

УРАХУВАННЯ РІВНЯ АВТОМОБІЛІЗАЦІЇ ТА ЧИСЕЛЬНОСТІ НАСЕЛЕННЯ ПРИ АНАЛІЗІ
АВАРІЙНОСТІ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ І ВУЛИЧНО-ДОРОЖНІХ МЕРЕЖАХ

Семенченко О.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

GIVEN THE LEVEL OF CAR OWNERSHIP AND POPULATION IN THE ANALYSIS OF
ACCIDENTS ON HIGHWAYS AND ROAD NETWORK

Semenchenko O.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

УЧЕТ УРОВНЯ АВТОМОБИЛИЗАЦИИ И ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ АНАЛИЗЕ
АВАРІЙНОСТІ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ И УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

Семенченко О.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми.

Безпека дорожнього руху – надзвичайно складна проблема, для оцінки якої застосовується велика кількість методичних прийомів і показників. Багато країн визнають важливість розробки міжнародних методів оцінки рівня безпеки дорожнього руху через те, щоб оцінити і порівняти власні успіхи або невдачі у рішенні цієї проблеми з іншими країнами [1].

Застосування міжнародних методів оцінки рівня безпеки дорожнього руху дозволяє виявляти слабкі та сильні сторони рішення проблеми у різних країнах і порівнювати їх між собою. Це сприяє підвищенню усвідомлення проблеми спільнотою та політиками країн і допоможе політикам вжити відповідні дії для рішення даної проблеми у власній країні. Існує декілька моделей, що відрізняються між собою ступенем складності – від відносно простих моделей до моделей високої складності в залежності від кількості факторів, які враховуються, деталізації вихідних даних і складності математичних методів, що використовуються при обчисленні та аналізі [2].

Основна частина.

Для оцінки рівня безпеки дорожнього руху в різних країнах використовуються три типи моделей:

1. *Статистичні моделі*, що ґрунтуються на порівнянні фактичних даних про ДТП і показників відносної аварійності.

2. *Моделі практичних дій*, що ґрунтуються на порівнянні ефективності практичних заходів, пов'язаних з удосконаленням взаємодій у складній системі «водій-автомобіль-дорога» (наприклад, використання ременів безпеки, захисних шоломів тощо).

3. *Моделі стратегічної оцінки*, що ґрунтуються на порівнянні державних програм підвищення безпеки дорожнього руху, систем управління та організаційної роботи з підвищення безпеки дорожнього руху.

Головною перешкодою в практичному застосуванні будь-якого методу оцінки рівня безпеки дорожнього руху є відсутність або дефіцит статистичних даних про аварійність в різних країнах світу, особливо в країнах, що розвиваються. Для того, щоб розробити ефективний метод оцінки, необхідними є надійні, практично значимі та доступні дані про аварійність на дорогах [3].

Розвиток моделей оцінки рівня аварійності в різних країнах пройшли наступні чотири покоління удосконалення, які спрощено можуть бути представлені наступним чином.

Перше покоління моделей – це статистичні моделі, побудовані на порівнянні стану безпеки руху з використанням показника ризику і фактичних даних про аварійність та рівень автомобілізації. Вони є моделями перехресного аналізу, проведеного в один і той же рік у різних країнах одночасно.

Друге покоління моделей враховують часовий фактор. Ці моделі дозволяють виконувати стандартну оцінку аварійності в часовому ряду. Такі моделі дозволяють здійснювати моніторинг тенденцій зміни рівня безпеки руху в країні і вказують на можливості майбутнього розвитку ситуації.

У третьому поколінні моделей розробники враховували необхідність інтеграції в одній і тій же моделі показників фактичної аварійності (відносна кількість ДТП) з іншими показниками (статистичні дані та дані про ефективність проведених практичних заходів).

Четверте покоління моделей зосереджується на всіх трьох вищевказаних моделях з використанням показників: показника фактичних даних, показника практичних дій і показника стратегічної оцінки ситуації. Одним з підходів є розробка Показника Підвищення Безпеки Дорожнього Руху, який об'єднує більшість макропоказників в єдине ціле.

