( $R_N$ ) відповідно до Функціональної стратегії № 562р був прийнятий рівним 2,58 [6].

Після проведення розрахунків у всіх трьох випадках показник допустимого ризику знижався із року в рік, тому формула розрахунку допустимого ризику не дає достовірних підсумків про безпеку перевізного процесу і не може використовуватися на практиці. Оскільки дана методологія не дає можливість розробити попереджувальні та коригувальні заходи щодо поліпшення стану безпеки руху, використання її стає дуже проблематичним.

*У тому ж 2009 році у ВАТ «РЖД» було розроблено Методику визначення рівня безпеки руху на основі статистичного аналізу та індексів оцінки ситуації для локомотивного господарства, колійного та господарства перевезень.*

Основна увага в даній методиці приділяється обробці та аналізу архіву статистичної інформації про транспортні події, що відбулися, а також факторам, які стали передумовами виникнення транспортних подій у минулі роки з вини робітників господарств. Методика ставить перед собою задачу визначити, в якій мірі той чи інший фактор передумав виникненню транспортної події, а також розрахувати рівень впливу цього фактору, який міг спричинити транспорту подію.

В разі, якщо статистичний матеріал є в наявності в повному обсязі, дана методологія є проблематичною у використанні через відсутність чітко прописаної процедури встановлення рейтингів для виділення факторів, а також відсутності прописаного алгоритму проведення розрахунків і неможливості організувати практичну роботу по попередженню виникнення транспортних подій.

Дана методика є незручною у практичному її використанні. У факторних аналізах не визначені вагові норми сформованих таблиць факторів, не виконані розрахунки по визначенню максимально допустимого рівня впливу, для кожного виду події або події на основі обробки статистичних даних, не проведено розрахунки щодо визначення індексу оцінки ситуації.

У 2009 році у ВАТ «РЖД» була розроблена методика оцінки показників процесів, які впливають на безпеку руху, на основі оцінки ризиків [8].

У зазначеній методиці окрім абсолютних статистичних показників (загальної кількості катастроф, аварій, транспортних подій і відмов транспортних засобів, а також кількості порушень і відмов технічних засобів по одному, або декільком показникам) та відносних показників (відношення абсолютних статистичних показників до базисного показника) може застосовуватися комплексний показник безпеки руху.

Комплексний показник безпеки руху, це показник безпеки руху, який визначається на основі комплексної оцінки ризику для безпеки руху в обраному процесі представляє собою середньозважений відносний статистичний показник кількості особливих подій. Події повинні бути класифіковані по значущості наслідків. Для цього виділена така класифікація:

- перший рівень (статистика катастроф, аварій, транспортних подій);
- другий рівень (статистика подій);
- третій рівень (статистика відмов технічних засобів).

Розрахунок комплексного показника безпеки руху проводиться за формулою

$$КП = \frac{\sum БП_j}{3}, \quad (2)$$

де  $КП$  – комплексний показник безпеки руху, який демонструє рівень безпеки руху процесу, який розглядається;

$j$  – порядковий номер рівня;

$БП_j$  – показник безпеки руху, якій демонструє рівень безпеки  $i$ -го рівня.

$$БП_j = \frac{a_j}{K_j \cdot П_0}, \quad (3)$$

де  $a_j$  – кількість порушень або відмов  $j$ -го рівня;

$K_j$  – коефіцієнт впливу  $j$ -го рівня;

$П_0$  – базисний показник процесу, який розглядається.

Комплексний показник безпеки руху розраховується для кожної групи процесів, кожного господарства, дирекції і залізниці, але  $K_j$  використовується один і той же (розраховується двома способами: експертним способом або на основі

## ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТУ

статистики). Комплексний показник безпеки руху процесу, який розглядається, необхідно аналізувати в комплексі з іншими процесами, які виконують аналогічну діяльність. Це дозволить виявити найбільш слабкі процеси, які потребують першочергового поліпшення діяльності. Чим менше значення комплексного показника, тим кращий стан безпеки руху в розглянутому процесі.

З точки зору безпеки руху, для найбільш ефективної роботи по виявленню ризиків процесів на рівні груп (дирекцій, господарств, залізниць), необхідно визначити рівні безпеки руху (табл. 2).

