

4. Забродский, Л. А. Оптимизация взаимодействия различных видов транспорта на морском терминальном комплексе в системе доставки грузов [Текст] / Л. А. Забродский // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: Збірн. наук. пр. – 2008. – Вип. 14. – С. 238–252.
5. Новиков, П. А. Организация эффективного взаимодействия железнодорожного и морского транспорта в припортовых транспортных узлах [Текст] / П. А. Новиков // Автореф. дис. канд. техн. наук. – Екатеринбург: УрГУПС, 2008. – 25 с.
6. Тушин, Н. А. Системная интеграция в транспортных процессах (теоретические основы, организационные формы, методы оптимизации) [Текст] / Н. А. Тушин // Автореф. дис. докт. техн. наук. – Екатеринбург: УрГУПС, 2012. – 43 с.
7. Запара, Я. В. Формалізація технології роботи залізничних вузлів в умовах зміни обсягів перевезень [Текст] / Я. В. Запара // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – Харків, 2010. – Вип. 119. – С. 53–59.
8. Ломотько, Д. В. Удосконалення розвитку елементів транспортних систем залізничних вузлів на базі єдиної системи управління парком вантажних вагонів при змішаних перевезеннях [Текст] / Д. В. Ломотько, В. В. Кулешов, А. В. Кулешов // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – Харків, 2011. – Вип. 122. – С. 22–26.
9. Наумов, В. С. Принципиальная структура имитационной модели процесса транспортно-экспедиционного обслуживания [Текст] / В. С. Наумов // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганськ, 2009. – Вип. 11(1-41). – С. 169–174.
10. Наумов, В. С. Модель логістичної системи доставки вантажів між Україною та Білоруссю [Текст] / Є.В. Нагорний, В.С. Наумов, А.В. Іванченко // Транспортні системи та технології перевезень: Зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. тр-ту ім. ак. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2012. – Вип. 4. – С. 70–74.
11. Фридрихсон, О. В. Формирование транспортно-логистической контейнерной системы доставки продукции металлургического предприятия [Текст] / О.В. Фридрихсон // Автореф. дис. канд. техн. наук. – Екатеринбург: УрГУПС, 2012. – 19 с.

У статті розглядаються підходи і методи щодо оцінки ризиків, пов'язаних з дорожньо-транспортними пригодами. Приведений огляд основних моделей оцінки ризиків, які використовуються в різних областях соціально-економічного аналізу, у напрямі можливості їх використання для вирішення проблем безпеки дорожнього руху

Ключові слова: безпека руху, дорожньо-транспортна пригода, ризики, соціальний збиток, моделювання ризиків ДТП

В статье рассматриваются подходы и методы по оценке рисков, связанных с дорожно-транспортными происшествиями. Приведен обзор основных моделей оценки рисков, которые используются в различных областях социально-экономического анализа, в направлении возможности их применения для решения проблем безопасности дорожного движения

Ключевые слова: безопасность движения, дорожно-транспортное происшествие, риски, социальный ущерб, моделирование рисков ДТП

УДК 656.13:625.7

НАПРЯМИ МОДЕЛЮВАННЯ СОЦІАЛЬНИХ РИЗИКІВ ДОРОЖНЬО- ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД

О. В. Рябушенко

Кандидат технічних наук

Кафедра організації і безпеки дорожнього руху

Харківський національний автомобільно-

дорожній університет

вул. Петровського, 25, м. Харків, Україна, 61002

E-mail: wanderer-sundy@ukr.net

1. Вступ

Сучасне суспільство неможливо собі уявити без автомобільного транспорту, але разом із цим постала проблема трагічних наслідків для життя та здоров'я людей дорожньо-транспортних пригод. Так, для молодих людей в Україні дорожньо-транспортна пригода (ДТП) є причиною смерті номер один, а щорічно щорічні збитки економіки від ДТП становлять близько 40 млрд грн, що становить близько 3% ВВП [1].

Для забезпечення раціонального використання державних коштів при реалізації заходів з підвищення

безпеки дорожнього руху, є необхідним використання ефективних методів оцінки соціальних наслідків ДТП. Найбільш сучасними та перспективними у вирішенні цієї проблеми є методики, що базуються на принципах аналізу ризиків ДТП і відображають готовність користувачів доріг платити за їх скорочення.

