

УДК 656.13:625.7

О. В. РЯБУШЕНКО, канд. техн. наук, доц., ХНАДУ, Харків

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ РИЗИКІВ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД

У статті визначені та систематизовані існуючі методи розрахунку ризиків, проаналізована можливість їх використання для оцінки рівня безпеки дорожнього руху.

Ключові слова: дорожньо-транспортна пригода, суспільні ризики, безпека руху, аварійність.

Вступ. Наведені в статті дослідження відносяться до галузі транспортних технологій та розглядаються питання, пов'язані з аналізом соціально-економічних збитків від дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Зазначена проблема є надзвичайно актуальною, оскільки на шляху Євроінтеграції перед Україною постає питання незадовільного рівня безпеки дорожнього руху, порівняно з провідними Європейськими державами.

Для забезпечення раціонального використання державних коштів при реалізації заходів з підвищення безпеки дорожнього руху, є необхідним використання ефективних методів оцінки соціальних наслідків від ДТП [1, 2]. Також об'єктивна оцінка соціальних втрат від ДТП і доведення цієї інформації до населення має потужний соціально-психологічний ефект: ця інформація попереджає людей про загрозу їх життя і здоров'ю, сприяє усвідомленню значення заходів і формуванню громадської підтримки для їх впровадження.

Напрями оцінки збитків від ДТП. В літературі відомо багато методів, що дозволяють проводити оцінку збитків від ДТП [3, 4, 5]. Зазвичай, збитки від ДТП можуть бути розділені на особистий збиток, що відноситься до осіб, що здійснюють транспортну діяльність, і зовнішні витрати, які випадають на частку інших членів суспільства. В загальному випадку зовнішні витрати виникають при будь-якій ситуації, коли в результаті діяльності, здійснюваної одним членом суспільства, не забезпечується належний облік негативного впливу цієї діяльності на добробут інших.

Виходячи з цього в цілому можна виділити наступні два підходи до виконання вартісної оцінки збитку, нанесеного людині в результаті середньостатистичного ДТП. Перший, що і дотепер використовується офіційними органами підхід, заснований на оцінці недоотриманого внеску у ВНП. Другий підхід базується на обстеженні думки різних груп населення і відображає готовність користувачів доріг платити за скорочення числа потерпілих і ризику ДТП.

Основним недоліком першого підходу є те, що в розрахунках складно відобразити тяжкість втрат сім'ї і колективу загиблого при аварії, хоча і не можна не враховувати, що відключення члена суспільства від активної трудової діяльності в результаті аварії викликає припинення його особистого внеску в народне господарство. Особливу складність також представляє оцінка соціальних втрат від залучення людей у дорожньо-транспортні пригоди. Психології людини не принадна

© О. В. РЯБУШЕНКО, 2013

оцінка грошовим еквівалентом життя і здоров'я потерпілих при аваріях на дорогах. Та ц як взагалі можна оцінити шкоду від соціальної напруженості у суспільстві, яка пов'язана з високим рівнем аварійності на дорогах України.

У зв'язку з цим, більш перспективними у майбутньому стануть методи, засновані на аналізі ризиків від ДТП.

Кожне ДТП є перш за все випадковим явищем, що його можна оцінити ймовірністю появи, крім того, на даний час в економічних та фінансових сферах розроблено та широко використовується математичний апарат теорії ризиків.

Наука про ризик стає однією з провідних наук сторіччя, що наступило, оскільки пов'язані з ризиком проблеми виходять на перший план. В індустріально розвинених країнах постійно росте фінансування наукових досліджень в області аналізу і оцінки ризику. Так, наприклад, в хімічній промисловості США на такі дослідження асигнується 25-30 % всіх засобів, що виділяються на наукові розробки [6]. За кордоном сформувалася нова спеціальність – фахівець в області оцінки ризику. Отже, надалі можна очікувати поширення використання методів аналізу ризиків для оцінки можливих наслідків ДТП.

Проблема оцінки ризиків ДТП. Перш за все необхідно визначитися з основними поняттями.

Під ризиком ДТП будемо розуміти міру можливості реалізації небезпеки об'єктів дорожнього руху і її наслідків для людей і матеріальних цінностей.

Допустимий ризик ДТП - ризик, рівень якого допустимий і обґрунтований виходячи з соціально-економічних умов.

Індивідуальний ризик ДТП - ризик, який може привести до загибелі людини в результаті ДТП, завданню фізичної та психічної шкоди.

Об'єкт ризику – об'єкт негативної дії ДТП, тобто матеріальний або нематеріальний, живий або неживий об'єкт, по відношенню до якого ризик ДТП може реалізуватися.