Більшість початкових моделей все ще застосовуються при різних дослідженнях. Однак у сучасних умовах рівень розвитку комп'ютерної техніки дозволяє виконувати роботу швидко, спростити її, робити аналіз великої кількості ДТП, що було неможливим раніше. Це дало можливість працювати з моделями третього і четвертого поколінь, які дають більш наближені до реальності результати. Зокрема, було б розумним почати із застосування спрощених моделей. На основі ідей перших трьох поколінь стало можливим перейти до моделі четвертого покоління (тобто до *RSDI*).

Розглянемо перше покоління моделей, що враховують рівень автомобілізації, ризик руху і персональний ризик.

У 1949 проф. *Р.Смід* на основі аналізу даних про аварійність, починаючи з 1938 року, у двадцяти країнах Європи, розробив регресійну модель (логарифмічно-лінійну модель) і встановив обернено пропорційний зв'язок між ризиком руху (кількість загиблих відносно до чисельності парку автомобілів) та рівнем автомобілізації (загальний парк транспортних засобів відносно до чисельності населення) [4]. Це регресійне рівняння дозволяє надати досить точну оцінку рівня ризику руху при кожному заданому рівні автомобілізації. Рівняння показує, що при щорічному збільшенні інтенсивності руху кількість загиблих на одиницю автомобілів зменшується. Проф. *Р.Смід* встановив, що кількість загиблих в ДТП (F) в будь-якій країні за аналізований рік пов'язана з кількістю зареєстрованих транспортних засобів (V) і чисельністю населення (P) в цій країні наступною залежністю:

$$\frac{F}{V} = \alpha \left(\frac{V}{P} \right)^{-\beta}, \quad (1)$$

де: F – кількість загиблих у ДТП;
 V – кількість зареєстрованих транспортних засобів;
 P – чисельність населення;
 $\alpha = 0,003, \beta = 2/3$.

Ця формула стала популярною і використовувалась у багатьох випадках. Вона часто називається формулою або рівнянням *Сміда*, незважаючи на те, що деякі автори вважають за краще називати її законом.

Рівняння (1) є нелінійним рівнянням, яке може бути перетворено в лінійне шляхом логарифмування обох частин рівняння:

$$\log Y = \log \alpha + \beta \log X, \quad (2)$$

$$\text{де: } Y = \frac{F}{V}, \quad X = \frac{V}{P}.$$

З рівняння *Сміда* може бути визначена кількість загиблих в ДТП наступним чином:

$$F = c \times V^\alpha \times P^\beta,$$

де c, α, β – параметри, які можуть бути визначені за наявними статистичними даними методом найменших квадратів.

За даними досліджень *Сміда* формула має вигляд:

$$F = 0,0003P^{2/3} V^{1/3}. \quad (3)$$

Персональний ризик (кількість загиблих на чисельність населення) може бути отриманий

шляхом множення обох частин рівняння (1) на дріб $\frac{V}{P}$:

$$\frac{F}{P} = \alpha \left(\frac{V}{P} \right)^{1-\beta} \quad (4)$$

або

$$\frac{F}{P} = 0,0003 \left(\frac{V}{P} \right)^{\frac{1}{3}}.$$

Починаючи з 1949 р. було виконано багато досліджень для різних країн із застосуванням рівняння *Сміда* (1). Було встановлено, що рівняння *Сміда* може дати наближені до фактичних результати, й воно може бути застосоване для будь-яких за розмірами країн і будь-яких часових періодів аналізу з використанням коефіцієнтів α та β . *Jacobs* застосував цю формулу для тих же країн, що і проф. *Смід*, але за період 1968-1971 рр., і встановив, що рівняння дає досить стійкі та надійні результати [5]. *Jacobs and Hutchinson* вивчили застосовність формули для 32 країн, що розвиваються і розвинених країн за період з 1968 р. *Mekku* [6] встановив, що рівняння добре описує зв'язок між рівнем автомобілізації і ризиком руху; він також застосував перехресні дані для Багатих Розвинених Країн (*RCDs*). *Al Haji* порівняв дані 26 країн світу з різним рівнем розвитку. Ці дослідження підтвердили можливість широкого застосування формули *Сміда*, що ґрунтується на застосуванні стійкого зв'язку між рівнем автомобілізації та відносним показником кількості загиблих у ДТП. Рівень кореляції для країн з низьким рівнем автомобілізації склав 96% та 93% – для країн з високим рівнем автомобілізації.