2. Аналіз літературних джерел і постановка проблеми

Світова економічна криза, соціальна нестабільність, тенденції до зростання числа і тяжкості

природних і техногенних надзвичайних ситуацій на початку нинішнього століття посилили інтерес до всіх аспектів, пов'язаних з ризиком у всіх його проявах [2].

Особливого поширення набули дослідження, пов'язані з моделюванням економічних ризиків, особливо інвестиційних, а також ризиків екологічних та техногенних катастроф [3 – 8].

У Російській Федерації, наприклад, виходить тематичний науково-практичний журнал «Проблеми аналізу ризику».

Однак для вирішення проблем підвищення безпеки дорожнього руху підходи, засновані на аналізі ризиків поки що не знайшли широкого поширення.

3. Мета і задачі дослідження

Метою даної роботи є розгляд підходів та методів, що можуть бути використані для економічної оцінки ризику для життя та здоров'я людей наслідків ДТП.

Характер дії транспортного комплексу як джерела ризику для людей безперервним або разовим. Контингентом групи ризику є все населення області, по якій проходять транспортні комунікації, і персонал, обслуговуючий ці комунікації. Однак найбільш важливим та складним питанням у дослідженнях, пов'язаних з оцінкою рівня безпеки дорожнього руху, є економічна оцінка ризиків для здоров'я та життя людей, пов'язаних з ДТП.

4. Напрями моделювання ризиків ДТП

Для оцінки величини (вартості) ризику ДТП можуть бути використані моделі різного типу (рис .1).



Рис. 1. Структурна схема процесу моделювання ризиків ДТП

В залежності від обраної моделі задачу оцінки ризику ДТП можна розділити на кілька етапів, наведених на рис. 1.

В результаті використання логіко-графічних, логічних і імовірнісних моделей визначаються сценарії розвитку ДТП; ризик нанесення шкоди різних видів поодиноці, декільком або за всіма сценаріями; проводиться ранжирування сценаріїв по ступеню їх небезпеки і оцінка вірогідності ризику аварії при виникненні хоча б однієї аварійної ситуації або хоча б від одного чинника ризику; а також визначається ризик нанесення збитку хоча б одного та/або всіх видів при реалізації даної аварії.

Феноменологічні моделі доцільно використовувати для моделювання ризиків ДТП від сумісної дії декількох чинників

При виборі моделей оцінки ризику слід врахувати, що небезпеки від ДТП з погляду створення загрози для людей можна поділити на дві групи. До першої відносяться небезпечні фактори дорожнього руху, які створюють вражаючі чинники (чинники ризику) безпосередньо для людей (тобто люди уразливі до первинних вражаючих чинників). До другої групи відносяться небезпечні фактори, які створюють вражаючі чинники для транспортних засобів, дорожніх споруд і обладнання. В цьому випадку загрозу для людей представляють вторинні вражаючі чинники, що формуються при руйнуванні перших.

Оцінка ризику для людей від небезпек першої групи можна проводити як для будь-яких інших об'єктів. Для небезпек з другої групи загроза для людей має місце за умови їх знаходження у момент ДТП у небезпечних зонах, на проїзній частині (зупинка, тротуар) та ін. Ступінь загрози в цьому випадку залежить від частки часу, що проводиться людиною з деякої групи в уразливих небезпечними вражаючими факторами зонах.

5. Математичне моделювання ризиків ДТП

При математичному моделюванні ризику він у найбільш загальному вигляді представляється як функція двох складових:

$$R = f(P, C). \quad (1)$$

Перша – це частота події (P), що у нашому випадку виражається числом ДТП за одиницю часу. Друга це наслідок (C), що є мірою шкідливості ДТП. Наслідки можуть бути виражені різними способами в залежності від виду аналізу

(кількість загиблих чи травмованих, величина збитку та ін.).

Розглянемо кілька найбільш поширених моделей ризиків для прикладу оцінки ризику ДТП:

1. Спрощена узагальнена оцінка ризику

$$R^k = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3, \tag{2}$$

де $P_3 = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_0^N e^{-\frac{t^2}{2}} dt$;

R^k – ризик к-го виду; P_1 - ймовірність виникнення ДТП; P_2 - ймовірність формування певних небезпечних наслідків; P_3 - ймовірність того, що вказані наслідки приведуть до певної шкоди; N – кількість вражаючих чинників, t – час.

