

МОЙСЕЄНКО В.І., професор (УкрДАЗТ);  
ЧЕПЦОВ М.М., професор (ДонІЗТ);  
ПАНЧЕНКО С.В., професор (УкрДАЗТ);  
САМСОНКІН О.О., аспірант (УкрДАЗТ).

## Оцінювання стану безпеки руху залізничного транспорту

---

### Вступ

На протязі всього часу існування залізничного транспорту основним показником, що відображує рівень аварійності, була кількість порушень безпеки руху.

На теперішній час цей показник не відповідає у повній мірі зростаючим вимогам суспільства до безпеки перевезень. Посилення конкуренції на ринку перевізників та інтенсивний розвиток системи страхування пасажирів і вантажу потребують відповідних динамічних змін системи оцінок стану безпеки руху.

---

### Аналіз досліджень та публікацій

Слід зазначити, що самі по собі кількість порушень не відображує у повній мірі стан справ з безпеки. По-перше не враховуються розміри збитків унаслідок транспортних пригод. По-друге не враховується масштаб діяльності підприємства (кількість станцій, та їх типи, довжина перегонів та інші показники).

Збитки від транспортних пригод у свою чергу складаються з:

- відшкодування прямих та непрямих збитків потерпілих;
- відшкодування збитків власників вантажу;
- витрата на відновлення довкілля;
- витрати на відновлювальні та ремонтні роботи інфраструктури залізничного транспорту.

У наслідок відсутності методики розрахунку, оцінка збитків в основному здійснюється на інфраструктурі залізничного транспорту. Розвиток системи стра-

хування пасажирів та вантажу найближчим часом приведе до введення офіційної системи оцінювання збитків учасників руху.

Стосовно другої складової. Для її врахування застосовуються приведені значення показників, наприклад кількість порушень, віднесених до обсягів перевезень. Подібні показники можуть достатньо ефективно використовуватися для оцінки стану безпеки окремих видів діяльності (поїзна робота, або пасажирські чи приміські перевезення). Але вони не підходять для комплексної оцінки безпеки руху на залізниці, окремій дирекції, чи станції. Складність полягає у різноплановості діяльності підприємств залізничного транспорту: перевезення пасажирів, вантажів, маневрова робота, навантаження-вивантаження вантажів, тощо [1-3]. У наукових працях [4-6] розглянуті окремі аспекти формування системи оцінок небезпечної діяльності, але вони потребують подальшого розвитку та деталізації.

---

### Мета статті

Теоретичне узагальнення та наукове обґрунтування системи оцінок показників безпеки функціонування залізничного транспорту у цілому та його окремих галузей.

---

### Основна частина

Зважаючи на окреслені завдання найбільш доцільним є використання термінології ризиків втрат унаслідок порушень стану безпеки руху. Само пособі ви-

значення ризику, як можливості втрат у деякій кількості подій є універсальним. Під втратами можна розуміти травмування або загибель учасників руху, чи збитки унаслідок транспортної пригоди.

Завданнями системи оцінювання є:

- визначення показників безпеки залізничного транспорту при виконанні окремих функцій (пасажирські, вантажні перевезення, тощо);

- визначення стану безпеки руху окремих підрозділів залізниці та залізниць в цілому;

- визначення стану безпеки руху на залізничному транспорті;

- порівняння стану безпеки окремих видів транспорту (залізничного, авіаційного, морського, автомобільного).

При вирішенні поставлених завдань найбільш важливим є встановлення показників за якими буде здійснюватися оцінювання.