Наприклад:

- Люди (їх життя, працездатність, здоров'я, настрої і т.п.)
- Капітал (автомобіль, груз, товар і т.п.)
- Нематеріальні цінності (імідж, рейтинг і ін.)
- Навколишнє середовище і природні явища
- Час (затримки руху, втрати транспортного гасу і ін.)

Суб'єкт ризику – сторона, що несе з собою збиток, тобто жива істота (перш за все людина), співтовариство живих істот, спосіб їх існування або діяльності, по відношенню до якого застосовані наслідки ризику, що виникають при його реалізації.

Всі види збитків від ДТП тісно пов'язані один з одним, крім того, соціальний, екологічний і моральний збитки також можуть бути виражені у вигляді фінансових втрат [8]. При цьому, чим більше очікуваний збиток, тим більше повинне бути значення ризику. Крім того, ризик тим більше, чим більше ймовірність прояву небезпеки. Отже, ризик R можна представити у вигляді твору ймовірності P на значення очікуваного збитку Z :

$$R = P \cdot Z, \quad (1)$$

Таке визначення ризику, що об'єднує поняття ймовірності небезпеки і збиток, модна використовувється при кількісній оцінці ризику.

Наприклад, характеристика ризиків як основних показників небезпеки

дозволяють оцінити потенційну дію небезпеки на життєдіяльність людини. В загальному випадку ймовірність події для людини (P) розраховується як відношення кількості подій, що відбулися, з негативними наслідками (n) до максимально можливої їх кількості (N), на яку можуть розповсюдитися негативні наслідки, за конкретний часовий період по формулі:

$$P = \frac{n}{N}. \quad (2)$$

Таким чином можливо розрахувати величину загального і групового ризику. При оцінці загального ризику величина N позначає максимальну кількість всіх подій, а при оцінці групового ризику - максимальна кількість подій в конкретній групі, вибраній з їх загальної кількості по певній ознаці. Зокрема, до групи можуть входити люди по приналежності до однієї професії, полу, зросту; групу може скласти також пересувний склад одного типу; один клас суб'єктів господарської діяльності і т.д.

Характерним прикладом визначення загального ризику служить розрахунок чисельного значення загального ризику загибелі людини в ДТП. Згідно статистичним даним, щорічно в Україні в результаті ДТП гинуть приблизно 4700 чоловік, тобто $n=4700$ чол. Припустимо, що ризику потрапити в ДТП піддається практично все працездатне населення країни, тобто $N=42 \cdot 10^6$ чол. Тоді чисельне значення загального ризику загибелі людини становитиме:

$$P = \frac{4,7 \cdot 10^3}{42 \cdot 10^6} = 1,11 \cdot 10^{-4}.$$

Для ризику травмування людини $n=38900$ чол. отримаємо значення:

$$P = \frac{38,9 \cdot 10^3}{42 \cdot 10^6} = 9,26 \cdot 10^{-4}.$$

Таким чином є можливість приблизно оцінити ризики певних наслідків від ДТП для окремої людини.

Аналіз методів оцінки ризиків ДТП. Підходи, засновані на аналізі ризиків широко використовуються в економічних розрахунках, при проектуванні інвестиційної діяльності, в сфері страхування [6 - 10]. Якщо спробувати систематизувати велику кількість методів і моделей аналізу ризиків, що можуть використовуватися для оцінки втрат від ДТП, можна отримати схему, представлену в табл 1.

Детерміновані методи мають передбачати аналіз етапів розвитку ДТП, починаючи від вихідної події через послідовність передбачуваних умов до сталого кінцевого результату. Недоліками при використанні цих методів є: потенційна можливість упустити ланцюжки розвитку ДТП, що не реалізуються, але важливі; складність побудови достатньо адекватних математичних моделей; необхідність проведення складних і дорогих експериментальних досліджень.

Ймовірнісно-статистичні методи аналізу ризику припускають як оцінку ймовірності виникнення ДТП, так і розрахунок відносної ймовірності того або іншого шляху розвитку процесу. При цьому аналізуються розгалужені ланцюжки умов і факторів, вибирається відповідний математичний апарат і оцінюється повна ймовірність ДТП. Розрахункові математичні моделі при цьому можна істотно спростити в порівнянні з детермінованими методами. Основні обмеження методу пов'язані з недостатньою статистикою по різних факторах ДТП. Проте, цей метод, на нашу думку, в даний час може вважатися одним з найперспективніших.

Методи аналізу ризиків ДТП в умовах невизначеностей нестатистичної природи призначені для опису невизначеності джерела ризику, пов'язаного з відсутністю або неповнотою інформації про процеси виникнення і розвитку аварії. Усі перераховані вище методи аналізу ризиків ДТП класифікують по характеру початкової і результуючої інформації на якісні і кількісні.