2. Ризик як математичне очікування збитку по всіх видах шкоди:

$$R = \sum_{i=1}^k W(C^k) \cdot P(C^k), \tag{3}$$

де $P(C^k)$ – ймовірність виникнення збитку к-го виду, $W(C^k)$ – вагова функція, за допомогою якої наслідки різного виду приводяться до єдиної шкали шкоди (визначається експертним шляхом).

3. Середнє значення збитку від ДТП за рік або інший інтервал часу Δt .

$$\bar{C} = \sum_{i=0}^I P(H_i) \cdot C_i = P(\Delta t) \cdot C, \tag{4}$$

де $P(\Delta t)$ – ймовірність настання події за час Δt ; $P(H_i)$ – ймовірність гіпотези настання і-ї події на інтервалі часу Δt , C_i – збиток при реалізації і-ї небезпечної події; I – кількість небезпечних подій на даному інтервалі часу Δt .

4. Соціальний ризик ДТП.

– по динаміці смертності (на 1000 чоловік)

$$R_C = \frac{1000 \cdot (N_{32}(t) - N_{31}(t))}{N_{\Sigma}}, \tag{5}$$

де $N_{31}(t)$, $N_{32}(t)$ - кількість загиблих в одиницю часу t в досліджуваній групі на початку і в кінці звітного періоду; N_{Σ} – загальна чисельність досліджуваної групи.

5. Індивідуальний ризик

$$D_p = \frac{N(t)}{N_{\Sigma}(F)}, \tag{6}$$

де N - кількість потерпілих (загиблих) в одиницю часу t від фактору ризику F ; D - кількість людей, що підпадають під дію фактору ризику F в одиницю часу t .

6. Колективний ризик

$$R = P(d) \cdot N_{\Sigma}, \tag{7}$$

де $P(d)$ – ймовірність зазнання шкоди окремого індивідуума в результаті ДТП; N_{Σ} – загальна кількість людей, що підпадають під потенційний ризик.

$$R_1 = \frac{P_1}{N_1}, \tag{8}$$

де R_1 – ризик (імовірність) для індивідуума, що відноситься до групи ризику I , стати жертвою ДТП; P_1 - очікувана кількість небезпечних випадків ДТП за рік для групи I ; N_1 - кількість індивідуумів, що відносяться до групи I .

7. Постійний ризик

$$R_i = \int_0^{\infty} H(t) \cdot \mu(t) dt; \tag{9}$$

$$R = \sum_{i=1}^I \int_0^{\infty} \tilde{H}_0 \cdot \mu_i(t) dt; \tag{10}$$

де R_q – ризик померти від і-го виду небезпеки впродовж всього майбутнього життя; $\mu_i(t)$ – віковий коефіцієнт смертності від і-го виду небезпеки; $H(t)$ – функція виживання до віку t ; \tilde{H}_0 – модифікована функція виживання до віку t ; $i=1..I$ – кількість видів небезпеки, що досліджується.

У виразі (2) ймовірності є умовними, і кожна складова вимагає розробки або вибору методів і моделей для їх розрахунку. Для визначення ймовірності виникнення події P_1 потрібно використовувати методи теорії надійності, а також статистичні дані по аваріях. За відсутності статистично значущої інформації визначення ймовірності треба проводити з використанням причинно-наслідкових закономірностей виникнення аварійних ситуацій і розвитку ДТП як сукупності проміжних подій, тобто на базі розробки відповідних сценаріїв з використанням методів логіко-імовірносного аналізу. Для визначення значення P_2 необхідно використовувати методи модельного підходу до аналізу і оцінки ризику. Значення умовної ймовірності P_3 визначаються як математичне очікування збитку по всіх видах шкоди [8, 9].

Окрім складової ймовірності ризику існують ще оцінки ризику у вигляді збитків в натуральному виразі. Це число потерпілих - для оцінки соціального ризику, визначення кількості пошкоджених транспортних засобів - для оцінки економічного ризику та ін.

Вирази (3) та (4) можуть бути використані для визначення ризику як математичного очікування збитку від ДТП усіх видів. По співвідношенню (4) ризик розраховується в грошовому еквіваленті, а по співвідношенню (3) – це безрозмірна величина. Інтерпретація ризику як математичного очікування збитку показує, що один і той же ризик може бути викликаний або високою ймовірністю ДТП з незначними наслідками або обмеженою ймовірністю ДТП з високим рівнем збитку.

Співвідношення (2) - (4) є спрощеними об'єктно-залежними моделями оцінки ризику ДТП. В явному вигляді вони не описують реальних механізмів досліджень сценаріїв розвитку аварійних ситуацій.