Таблиця 2. Рівні безпеки руху

Рівні безпеки руху	Найменування рівнів безпеки руху
«Зелений»	«результативний» – рівень безпеки руху знаходиться на високому рівні
«Жовтий»	«потенційно небезпечний» – рівень безпеки руху знаходиться на низькому рівні
«Червоний»	«небезпечний» – загроза безпеці руху

Недоліком даної методики є те, що вона повністю базується на статистичних даних і ефективність її залежить від повноти та достовірності наявної інформації.

У 2010 році на Російських залізницях була розпочата робота по гармонізації існуючої нормативної бази у сфері управління інфраструктурою відповідно до європейських стандартів. Розпорядженням ВАТ «РЖД» від 13 грудня 2010 року був запроваджений Комплекс стандартів «Управління ресурсами на етапах життєвого циклу, ризиками і аналізом надійності (УРРАН)», розроблений ВАТ «НИИАС». В методології УРРАН використовується принцип ALARP у якості головного критерію визначення ризиків [9, 10, 11].

Процес управління ризиками передбачає ідентифікацію небезпек, визначення частоти і наслідків небезпечних подій, оцінювання ризику, його обробку та подальший моніторинг.

Для визначення частоти виникнення небезпечних подій російська методологія спирається на такі методи:

- оцінка частоти виникнення певної події в минулому на основі статистичних даних, а також прогнозування частоти, з якою ця подія може виникнути в подальшому;

- оцінка частоти виникнення певної події на основі даних про відмови технічних засобів, що відбулися за визначений період часу і припадають на одиницю виміру експлуатаційної роботи по кожному господарству залізничного транспорту;

- прогнозування частоти подій з використанням аналізу дерева несправності (FTA) та аналізу дерева подій (ETA);

- експертна оцінка;

- оцінка на основі показників експлуатаційної надійності та безпеки функціонування для залізничної інфраструктури.

Ідентифікація небезпек проводиться із застосуванням методу попереднього аналізу небезпечних подій (РНА). Даний метод застосовується на початкових етапах розробки проекту, у ситуаціях з недостатньою кількістю інформації про

саму систему та її функціонування, а також при проведенні аналізу існуючих систем для визначення пріоритету небезпек і ризиків для подальшого аналізу, або коли обставини створюють перешкоди для застосування більш докладних і всебічних методик. Але даний метод дає тільки попередню інформацію та не є всебічним.

АС УРРАН може бути використана для господарства колії, автоматики та телемеханіки, електрифікації та електропостачання, локомотивного і моторвагонного комплексу, зв'язку.

У даний час незручністю у використанні даної методології є те, що задля отримання статистичної інформації АС УРРАН взаємодіє з різними ізольованими інформаційними системами, що викликає незручність у роботі.

Одним із кроків у напрямі розроблення методології УРРАН стало затвердження Концепції комплексного управління надійністю, ризиками, вартістю життєвого циклу на залізничному транспорті [12]. Згідно даної концепції, в основу управління безпекою перевізного процесу закладені наступні твердження:

- абсолютної безпеки не існує, після застосування усіх захисних мір все одно існує залишковий ризик;
- безпечність системи досягається шляхом зменшення ризиків до допустимого рівня. Залишковий ризик не повинен перевищувати допустимий рівень;
- допустимий рівень ризику оцінюється та піддається коригуванню на всіх етапах життєвого циклу.

На залізницях Росії відбулася гармонізація з міжнародними стандартами, які в даний час чинні на залізницях країн Європейського Союзу. Російський Стандарт ІСО/МЕК 31010:2009 «Менеджмент ризика. Методи оцінки ризика» [13] є автентичним Стандартом ІСО/ІЕС 31010:2009 «Risk management – Risk assessment techniques» про який йшла мова вище.

1 серпня 2012 року на Російських залізницях був введений Стандарт Управління ризиками на залізничному транспорті, який встановив підходи і загальні правила щодо управління ризиками на залізничному транспорті, які пов'язані з функціональною безпекою об'єктів інфраструктури та рухомого складу [14]. Відповідно до цього стандарту, основною задачею управління ризиками на залізничному транспорті є досягнення і підтримка допустимого рівня ризику при забезпеченні функціональної безпеки об'єктів інфраструктури і рухомого складу.