Деякі автори намагалися розвинути рівняння *Сміда* й підвищити її точність шляхом урахування декількох соціально-економічних факторів. *Fieldwick R* [7] врахував у цій моделі обмеження швидкості руху. Кількість зареєстрованих транспортних засобів було замінено на сумарний пробіг автомобілів в авт.-км. Цей показник був відсутній за часів проф. *Сміда*.

У той самий час інші дослідники намагалися пояснити, чому крива зміни відносного числа загиблих спрямована вниз, як це було встановлено для більшості країн і отримано за допомогою формули *Сміда*. Дослідники аналізували фактори і заходи, що впливають на тенденції зміни рівня аварійності. Огляд таких досліджень було виконано *Elvik & Vaa*. Крім того, *Opppe* [8] довів, що закономірність *Сміда* є результатом вивчення різними країнами тенденції зміни показників у часі.

На ранній стадії автомобілізації, спочатку спостерігається зростання кількості загиблих у ДТП, але воно, при цьому, не обов'язково пов'язане з таким же зростанням чисельності населення. Проте потім при середньому рівні автомобілізації, ризик руху і персональний ризик збільшуються, причому обидва значення є високими. При третьому найвищому рівні автомобілізації, коли країна повністю насичена транспортними засобами, ризик руху і персональний ризик зменшуються. Основна відмінність між стадіями полягає в удосконаленні конструкції автомобіля та дорожніх умов з плином часу.

Як було зазначено вище, персональний ризик є функцією ризику руху в транспортному потоці та рівня автомобілізації. *Navin* [9] отримав для цього залежність такого вигляду:

$$T = T_f e^{\frac{-M}{M_0}}, \quad (5)$$

де M_0 – рівень автомобілізації при максимальній величині персонального ризику;

T_f – точка, в якій експоненціальна крива перетинається з віссю T ;

T – ризик руху в транспортному потоці (кількість загиблих на кількість автомобілів);

M – рівень автомобілізації.

Моделі, описані раніше, в основному ґрунтуються на регресійних моделях, моделях множинної кореляції або моделях квадратичної регресійної кореляції. Вони застосовуються частіше, ніж моделі, засновані на перевірці збіжності даних різних країн та отриманні рівнянь.

Друге покоління моделей: урахування ризику руху, автомобілізації та персонального ризику в часі.

До цього покоління належать багато моделей, розроблені для опису і прогнозування рівня безпеки в різних країнах на основі моделей часових рядів і теорій. Вони пов'язані зі змінними функціями в часі для визначення довгострокових змін у рівні безпеки руху в місячному або у річному інтервалі. Ці моделі призначені для згладжування кривих відносно до часових рядів.

Koornstra показав, що автомобілізація залежить від часу, тому залежність між кількістю загиблих і населенням також має бути врахована в часі. Щоб виміряти кореляцію між вхідними і вихідними змінними необхідно враховувати тенденцію в моделі. *Koornstra* отримав наступну залежність для апроксимації числа загиблих в країні у певний рік:

$$F_t = zV_t^x V_{t-k}^w \left(\left(\frac{V_{\max}}{V_{t-k}} \right)^c - 1 \right)^y, \quad (6)$$

де: F_t – кількість загиблих у ДТП в країні на рік t ;

V_t – величина авт-км пробігу на рік t ;

V_{\max} – максимальна величина авт-км пробігу;

k – часовий лаг за роки;

x, w, z, y, c – постійні.

Орре встановив, що відносна смертність в ДТП підпорядковується негативній експоненційній функції та пов'язана з величиною авт-км пробігу і часом. Цей метод виявився найбільш ефективним в умовах, коли складові, що описують часові ряди, поводяться уповільнено в часі за такою залежністю:

$$\ln \left(\frac{F_t}{V_t} \right) = \ln (R_t) = \alpha t + \beta$$

або
$$R_t = e^{\alpha t + \beta}, \quad (7)$$

де: \ln – функція натурального логарифма;

F_t – кількість загиблих у визначеній країні на рік t ;

V_t – величина авт-км пробігу на цей рік;

α, β – постійні.

Це означає, що логарифм показника смертності в ДТП зменшується (ознака поліпшення ситуації), якщо величина α обернена до часу. Таку модель називають негативно логарифмічною експоненційною моделлю, де α вважається менше за нуль. Як α , так і β є параметрами, що забезпечують найкраще згладжування функції.