Загальний принцип базується на поняттях «наслідки небезпечної події» – «частота повторення» [3]. Для пасажирських перевезень наслідками прояви небезпеки може слугувати нанесення шкоди здоров'ю, або смерть потерпілого. З урахуванням такого підходу ризику пасажирських перевезень можуть бути представлені таким чином:

$$R_n = \frac{N_n}{N_3}; \quad (1)$$

$$R_n = \frac{N_n}{N_{\text{поїздів}}}; \quad (2)$$

$$R_n = \frac{N_n}{NL}, \quad (3)$$

де:  $R_n$  – ризику пасажирських перевезень;

$N_n$  – кількість постраждалих унаслідок транспортних пригод;

$N_3$  – загальна кількість перевезених пасажирів за звітний час;

$NL$  – обсяг експлуатаційної роботи (пасажиро-кілометри).

Показник (1) по суті визначає імовірність нанесення шкоди здоров'ю при поїзді залізничним транспортом. Рівняння (2) і особливо (3) враховують масштаби діяльності підприємства, та тривалість знаходження пасажирів у потязі.

Рівняння (2) – (3) можуть використовуватися і для оцінки стану безпеки вантажних перевезень, але вони не враховують у повному обсязі специфіки даного виду діяльності. Головним чинником транспортної пригоди у вантажних перевезеннях є розмір нанесеної шкоди. Необхідно врахувати всі можливі негативні наслідки небезпечної події для вантажу, стану довілля, рухомого складу та інфраструктури залізничного транспорту. Також можливо травмування людей, які опинилися у зоні транспортної пригоди.

При таких початкових даних практично єдиним критерієм оцінки завданої шкоди є грошовий еквівалент. Частота повторювання подій та інші характеристики вантажних перевезень можуть бути враховані шляхом застосування показників вантажообігу.

Тоді рівняння для визначення ризиків вантажної роботи мають вигляд

$$R_B = \frac{Z_B}{\Gamma_{\text{пр}}},$$

де  $Z_B$  – загальні збитки при виконанні вантажної роботи;

$\Gamma_{\text{пр}}$  – приведена вантажонапруженість, млн. т км.

Приведена вантажонапруженість визначається кількістю тонно-кілометрів бруто перевізної роботи, яка припадає на один кілометр, та кількістю перевезених пасажирів [7]

$$\Gamma_{\text{пр}} = \frac{\sum pl + k \sum Al}{L_B},$$

де  $\sum pl$  – сумарний річний вантажообіг залізниці, млн. т км;

$k$  – коефіцієнт приведення,  $k \approx 1$ ;  
 $\sum Al$  – сумарний річний паса жиробіг залізниці, пас.км.;

$L_B$  – загальна експлуатаційна довжина колій залізниці між станціями, км.

При оцінюванні роботи окремих галузей залізничної інфраструктури доцільно використовувати діючі показники їх роботи.

Існуюча система питомих показників безпеки руху поїздів у господарствах залізниць достатньо ефективно відображає ситуацію, виходячи з кількості випадків, віднесених на об'єм роботи галузі. Зокрема для служби перевезень це 10 млрд.т.км. приведеної роботи, локомотивної служби – 10 млн. локомотиво-кілометрів; вагонної – 100 млн. вагоно-кілометрів; колії – 10 млрд.т.км. брутто; автоматики та зв'язку – 1000 одиниць технічного оснащення; енергозабезпечення – 10000 одиниць технічного оснащення; пасажирської служби – 100 млн. вагоно-кілометрів; комерційного господарства – 1 млн. навантажених вагонів.

Визначені показники в принципі можна вважати ризиками появи транспортної пригоди при виконанні нормативного показника експлуатаційної роботи окремої галузі. Якщо замінити кількість порушень значеннями втрат, а у знаменнику поставити фактичне значення показника експлуатаційної роботи, то отримаємо визначення ризиків втрат внаслідок порушень безпеки руху по окремих галузям залізничного транспорту.