У листопаді місяці 2012 року були затверджені Методичні рекомендації по оцінці ризиків на залізничній інфраструктурі ВАТ «РЖД», які встановлюють принципи та підходи по здійсненню оцінки ризиків на залізничній інфраструктурі [15]. Розгляд питань управління ризиками показав, що при розробці і реалізації концепцій, стратегій та програм технічного розвитку ВАТ «РЖД» необхідно оцінювати прогнозну ефективність функціонування і розвитку залізничного транспорту.

Аналіз рівня фактичних ризиків та їх порівняння з рівнем допустимих ризиків під час реалізації заходів, дасть можливість приймати рішення про допустимість реалізації проектів, або ж необхідність доопрацювання цих проектів з метою зменшення ризиків.

Комбіновані методи застосовуються для аналізу ризиків у складних системах, кількісні методи використовуються, коли збитки є великими. Оскільки, не завжди можливо отримати повну інформацію про систему, то тут приводиться у дію порівняльне кількісне або якісне ранжування ризику експертами. Спеціальні



допоміжні методи (анкетування, опитувальні листи) та практичний досвід знаходять своє використання на етапі ідентифікації небезпеки і попередніх оцінок ризиків.

*Одним із головних принципів функціонування залізничного транспорту в Україні є безпечність.* Цілеспрямований крок у європейському напрямі відбувся 1 грудня 2015 року, коли свою господарську діяльність розпочала нова компанія Публічне акціонерне товариство «Українська залізниця».

Зміни, які зараз відбуваються у галузі залізничного транспорту України потребують впровадження нових підходів у забезпеченні безпеки руху. Відповідно до нового запропонованого законопроекту [16], безпека руху на залізничному транспорті – це стан процесу (системи) руху залізничного рухомого складу, самого залізничного рухомого складу та об'єктів залізничної інфраструктури під час їх експлуатації, при якому ризик виникнення залізничних транспортних подій та їх наслідків не перевищує гранично допустимого рівня, а також забезпечується захист життя і здоров'я громадян, навколишнього природного середовища, майна фізичних чи юридичних осіб від наслідків таких подій.

Щорічний аналіз стану безпеки руху в структурі Укрзалізниці проводиться на підставі кількості транспортних подій, які трапилися на мережі залізниць відповідно до діючого Положення про класифікацію транспортних подій на залізничному транспорті України (затверджене Міністерством Інфраструктури України наказом № 12 від 12 січня 2012 р.). Відповідно до цієї класифікації транспортні події під час руху поїздів та здійснення маневрів, що загрожують безпеці руху, залежно від наслідків класифікують: катастрофи, аварії, серйозні інциденти та інциденти [17, 18].

У звіті відображаються і інші показники: кількість матеріальних збитків від транспортних подій; кількість посадкових осіб, притягнутих до відповідальності з питань безпеки руху; кількість зауважень, які були виявлені при перевірках [19].

Через відсутність комплексного підходу при наявності цілого ряду показників однозначно оцінити рівень безпеки на залізничному транспорті України не видається можливим.

Існують і методики окремих вчених, які не в повній мірі відображені в існуючих нормативних документах, але мають певну інформаційну спрямованість в даному питанні.

У роботі [7] автором обґрунтовано методичний підхід щодо оцінки рівня безпеки руху з урахуванням вартісного вираження наслідків, порушень, систематизації та доповнення класифікації помилок персоналу, інтеграції різних методів аналізу.

Автором було розроблено методи оцінки рівня безпеки, які враховують модель поведінки людини в процесі її забезпечення на основі системи захисту від помилок. Також увага приділялась розробці матричної моделі обліку збитків та економічної оцінки заходів, спрямованих на забезпечення заданого рівня безпеки й уніфікованої методики.

Для практичного застосування цього методу статистична інформація про виникнення транспортних подій повинна бути представлена правдиво та в повному обсязі, оскільки тільки шляхом експертної обробки можна визначити достовірні індекси впливу.