Орре [8] припустив, що величина авт-км пробігу на рік пов'язана з часом і передбачається, що інтенсивність руху при цьому буде з часом зростати за логістичною кривою моделі насичення. Це припущення вказує, що темпи зростання інтенсивності руху є часткою у відсотках відносини між існуючою інтенсивністю руху і часткою V_m , що залишилася, в наступному вигляді:

$$\ln \left(\frac{V_t}{V_m - V_t} \right) = \alpha t + \beta \quad \text{або} \quad V_t = \frac{V_m}{1 + e^{-(\alpha t + \beta)}} \quad (8)$$

де V_t – величина авт-км пробігу у рік, що аналізується;

V_m – максимальна величина авт-км пробігу.

Ця формула показує, що країни з великим значенням параметра α повинні мати швидке зростання інтенсивності руху. Спочатку інтенсивність руху швидко зростає та досягає насичення.

Орре застосував дві формули (7) і (8) до даних шести найбільш моторизованих країн за період 1950-1985 рр. Він виявив, що обидві моделі описують дані порівняно добре. Він прийшов до висновку, що стан безпеки дорожнього руху залежить від рівня транспортної освіти населення в країні. Ця думка практично збігається з висновками проф. *Сміда*. Однак, теорія *Орре* для оцінки залишкового зростання інтенсивності руху дискусійна, особливо коли багато європейських країн в даний час розглядають можливість призупинити або зменшити темпи автомобілізації.

Adams [10] запропонував залежність між кількістю загиблих (F) і величиною авт-км пробігу (V), яка може бути представлена у вигляді:

$$\log\left(\frac{F}{V}\right) = a + b y, \quad (9)$$

де: y – рік, що розглядається – 1985.

Broughton (1988) перевірів працездатність цієї логарифмічної моделі, використовуючи дані Великої Британії за період між 1950 р. і 1985 р., в результаті чого отримав високу статистичну збіжність. У тому ж дослідженні Broughton застосував ту ж модель для даних ще чотирьох країн: США (1943-85), ФРН (1965-85), Норвегії (1947-85) та Нової Зеландії (1948-83). Він виявив, що модель працює дуже добре.

Broughton і Oppe [11] запропонували також методика «метод однозначного розкладання» при порівнянні тенденцій різних країн. Ця методика аналізу показала подібність і відмінність між групами різних країн щодо тенденції зміни кількості загиблих на дорогах. Вони порівняли різні часові ряди розглянутих країн спільно зі спостереженнями кореляції між цими рядами. Ця методика корисна при класифікації країн, що є аналогічною моделі аналізу аварійності для кожної країни.

Третє покоління моделей: необхідність збільшення інтеграції з багатьма використовуваними даними.

Більшість останніх досліджень було спрямовано на проведення міжнародної оцінки аварійності за допомогою показників ризику (рівень аварійності). У моделях третього покоління врахована необхідність збільшення інтеграції між показником фактичних даних (рівень аварійності) та іншими показниками в одній і тій самій моделі.

Page порівняв ситуацію з аварійністю та тренди в країнах Європи (OECD) з 1980 р. по 1994 р. [12]. Він розробив статистичну модель, використовуючи сукупний перехресний аналіз часових рядів. Модель дає грубу оцінку стану безпеки руху в країні з деяких позицій, таких як: щільність населення, парк автомобілів, кількість автомобілів на душу населення, відсоток молодих людей і рівень споживання алкоголю.

Bester розробив модель, засновану на ступінчастому регресійному аналізі [13]. Модель дозволяє встановити змінні, які повинні бути додані або видалені з моделі. У попередніх дослідженнях використовувалися дані різних міжнародних джерел, в якість змінних використовувалися показники: стан національної інфраструктури та соціально-економічні фактори.

Elvik & Vaa використовували методика для оцінки ефективності різних заходів з підвищення безпеки дорожнього руху в різних країнах, використовуючи метод «до і після».

Asp & Rumar розробили показник «Профілі дорожньої безпеки» (The Road Safety Profile (RSP)) [14]. Він включає всі можливі кількісні та якісні змінні, які можуть мати велике значення в описі, поясненні і в порівнянні з ситуацією з аварійністю в різних країнах. Ця техніка швидко і просто ілюструє розвиток ситуації в країні у часі. В RSP використані як показники кількості, так і показники якості. Кількісні дані отримані з міжнародних джерел. Якісні показники отримані в результаті опитування експертів в кожній країні. Країн-респондентів попросили відповісти на питання, що стосуються проблеми безпеки дорожнього руху. Відповіді були використані для оцінки величини показника RSP для кожної країни.