Найбільш загальним показником ризику є середнє значення збитків від ДТП за рік або інший інтервал часу (4). Якщо протягом досліджуваного періоду може відбутися більш одного ДТП, то показником ризику служить сума збитків по всіх подіях, що мали місце. Проте визначення рівня ризику як категорії ймовірності є більш зручним і прийнятним при рішенні широкого круга задач наукового і прак-

тичного характеру, особливо задач, що стосуються загальної (комплексної) оцінки рівня безпеки дорожнього руху.

Для оцінки ризику ДТП також можуть використовуватися кількісні показники індивідуального (6, 9, 10), колективного (7, 8) і соціального (5) ризиків [7 – 10].

6. Висновки

Одним із сучасних та перспективних напрямів оцінки та прогнозування рівня безпеки дорожнього руху, є аналіз ризиків ДТП, який відображає готовність користувачів доріг платити за зниження імовірної небезпеки. В практиці розрахунків можна використовувати деякі відомі підходи до аналізу ризиків, що широко використовуються в сферах економіки, екології, медицини та інших.

Методи моделювання ризиків ДТП зазвичай полягають в послідовному розгляді факторів, аналізі

всіх можливих видів аварійних ситуацій і виявленні їх результуючих впливів на безпеку дорожнього руху. В загальному вигляді збиток ДТП можна представити як добуток імовірності події та наслідків. Тому один і той же ризик може бути викликаний або високою імовірністю ДТП з незначними наслідками або обмеженою імовірністю ДТП з високим рівнем збитку.

Більшість математичних моделей оцінки ризиків ДТП є спрощеними об'єктно-залежними моделями. В явному вигляді вони не описують реальних механізмів досліджень сценаріїв розвитку аварійних ситуацій. Кожна група моделей враховує одну із сторін аналізу або оцінки ризику і не охоплює всього різноманіття процесів виникнення і розвитку аварій на небезпечних білянках та об'єктах вулично-дорожньої мережі. Тому для конкретної задачі аналізу слід обирати відповідні моделі оцінки ризиків, що дозволяють отримати достатньо точні результати з найменшими витратами на розрахунки та збір вихідних даних.

Література

1. Публікація документів Державної Служби Статистики України. [Електронний ресурс] – Режим доступу: \www/URL: http://ukrstat.org/uk/operativ/oper_new.html – Загол. з екрану.
2. Декларация Российского научного общества анализа риска и об установлении предельно допустимого уровня риска. [Электронный ресурс] – Режим доступа: \www/URL: <http://www.sra-russia.ru> – Загл. с экрана.
3. Аронов, И. З. Общая методология оценки риска причинения вреда и основные модели анализа риска. [Электронный ресурс] – Режим доступа: \www/URL: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-237153.html> – Загл. с экрана.
4. Елохин, А.А. Проблема выбора критериев приемлемого риска [Текст] / А.А. Елохин // Журн. проблемы анализа риска. – 2004. – Т.1, №2. – с.138 – 145.
5. Быков, А. А. К проблеме оценки социально-экономического ущерба с использованием показателя цены риска. [Электронный ресурс] / А. А. Быков, М. И. Фалеев. – Режим доступа: \www/URL: <http://dex.ru/riskjournal/2012> – Загл. с экрана.
6. Сотникова, А.А. Риск возникновения дорожно-транспортных происшествий [Электронный ресурс] / А.А. Сотникова, М.В. Сотников. – Режим доступа: \www/URL: <http://www.cs-alternativa.ru/text/2177> – Загл. с экрана.
7. Ілляшенко, С.М. Економічний ризик [Текст]: навч. посібник / С.М. Ілляшенко – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 220 с.
8. Кошечкин, С.А. Методы количественного анализа риска инвестиционных проектов [Электронный ресурс] / С.А. Кошечкин. – Режим доступа: \www/URL: <http://www.aup.ru/articles/investment/3.htm> – Загл. с экрана.
9. Методы и модели анализа и оценки экологического риска: классификации, основные расчетные соотношения [Электронный ресурс] – Режим доступа: \www/URL: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-54694.html> – Загл. с экрана.
10. Кошечкин, С.А. Методы количественного анализа риска инвестиционных проектов [Электронный ресурс] / С.А. Кошечкин. – Режим доступа: \www/URL: <http://www.aup.ru/articles/investment/3.htm> – Загл. с экрана.