В дослідженні сортувального процесу вагонопотоків на залізницях [20], автором запропоновано підхід до управління сортувальним процесом на основі математичної моделі управління безпекою розформування составів на гірках.

Раціональне управління безпекою розформування визначається за умови мінімізації ризиків, які можуть бути на сортувальній гірці. При цьому враховується вплив людського фактору. Автором розроблена процедура управляючих впливів на керовану систему на основі сценарної логіко-ймовірносної моделі ризику виникнення порушень безпеки руху на сортувальній гірці. В цій моделі враховано логічний зв'язок можливих небезпечних ситуацій на різних дільницях маршруту скочування відцепів і тим самим є змога обчислити прогнозовану ймовірність виникнення порушень безпеки функціонування сортувальної гірки. Але для застосування логіко-ймовірносної моделі ризику виникнення порушень безпеки руху на сортувальній гірці необхідно, щоб всі фактори ризику були чітко ідентифіковані, а детальний аналіз може бути тривалим за часом і тому вартим.

**Висновки та пропозиції.** Проаналізувавши існуючі методи оцінки безпеки руху на залізничному транспорті, можна зробити висновок, що в даний момент не впроваджено системи комплексного підходу в оцінці безпеки руху. Розробка комплексного показника безпеки руху дасть змогу однозначно оцінити рівень безпеки руху на окремій станції, або дирекції залізниць і отримати допомогу у розробці заходів з безпеки руху поїздів. Отримання даних про фактичний та прогнозований рівень безпеки дасть змогу оптимізувати ресурси, які виділені для забезпечення безпеки руху.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Про затвердження Положення про систему управління безпекою руху поїздів у Державній адміністрації залізничного транспорту України [Електронний ресурс] // Офіційний веб-портал Верховної Ради України. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0729-11/page>.
2. Про схвалення Транспортної стратегії України на період до 2020 року [Електронний ресурс] // Офіційний веб-портал Верховної Ради України. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-p>.
3. Розсоха, О.В. Аналіз функціонування системи управління безпекою руху поїздів на залізницях України [Текст] / О.В. Розсоха, М.В. Люлін, О.В. Щербина // Залізничний транспорт України. – 2013. – № 5/6. – С. 21-25.
4. ISO/IEC 31010:2009 Risk management – Risk assessment techniques (IDT) [Електронний ресурс] // International Electrotechnical Commission. – 2009. – Режим доступу до ресурсу: [http://www.previ.be/pdf/31010\\_FDIS.pdf](http://www.previ.be/pdf/31010_FDIS.pdf).
5. Common Safety Method for risk evaluation and assessment Guidance on the application of Commission Regulation (EU) 402/2013 [Електронний ресурс] // Office of Reil Regulation. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: [http://orr.gov.uk/\\_data/assets/pdf\\_file/0006/3867/common\\_safety\\_method\\_guidance.pdf](http://orr.gov.uk/_data/assets/pdf_file/0006/3867/common_safety_method_guidance.pdf).
6. Тишанин, А.Г. Об утверждении Методических рекомендаций по применению в открытом акционерном обществе «Российские железные дороги» системы гармонизированных показателей для оценки безопасности движения поездов и системы организации деятельности по учету и использованию этих показателей [Текст] / А.Г. Тишанин. – Москва : ОАО «РЖД», 2009. – 31 с.
7. Олинович, Н.О. Разработка методов оценки уровня безопасности как механизма повышения качества перевозок [Текст] : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Иркутский государственный университет путей сообщения / Н.О. Олинович – Иркутск, 2011. – 156 с.
8. Лapidус, В.А. Методика оценки показателей процессов, влияющих на безопасность движения на основе оценки рисков [Електронний ресурс] / В.А. Лapidус, А.Н. Усольцев // Российские железные дороги. – 2009. – Режим доступу до ресурсу: <http://oac.rgotups.ru/misc/files/39.4.5.pdf>.