Всі країни були розділені на три групи за рівнем автомобілізації (низький, середній і високий). Методика RSP включає більше 20 прямих і непрямих показників безпеки дорожнього руху. Кожен показник нормалізується за шкалою від +2 до -2.

База даних Globesafe на даний час побудована за допомогою інтелектуальних електронних технологій та Internet. Це дозволяє краще показати застосовність показника RSP у різних країнах [15].

Четверте покоління моделей: зв'язок між всіма показниками рівня безпеки дорожнього руху.

Останнє покоління реалізувало необхідність систематизації шляхів об'єднання всіх потенційних показників: людину, автомобіля, дорогу, навколишнє середовище та управління, поєднавши їх по вазі в один індекс. Це дає більш широку картину можливості застосування моделі, не зосереджуючи увагу на одному або декількох часткових аспектах.

RSDI, як приклад, об'єднує три види показників: показники фактичних статистичних даних, показник практичних дій і стратегічний показник. RSDI дозволяє порівняти рівень безпеки руху та прогрес у порівнянні з іншими країнами і регіонами світу.

Кожен тип моделі уявляє собою суму показників і величин. Таким чином будуть збалансовані також показники для кожної величини статистичних даних, які можна отримати.

Комплексний показник *RSDI* визначається за рівнянням:

$$RSDI = \frac{\sum_{i=1}^n w_i X_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, \quad (10)$$

де: X_i – нормалізований показник для країни i ,

w_i – вага X_i ;

n – величина.

Вага змінюється від 0 до 1. Сума ваг дорівнює одиниці.

RSDI змінюється від 0 до 100. Найбільше значення показує високий рівень безпеки дорожнього руху в країні. Низькі значення показують погіршення ситуації в країні.

Останні подані моделі є моделями перехресного аналізу, проведеного в один і той же рік у різних країнах одночасно.

Висновки.

1. *Модель Сміда* для транспортних ризиків є ідеальною шкалою для порівняння показників у координатах «автомобілізація – транспортні ризики». Дослідження показали, що залежність ризику дорожнього руху від автомобілізації населення Столичного економічного району України за своїм характером близька до встановленої *Смідом*.

2. *Модель Сміда* для соціальних ризиків має гірші показники відповідності з емпіричними даними, ніж крива для транспортного ризику. Дослідження показали, що соціальні ризики Столичного економічного району України виявилися вище *кривої моделі Сміда*, але, тим не менш, вони повторюють цю криву, тобто зі збільшенням рівня автомобілізації зростає смертність на душу населення.

3. Виявлено залежність рівня автомобілізації від кількості загиблих на 100 тис. транспортних засобів (транспортний ризик) і від кількості загиблих на 100 тис. жителів (суспільні ризики).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Безопасность дорожного движения в Украине. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://rb.com.ua/upload/Presentation.pdf>
2. Справочник по безопасности дорожного движения. Осло – Москва – Хельсинки, 2001. - 751 с.
3. Поліщук В.П., Лановий О.Т., Мастепан А.М. Класифікація параметрів дорожньо-транспортної ситуації через визначення небезпек для учасників дорожнього руху. Вісник Національного транспортного університету. В 2-х частинах: Ч. 2. – К.: НТУ, 2013.
4. Smeed R.J. Some statistical aspects of road safety research. J. Royal Stat., A (I), 1949, 1-34.
5. Jacobs G D. The potential for road accident reduction in developing countries. Transport Reviews, 2 (2), 1982, 213-224.
6. Accident Analysis and Prevention 33 (2001) 547-561
<https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/causal-models-for-road-accident-fatalities-in-yemen-G7o7DFTWus>
7. Fieldwick R. Speed and Crash Risk. Available at: <http://casr.adelaide.edu.au/speed/refs.html>
8. Oppe S. Possibilities and limitations of accident analysis. SWOV institute for road safety research Leidschendam. Available at: http://www.ictct.org/dlObject.php?document_nr=360%/Oppe.pdf
9. Navin, F.P.D., Bergan, A. and Qi, J., «A Fundamental Relationship for Roadway Safety: A Model for Global Comparisons», Transportation Research Board, Transportation Research Record 1441, Washington, DC, 1994, pp. 53-60.
10. Adams J.G.U. Smeed's Law: some further thoughts. Traffic Engineering and Control (Feb), 1987, 70-73. <http://john-adams.co.uk/wp-content/uploads/2006/smeed%27s%20law.pdf>
11. Transportation Statistics. Brien W. Svoboda. 2009.
https://www.google.com.ua/search?hl=ru&tbo=p&tbm=bks&q=isbn:160427008X&gws_rd=ssl
12. Page Y., 2001. A statistical model to compare road mortality in OECD countries. Accident Analysis & Prevention 33 (2001) 371-385.