Фактично це характеристики безпеки функціонуванню окремих галузей, тобто:

$$R_d = \frac{B_d}{EP_d}; R_T = \frac{B_T}{EP_T};$$

$$R_B = \frac{B_B}{EP_B}; R_{II} = \frac{B_{II}}{EP_{II}};$$

$$R_{III} = \frac{B_{III}}{TO_{III}}; R_e = \frac{B_e}{TO_e};$$

$$R_L = \frac{B_L}{EP_L}; R_M = \frac{B_M}{EP_M},$$

де  $B_d, B_T, B_B, B_{II}, B_{III}, B_e, B_L, B_M$  – втрати по окремим господарствам унаслідок транспортних подій (або кількість допущених порушень);

$EP_d, EP_T, EP_B, EP_{II}, TO_{III}, TO_e, EP_L, EP_M$  – обсяги експлуатаційної роботи по галузям.

Якщо розглядати роботу залізничного транспорту в цілому, як окремої складової транспортного комплексу України, то відповідно матимемо дещо інші завдання. Головними критеріями формування оцінок є їх порівнянність з іншими видами транспорту та універсальність дії. Приймаючи до уваги специфіку роботи залізниці очевидно необхідно мати комплекс оцінок, що враховують всі аспекти діяльності.

У якості оцінки прояву небезпеки можуть виступати кількість випадків травмування людей та рівень збитків. Показник кількості транспортних подій є достатньо інформативним, але його використання ускладнюється, як було показано раніше, їх різними видами, що мають різницю у наслідках і тому унеможливають поєднання. Альтернативою є використання умовних порушень, що еквівалентно відображають їх кількість за видами відповідно до масштабів втрат.

Другим універсальним підходом є використання показника математичного очікування часу до появи транспортної пригоди.

Логічним продовженням є імовірність появи порушення (транспортної пригоди  $P_{ТП}(t)$ ). Використання імовірної термінології вимагає знання закону розподілення випадкових реалізацій, що потребує додаткових досліджень. У випадку співставлення роботи залізничного транспорту окремих держав, чи галузевих територіальних об'єднань залізничної інфра-

структури виникає потреба у єдиному показнику, який характеризує обсяги роботи пасажирських та вантажних перевезень.

Діюча система обліку спирається на показники пасажиро- та вантажо-кілометрів. У першому випадку умовною одиницею є пасажир, а у другому – тонна умовного вантажу. Однак конкретного індивіда та власника вантажу у першу чергу цікавить результат поїздки, що завжди відбувається у потязі. Тому доцільно у якості елементарної оціночної одиниці використовувати потяг, або конкретний маршрут. Тобто це можуть бути поїздо-кілометри вантажних сполучень та поїздо-кілометри пасажирських перевезень.

При співставленні показників функціонування окремих структурних підрозділів або залізниць в цілому необхідно мати універсальний показник її експлуатаційної роботи. Він повинен відображати об'єми пасажирської та вантажної роботи у цілому.

Таким показником можна вважати тонно-кілометри приведеної роботи. У якості оціночного пристрою рівня безпеки можна використовувати кількість порушень або сумарне значення збитків за звітний період по всім видам транспортних подій. Тоді рівняння для визначення ризику втрат у експлуатаційній роботі залізниці матиме вигляд

$$R = K \frac{\sum_{i=1}^{i=k} Z_i}{\sum t.км.прив},$$

де  $Z_i$  – загальні збитки у  $i$ -тій транспортній пригоді;

$K$  – коефіцієнт розмірності.

Враховуючи вищезазначене, на підставі даних аналізу стану безпеки руху на залізницях України [8], розрахуємо ризики вантажної роботи за період з 2005 по 2009 р, табл.1.

Таблиця 1

Ризики втрат у вантажній роботі

$Z_B$	2005	2006	2007	2008	2009
$B_0$	2306,016	1235,15	11600,909	1010,616	2534,11
$R_B$	2758,57	2940,13	3149,49	3060,15	2430,41
$Z_B$	0,836	0,42	3,683	0,33	1,043

Як видно з даних таблиці, показник  $R_B$  достатньо наглядно ілюструє стан безпеки руху у вантажних перевезеннях. Так з 2005 року можна спостерігати стабільне щорічне зменшення кількості транспортних подій з 967 по 820. У той же час в 2007 році було зафіксовано 3 аварії та 3 катастрофи, що і відображається різким збільшенням показника ризику втрат з 0,42 у 2006 році до 3,683 у 2007. Таким чином можна зробити висновок, що показники ризиків втрат є більш інформативними у порівнянні з існуючою системою оцінок стану безпеки руху на залізничному транспорті.