9. Розенберг, Е.Н. Управление ресурсами, рисками и надежностью на этапах жизненного цикла (УРРАН). Управление стоимостью жизненного цикла систем, устройств и оборудования хозяйства ОАО «РЖД» [Текст] / Е.Н. Розенберг, А.М. Замышляев, И.Б. Шубинский та ін. – Москва: ОАО «РЖД», 2012. – 65 с.
10. Замышляев, А.М. Прикладные информационные системы управления надежностью, безопасностью, рисками и ресурсами на железнодорожном транспорте [Текст] / А.М. Замышляев. – Москва, 2013. – 143 с. – (Печатный двор).
11. Гапанович, В.А. Система УРРАН. Универсальный инструмент поддержки принятия решений [Текст] / В.А. Гапанович // Железнодорожный транспорт. – 2010. – №10. – С. 16–22.
12. Гапанович, В.А. Концепция комплексного управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте [Текст] / В.А. Гапанович. – Москва: ОАО «РЖД», 2010. – 132 с.
13. Менеджмент риска. Методы Оценки Риска ISO/IEC 31010:2009 Risk management – Risk assessment techniques (IDT) [Электронный ресурс] // Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – 2012. – Режим доступа до ресурсу: <http://nii-ot.ru/doc/mek.pdf>.
14. Дубровская, В.В. Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте [Электронный ресурс] / В.В. Дубровская, А.И. Лозинин, Ю.С. Ходыкин// Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии – 2011. – Режим доступа до ресурсу: [http://www.ibtrans.ru/GOST\\_R\\_54505-2011.pdf](http://www.ibtrans.ru/GOST_R_54505-2011.pdf).
15. Чернин, М.А. Методические рекомендации по оценке рисков на железнодорожной инфраструктуре ОАО «РЖД» [Текст] / М.А. Чернин, Е.Н. Розенберг, А.М. Замышляев. // ОАО «РЖД». – 2011. – С. 109.
16. Закон України Про залізничний транспорт України [Електронний ресурс] // Офіційний веб-портал Міністерства інфраструктури України. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <http://mtu.gov.ua/news/200.html>.
17. Розсоха, О.В. Аналіз функціонування систем управління безпекою руху поїздів на залізницях країн Євросоюзу [Текст] / О.В. Розсоха, Ю.В. Смачило // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – Харків : УкрДАЗТ, 2015. – Вип. 151. – С. 4–11.
18. Про затвердження Положення про класифікацію транспортних подій на залізницях України: Наказ від 12.01.2012 № 12 [Електронний ресурс] // Офіційний веб-портал Верховної Ради України. – 2012. – Режим доступа до ресурсу: <http://zakon.rada.gov.ua/go/z0117-12>.
19. Крот, В.С. Аналіз стану безпеки руху в структурі Укрзалізниці у 2014 році [Текст] / В.С. Крот. – К. : Укрзалізниця. Департамент безпеки руху. – 2015. – 122 с.
20. Бантюкова, С.О. Підвищення ефективності експлуатації сортувальних гірок з урахуванням безпеки їх використання [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.20 / С.О. Бантюкова [Українська державна академія залізничного транспорту]. – Харків, 2014. – 20 с.

**Alexander V. Rozsoha, PhD (Technical Sciences)**  
**(Associate Professor of Chair «Railway Stations and Junctions», Ukraine State University of Railway Transport)**  
**Yuliya V. Smachilo**  
**(Graduate student of Chair «Railway Stations and Junctions», Ukraine State University of Railway Transport)**

### ANALYSIS AND FEATURES OF EXISTING SCIENTIFIC APPROACHES TO DETERMINING THE LEVEL OF TRAFFIC SAFETY

*For railway services, safety is always a top priority. Lack of safety causes millions of losses in a best case scenario and death in a worst case scenario. Today is very important improve security of railway transport in Ukraine.*

*Organizations of all types and sizes face a range of risks that may affect the achievement of their objectives. All activities of an organization involve risks that should be managed. Risk assessment helps to answer the question: is the level of risk tolerable or acceptable and does it require further treatment?*

*This article describes three of the most common safety principles of the railways of the European Union which are based on the risks assessment: ALARP (As Low As Reasonably Practicable), MEM (Minimum Endogenous Mortality) and GAMAB (Globalement Au Moins Aussi Bon).*

*Safety management requires comprehensive systems approach to safety assessment, the implementation of which should make significant adjustments to the current system of safety management services.*