Таблиця 1 - Методи аналізу та ризиків ДТП

Група методів	Якісні	Кількісні
Детерміновані		
	Перевірочного листа (Check-list)	Ранжирування (експертні оцінки)
	“Що буде якщо?” (What - If)	Методика визначення і ранжирування ризику (Hazard Identification and Ranking Analysis HIRA)
	Попередній аналіз небезпеки (Process Hazard and Analysis) (PHA)	Аналіз вигляду, наслідків і критичності події (АВНКП) (Failure Mode, Effects and Critical Analysis) (FMECA)
	“Аналіз вигляду і наслідків події” (АВНП) (Failure Mode and Effects Analysis) (FMEA)	Кількісне визначення впливу людського чинника (Human Reliability Quantification) (HRQ);
	Аналіз помилкових дій (Action Errors Analysis) (AEA)	Методика аналізу ефекту доміно (Methodology domino effects analysis)
	Концептуальний аналіз ризику (Concept Hazard Analysis) (CHA)	Методика визначення і оцінки потенційного ризику (Methods potential risk determination and evaluation).
	Концептуальний огляд безпеки (Concept Safety Review) (CSR)	
	Аналіз людських помилок (Human Hazard and Operability) (HumanHAZOP)	
	Аналіз впливу людського чинника (Human Reliability Analysis) (HRA)	
	Логічного аналізу	
Ймовірно-статистичні		
Статистичні	Карти потоків	Контрольні карти
Теоретико-ймовірнісні	Причини послідовності нещасних випадків (Accident Sequences Precursor) (ASP)	Аналіз дерева подій (АДС)(Event Tree Analysis) (ETA)
		Аналіз дерев відмов (АДО) (Fault Tree Analysis) (FTA)
		Оцінка ризику мінімальних шляхів від ініціюючого до основної події (Short Cut Risk Assessment) (SCRA)
		Дерево рішень
Ймовірнісно-евристичні	Експертного оцінювання;	Бальних оцінок

1	2	3
	Метод аналогій для визначення сценаріїв розвитку аварій	Суб'єктивні оцінки вірогідності небезпечних полягань
		Узгодження групових рішень на основі коефіцієнтів конкордації, побудова узагальнених ранжувань
		Методи попарних порівнянь
У умовах невизначеності нестатичної природи		
Нечіткі	Метод аналізу безпеки і працездатності (AOP) (Hazard and Operability Study) (HAZOP)	
	Методи, засновані на розпізнаванні образів (нечітка логіка)	
Нейромережеві		Методи прогнозування порушень, відмов (нейронні мережі прямого розповсюдження, рекуррентні), оперативного управління безпекою дорожнього руху
		Методи, засновані на розпізнаванні образів для ідентифікації передаварійних ситуацій (нейронні мережі адаптивного резонансу)
Комбіновані		
Детерміновані і ймовірнісні	Логико-графічні методи аналізу ризику ХОО	Повний аналіз ризику – методика оптимального аналізу ризику (Optimum Risk Analysis) (ORA)
Ймовірнісні і нечіткі	Аналіз максимальної можливості виникнення нещасного випадку (Maximum Credible Accident Analysis) (MCAA)	Метод організованого систематичного аналізу ризику (Method Organised Systematic Analysis Risk) (MOSAR)
Детерміновані і статистичні	Блок-схема надійності (Reliability Block Diagram) (RBD)	Кількісна оцінка ризику (Quantitative Risk As)
	Аналіз безпеки (Safety Analysis) (SA)	
	Аналіз надійності структури (Structural Reliability Analysis) (SRA)	
	Таблиці полягань і аварійних поєднань	

Проведення кількісного аналізу ризиків ДТП вимагає високої кваліфікації виконавців, великого об'єму інформації по аварійності, обліку особливостей дорожнього руху, дорожніх та метеоумов, часу перебування людей за кермом і інших чинників. Складні розрахунки часто дають значення ризику, точність якого невелика. Для небезпечних об'єктів транспортної інфраструктури точність розрахунків індивідуального ризику, навіть у разі наявності всієї необхідної інформації, зазвичай не вище за один порядок [5]. Тому проведення кількісної оцінки ризику більш корисне для порівняння різних варіантів (наприклад, розміщення технічних заходів ОДР), ніж для висновку про ступінь безпеки ділянки дороги.

Найбільший об'єм рекомендацій по забезпеченню безпеки дорожнього руху можна отримати із застосуванням якісних методів аналізу ризиків, що використовують менший об'єм інформації і витрат праці [5]. Проте кількісні методи оцінки ризику в деяких ситуаціях – єдино допустимі для порівняння небезпек різної природи і при експертизі складних об'єктів транспортної інфраструктури.

Ймовірно-евристичні методи використовуються при недостатку статистичних даних і у разі рідкісних подій, коли можливості вживання точних математичних методів обмежені через відсутність достатньої статистичної інформації. Ймовірно-евристичні методи ґрунтуються на використуванні суб'єктивної ймовірності, одержуваної за допомогою експертного оцінювання.