13. Bester C. J. Explaining national road fatalities. *Accident Analysis & Prevention* 33 (2001) 663-672.
14. Asp K., Rumar K. The Road Safety Profile. The RetsNet News «Regional Traffic Safety Network. N 1». (2001).
15. GlobSAFE database. A database for road safety analysis. Some parts of this database are available on-line: <http://www.globesafe.org/>

REFERENCES

1. Bezopasnost dorognogo dvigania v Ukraini (Road safety in Ukraine). Available at: <http://rb.com.ua/upload/Presentation.pdf>
2. Spranochnik po bezopasnosti dorognogo dvigania [Handbook of Road Safety]. Oslo – Moskva – Helsinki, 2001. 751 p.
3. Polishchuk V.P., Lanovyi O.T., Mastepan A.M. Klasyfikastia parametriv dorogno – transportnoi sytuatsii cherez vysnachennia nebezpek dlia uchasnykiv dorogniogo ruhu [Classification parameters of a traffic situation by identifying hazards to road users]. *Visnyk natsionalnogo transportnogo universytetu* [Bulletin of the National Transport University], 2013, part 2, pp. 22-25.
4. Smeed R.J. Some statistical aspects of road safety research. *J. Royal Stat., A* (I), 1949, 1-34.
5. Jacobs G D. The potential for road accident reduction in developing countries. *Transport Reviews*, 2 (2), 1982, 213-224.
6. Accident Analysis and Prevention 33 (2001) 547-561 <https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/causal-models-for-road-accident-fatalities-in-yemen-G7o7DFTWus>
7. Fieldwick R. Speed and Crash Risk. Available at: <http://casr.adelaide.edu.au/speed/refs.html>
8. Oppe S. Possibilities and limitations of accident analysis. SWOV institute for road safety research Leidschendam. Available at: http://www.ictct.org/dlObject.php?document_nr=360&/Oppe.pdf
9. Navin, F.P.D., Bergan, A. and Qi, J., «A Fundamental Relationship for Roadway Safety: A Model for Global Comparisons», Transportation Research Board, Transportation Research Record 1441, Washington, DC, 1994, pp. 53-60.
10. Adams J.G.U. Smeed's Law: some further thoughts. *Traffic Engineering and Control* (Feb), 1987, 70-73. Available at: <http://john-adams.co.uk/wp-content/uploads/2006/smeed%27s%20law.pdf>
11. Transportation Statistics. Brien W. Svoboda. 2009. Available at: https://www.google.com.ua/search?hl=ru&tbo=p&tbn=bks&q=isbn:160427008X&gws_rd=ssl
12. Page Y., 2001. A statistical model to compare road mortality in OECD countries. *Accident Analysis & Prevention* 33 (2001) 371-385.
13. Bester C. J. Explaining national road fatalities. *Accident Analysis & Prevention* 33 (2001) 663-672.
14. Asp K., Rumar K. The Road Safety Profile. The RetsNet News «Regional Traffic Safety Network. N 1». (2001).
15. GlobSAFE database. A database for road safety analysis Available at: <http://www.globesafe.org/>

РЕФЕРАТ

Семенченко О.В. Урахування рівня автомобілізації та чисельності населення при аналізі аварійності на автомобільних дорогах і вулично-дорожніх мережах / Оксана Василівна Семенченко // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Науковий журнал: в 2 ч. Ч. 1: Серія: „Технічні науки” – К. : НТУ, 2014. – Вип. 14.