*Keywords: railway safety, risk assessment, safety principles.*

## REFERENCES

1. Pro zatverdzhennia Polozhennia pro systemu upravlinnia bezpekoiu rukhu poizdiv u Derzhavni administratsii zaliznychnoho transportu Ukrainy [Approval of Regulations on safety management system of trains, the State Administration of Railway Transport of Ukraine], *Ofitsiyni veb-portal Verkhovnoi Rady Ukrainy*, 2011. Available at: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0729-11/page> (Accessed 10 February 2016).
2. Pro skhvalennia Transportnoi stratehii Ukrainy na period do 2020 roku [On approval of the of the Transport Strategy of Ukraine till 2020], *Ofitsiyni veb-portal Verkhovnoi Rady Ukrainy*, 2010. Available at: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-r> (Accessed 10 February 2016).
3. Rozsokha, O.V. Analiz funktsionuvannia systemy upravlinnia bezpekoiu rukhu poizdiv na zaliznytsiakh Ukrainy [Analysis of the safety management system of trains on the railways of Ukraine], O.V. Rozsokha, M.V. Liulin, O.V. Shcherbyna, *Zaliznychnyi transport Ukrainy*, 2013, no 5/6, pp. 21-25.
4. ISO/IEC 31010:2009 Risk management, Risk assessment techniques (IDT), International Electrotechnical Commission, 2009. Available at: [http://www.previ.be/pdf/31010\\_FDIS.pdf](http://www.previ.be/pdf/31010_FDIS.pdf) (Accessed 22 February 2016).
5. Common Safety Method for risk evaluation and assessment Guidance on the application of Commission Regulation (EU) 402/2013, Office of Rail Regulation, 2015. Available at: [http://orr.gov.uk/\\_data/assets/pdf\\_file/0006/3867/common\\_safety\\_method\\_guidance.pdf](http://orr.gov.uk/_data/assets/pdf_file/0006/3867/common_safety_method_guidance.pdf) (Accessed 10 March 2016).
6. Tyshanyin, A.H. Ob utverzhdeniy Metodycheskykh rekomendatsiy po pryimeneniyu v otkrytom aktsyonernom obshchestve «Rossyiskye zheleznye dorohy» systemy harmonyzyrovannykh pokazatelei dlia otsenky bezopasnosti dvizheniya poezdov y systemy orhanyzatsyy deiatelnosti po uchetu y yspol'zovaniyu etykh pokazatelei [On Approval of Methodological recommendations on the use of the open joint-stock company «Russian Railways» system of harmonized indicators for assessing the safety of trains and systems organization and to integrate the use of these indicators], A.H. Tyshanyin, Moscow: *ОАО «РЖД»*, 2009, 31 p.
7. Olynovych, N.O. Razrabotka metodov otsenky urovnia bezopasnosti kak mekhanizma povysheniya kachestva perevozok [The development of safety assessment methods as a mechanism to improve traffic quality], *Yrkutskiy gosudarstvennyi unyversytet putei soobshcheyiya*, N.O. Olynovych, Yrkutsk, 2011, 156 p.
8. Lapydus, V.A. Metodyka otsenky pokazatelei protsessov, vlyaiushchykh na bezopasnost dvizheniya na osnove otsenky ryiskov [Methods of assessing the performance of processes that affect traffic safety on the basis of a risk assessment], V.A. Lapydus, A.N. Usoltsev, *Rossyiskye zheleznye dorohy*, 2009. Available at: <http://oac.rgotups.ru/misc/files/39.4.5.pdf> (Accessed 10 March 2016).
9. Rozenberh, E.N. Upravlenye resursamy, ryiskamy y nadezhnostiu na etapakh zhyznennogo tsykla (URRAN).Upravlenye stoymosti zhyznennogo tsykla syytem, ustroystv y oborudovaniya khoziaistva OAO «RZhD» [Management of resources, risk and reliability in the stages of the life cycle (Urran). Life Cycle Cost Management System, devices and services equipment JSC «Russian Railways»], E.N. Rozenberh, A.M. Zamyshliaev, Y.B. Shubynskiy ta in, Moscow: *ОАО «РЖД»*, 2012, 65 p.
10. Zamyshliaev, A.M. Prykladnye ynformatsyonnye systemy upravleniya nadezhnostiu, bezopasnostiu, ryiskamy y resursamy na zheleznodorozhnom transporte [Applied information management system reliability, security, risk and resources in railway transport], A.M. Zamyshliaev, Moscow, 2013, 143 p.
11. Hapanovych, V.A. Sistema URRAN. Unyversalny ynstrument podderzhky pryniatyia resheniy [Urran system. Universal Decision Support Tool], V.A. Hapanovych, *Zheleznodorozhnyi transport*, 2010, no.10, pp. 16–22.