Різні методи повинні застосовуватися залежно від стадії аналізу ризику і цілей дослідження. На стадії ідентифікації небезпек від ДТП рекомендується використовувати один або декілька з якісних ("Що буде, якщо...?", Перевірочний лист, їх комбінацію, АВПВ, АОР) або кількісних (АДО, АДС) методів. Методи можуть застосовуватися незалежно або на додаток один до одного, причому, якісні методи можуть включати кількісні критерії ризику (в основному, за експертними оцінками з використанням, наприклад, матриці «ймовірність - тяжкість наслідків» ранжирування безпеки). Повний кількісний аналіз ризику може включати всі вказані методи або деякі з них.

Висновки. Управління ризиками ДТП на дорогах України є актуальною та складною проблемою. Основний напрям в цій роботі полягає в області підготовки суб'єкта ризику. Саме через людину (водія і пішохода) можна вирішити більшу частину поставлених задач. На першому етапі необхідно провести дослідження для ідентифікації ризиків. Це зручно зробити, представивши рух, управління, забезпечення і ін. процеси на дорогах України у вигляді багатовимірного об'єкту. Точки перетину елементів вимірювань формуватимуть області дослідження і зони ризиків.

Серед напрямків оцінки та прогнозування втрат від ДТП одними із найперспективніших є ті, що засновані на аналізі ризиків від ДТП, які відображає готовність користувачів доріг платити за зниження ймовірної небезпеки ДТП.

Оскільки зазвичай конкретне ДТП є випадковою подією, при аналізі ризиків використовується апарат теорії ймовірності та математичної статистики. При цьому слід відзначити, що аналіз невизначеностей в процесі оцінки ризику ДТП – це переклад невизначеності початкових параметрів і припущень, використаних при оцінці ризику, в невизначеності результатів.

Упровадження системного підходу до управління ризиками на дорогах України забезпечить зниження ризиків і збільшення можливостей в досягненні генеральних і стратегічних цілей, включаючи збільшення рівня безпеки дорожнього руху.

Список літератури: 1. Доля В. К. К определению вероятности ДТП участника движения на участках транспортной сети [Текст] / В. К. Доля, И. П. Енглези, А. Е. Пахно // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. – 2010. – № 3. – С. 49 – 54. 2. Безпека дорожнього руху в Україні: навч. пос. [Текст] / Під ред. В. П. Петкова. – К.: КНТ, 2012. – 488 с. 3. Методика оцінки і розрахунку нормативів соціально-економічного збитку від дорожньо-транспортних подій [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.complexdoc.ru/ntdtext/547052>. 4. И. Волков, М. Грачева. Вероятностные методы анализа рисков [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.bre.ru/risk/878.html>. 5. Сотникова, А. А. Риск возникновения дорожно-транспортных

происшествий [Текст] / *А. А. Сотникова, М. В. Сотников* // Режим доступа: <http://www.cs-alternativa.ru/text/2177>. **6.** *Горбатова, И. И.* Оценка рисков при производстве транспортно-логистических услуг. // [«Логистика: Современные тенденции развития» Материалы V Международной научно-практической конференции]: – Санкт-Петербургский государственный инженерно-экономический университет, 2006 – с. 114 – 117. **7.** *Иляшенко, С. М.* Економічний ризик: Навчальний посібник [Текст] / 2-ге вид., доп. перероб. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 220 с. **8.** *Катан Л. І., Лях О. І.* Оцінка чутливості інвестиційних проєктів до факторів ризику / Сб. наук. тр. // Фінанси України. – 1997. – №2. – С. 83 – 86. **9.** *Трубачев Е. В.* Инвестиционная стратегия [Електронний ресурс] / Режим доступа: http://www.e-college.ru/xbooks/xbook189/book/index/index.html?part-012*page.htm. **10.** *Кошечкин С. А.* Методы количественного анализа риска инвестиционных проектов [Електронний ресурс] / Режим доступа: <http://www.aup.ru/articles/investment/3.htm>.

Надійшла до редколегії 03.06.2013

УДК 656.13:625.7

Аналіз методів оцінки ризиків дорожньо-транспортних пригод/ Рябушенко О. В. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2013. - № 38 (1011). – С.190-196. – Бібліогр.: 10 назв.

В статье определены и систематизированные существующие методы расчета рисков, проанализированная возможность их использования для оценки уровня безопасности дорожного движения.

Ключевые слова: дорожно-транспортное происшествие, социальные риски, безопасность движения, аварийность.

In the article are certain and systematized the existent methods of calculation of risks, analyzed possibility of their use for estimation of road safety.

Keywords: road traffic accidents, public risks, road safety, accident rate.