### **Висновок**

Таким чином, ризики втрат внаслідок транспортних пригод є найбільш ефективним та універсальним показником безпеки функціонування залізничного транспорту. При формуванні оцінок роботи окремих галузей доцільно застосовувати загальний умовний показник експлуатаційної роботи, а для конкретного господарства більш доцільними є використання локальних показників, які враховують їх специфіку їх роботи. Головним критерієм при оцінюванні ступеню важливості порушення можна вважати розмір збитків у грошовому еквіваленті. Подальшим роз-

витком робіт визначеного напрямку є розробка методології оцінювання розміру збитків для пасажирів та вантажів від транспортних пригод.

### Література

1. Аронов И.З. Обеспечение безопасности сложных технических систем на примере энергоблоков атомных станций / И.З. Аронов, Г.И. Грозовский, Г.В. Маливинский // Надежность и контроль качества. – 1994. – №5. – С.43–49.

2. Белов П.Г. Способы количественной оценки безопасности производственных процессов / П.Г. Белов // Безопасность труда в промышленности.- Недра, 1984, №2. – С. 39–42.

3. Лисенков В. М. Безопасность ответственных технологических процессов и технологических средств на транспорте / В. М. Лисенков // Автоматика, телемеханика и связь. №1, 1992. – С. 8 – 11.

4. Мойсеєнко В. І. Функції ризиків втрат для оцінки безпеки залізничного транспорту / В. І. Мойсеєнко // Українська державна академія залізничного транспорту. Зб. науков. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – № 69. – С. 26 – 32.

5. Мойсеєнко В. І. Метод оцінки стану безпеки руху поїздів / В. І. Мойсеєнко // Перспективи впровадження технічних засобів безпеки руху на залізницях України: Збірник текстів виступів на науково-практичній конференції з безпеки руху (Луганськ, 8 – 10 вересня 2009 р. ). – Донецька залізниця. – 2009. – С. 24 – 26.

6. Самсонкин В. Н. Метод статистической закономерности в управлении безопасностью движения на железнодорожном транспорте / В. Н. Самсонкин, В. А. Друзь. – Д.: ДонИЖТ, 2005. – 160 с.

7. Данько М.І., Бутько Т.В., Кулешов В.М. та ін. Загальний курс та технології роботи транспорту (залізничний транспорт): Підручник; під ред. Данька М.І. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – 302 с.

8. Головне управління безпеки руху та екології Укрзалізниці. Аналіз стану безпеки руху на залізницях України у 2009 році. – 2010.

### Анотації:

В статті виконано теоретичне узагальнення та наукове обґрунтування системи оцінок показників безпеки функціонування залізничного транспорту у цілому та його окремих галузей. Головним критерієм при оцінюванні ступеню важливості порушення вважається розмір збитків у грошовому еквіваленті, які віднесені до об'ємів виконаної експлуатаційної, або іншої роботи.

---

В статье выполнено теоретическое обобщение и научное обоснование системы оценок показателей безопасности функционирования железнодорожного транспорта в целом и его отдельных отраслей. Главным критерием при оценке степени важности нарушения считается размер ущерба в денежном эквиваленте, отнесенных к объемам выполненной эксплуатационной или иной работы.

---

The article made a theoretical generalization and scientific evidence grading system of safety indicators functioning rail transport as a whole and its individual sectors. The main criterion in assessing the degree of importance of the breach is the amount of damages in monetary terms, which are related to volumes performed operational, or other work.