12. Hapanovych, V.A. Kontseptsyia kompleksnoho upravlenyia nadezhnosti, ryskamy, stoymostiu zhyznennoho tsykla na zheleznodorozhnom transporte [The concept of integrated management of reliability, risk, cost of rail transport lifecycle], V.A. Hapanovych, Moscow: *OAO «RZhD»*, 2010, 132 p.
13. Menedzhment ryska. Metody Otsenky Ryska ISO/IEC 31010:2009 Risk management – Risk assessment techniques (IDT), *Federalnoe ahentstvo po tekhnicheskomu rehulyrovaniyu y metrolohyi*, 2012. Available at: <http://nii-ot.ru/doc/mek.pdf> (Accessed 10 March 2016).
14. Dubrovskaya, V.V. Bezopasnost funktsionalnaya. Upravlenye ryskamy na zheleznodorozhnom transporte [Security functional. Risk management in rail transport], V.V. Dubrovskaya, A.Y. Lozynyn, Yu.S. Khodykyn, *Federalnoe ahentstvo po tekhnicheskomu rehulyrovaniyu y metrolohyi*, 2011. Available at: [http://www.ibtrans.ru/GOST\\_R\\_54505-2011.pdf](http://www.ibtrans.ru/GOST_R_54505-2011.pdf) (Accessed 10 March 2016).
15. Chernyn, M.A. Metodicheskiye rekomendatsyy po otsenke ryskov na zheleznodorozhnoi ynfrastrukture OAO «RZhD» [Guidelines for Risk Assessment on the railway infrastructure of JSC «Russian Railways»], A. Chernyn, E.N. Rozenberh, A.M. Zamyshliaev, *OAO «RZhD»*, 2011, p. 109.
16. Zakon Ukrainy Pro zaliznychnyi transport Ukrainy [The Law of Ukraine About zaliznychny transport Ukraine], *Ofitsiyni veb-portal Ministerstva infrastruktury Ukrainy*, 2015. Available at: <http://mtu.gov.ua/news/200.html> (Accessed 10 March 2016).
17. Rozsokha, O.V. Analiz funktsionuvannya system upravlinnia bezpekoiu rukhu poizdiv na zaliznytsiakh krain Yevrosoiuzu [Analysis functioning safety management systems of trains on the railways of the European Union], O.V. Rozsokha, Yu.V. Smachylo, *Zbirnyk naukovykh prats UkrDAZT*, Kharkiv : UkrDAZT, 2015. Vol. 151, pp. 4–11.
18. Pro zatverdzhennia Polozhennia pro klasyfikatsiiu transportnykh podii na zaliznytsiakh Ukrainy: Nakaz vid 12.01.2012 № 12 [Approval of Regulations on classification of traffic accidents on the railways of Ukraine, Order of 12.01.2012 number 12], *Ofitsiyni veb-portal Verkhovnoi Rady Ukrainy*, 2012. Available at: <http://zakon.rada.gov.ua/go/z0117-12> (Accessed 10 March 2016).
19. Krot, V.S. Analiz stanu bezpeky rukhu v strukturi Ukrzaliznytsi u 2014 rotsi [Analysis of safety in the structure of Ukrzaliznytsia in 2014], V.S. Krot. K., *Ukrzaliznytsia. Departament bezpeky rukhu*, 2015, 122 p.
20. Bantiukova, S.O. Pidvyshchennia efektyvosti ekspluatatsii sortuvalnykh hirok z urakhuvanniam bezpeky yikh vykorystannia [Improved operation of marshalling humps based security use] S.O. Bantiukova, *Ukrainska derzhavna akademiia zaliznychnoho transportu*, Kharkiv, 2014, 20 p.