У статті проаналізовані урахування рівня автомобілізації та чисельності населення при аналізі аварійності на автомобільних дорогах і вулично-дорожніх мережах. В Україні безпека дорожнього руху – надзвичайно складна проблема, для оцінки якої застосовується велика кількість методичних прийомів і показників. Багато країн визнають важливість розробки міжнародних методів оцінки рівня безпеки дорожнього руху через те, щоб оцінити і порівняти власні успіхи або невдачі у рішенні цієї проблеми з іншими країнами.

В різних країнах оцінка рівня безпеки дорожнього руху використовуються три типи моделей:

1. *Статистичні моделі*, що ґрунтуються на порівнянні фактичних даних про ДТП і показників відносної аварійності.
2. *Моделі практичних дій*, що ґрунтуються на порівнянні ефективності практичних заходів, пов'язаних з удосконаленням взаємодій у складній системі «водій-автомобіль-дорога» (наприклад,

використання ременів безпеки, захисних шоломів тощо).

3. *Моделі стратегічної оцінки*, що ґрунтуються на порівнянні державних програм підвищення безпеки дорожнього руху, систем управління та організаційної роботи з підвищення безпеки дорожнього руху.

Ці моделі оцінки рівня аварійності в різних країнах пройшли наступні чотири покоління удосконалення.

Перше покоління моделей – це статистичні моделі, побудовані на порівнянні стану безпеки руху з використанням показника ризику і фактичних даних про аварійність та рівень автомобілізації. Вони є моделями перехресного аналізу, проведеного в один і той же рік у різних країнах одночасно.

Друге покоління моделей враховують часовий фактор. Ці моделі дозволяють виконувати стандартну оцінку аварійності в часовому ряду. Такі моделі дозволяють здійснювати моніторинг тенденцій зміни рівня безпеки руху в країні і вказують на можливості майбутнього розвитку ситуації.

У третьому поколінні моделей розробники враховували необхідність інтеграції в одній і тій же моделі показників фактичної аварійності (відносна кількість ДТП) з іншими показниками (статистичні дані та дані про ефективність проведених практичних заходів).

Четверте покоління моделей зосереджується на всіх трьох вищевказаних моделях з використанням показників: показника фактичних даних, показника практичних дій і показника стратегічної оцінки ситуації. Одним з підходів є розробка *Показника Підвищення Безпеки Дорожнього Руху*, який об'єднує більшість макропоказників в єдине ціле.

Таким чином, *Модель Сміда* для транспортних ризиків є ідеальною шкалою для порівняння показників у координатах «автомобілізація – транспортні ризики». Дослідження показали, що залежність ризику дорожнього руху від автомобілізації населення Столичного економічного району України за своїм характером близька до встановленої *Смідом*.

Модель Сміда для соціальних ризиків має гірші показники відповідності з емпіричними даними, ніж крива для транспортного ризику. Дослідження показали, що соціальні ризики Столичного економічного району України виявилися вище *кривої моделі Сміда*, але, тим не менш, вони повторюють цю криву, тобто зі збільшенням рівня автомобілізації зростає смертність на душу населення.

Отже, виявлено залежність рівня автомобілізації від кількості загиблих на 100 тис. транспортних засобів (транспортний ризик) і від кількості загиблих на 100 тис. жителів (суспільні ризики).

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МЕРЕЖА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ УКРАЇНИ, ВУЛИЧНО-ДОРОЖНІ МЕРЕЖІ, РІВЕНЬ АВТОМОБІЛІЗАЦІЇ, ЕКОНОМІЧНИЙ РАЙОН УКРАЇНИ, СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ДОРОЖНЬОГО РУХУ, ВУЛИЧНО – ДОРОЖНІ МЕРЕЖІ, ТЕРИТОРІАЛЬНА СИСТЕМА БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В ЕКОНОМІЧНОМУ РАЙОНІ УКРАЇНИ, СОЦІАЛЬНІ РИЗИКИ.

ABSTRACT

Semenchenko O. Considering the level of car ownership and population in the analysis of accidents on highways and street road networks./ Oksana Semenchenko // Science journal: In Part 2. Part 1: Series: "Technical sciences" - Kyiv: NTU, 2014. - Vol. 14.

In the paper were analyzed the accounting level of car ownership and population in the analysis of accidents on highways and street road networks. In Ukraine the road safety - an extremely difficult problem, which is used to assess a large number of teaching methods and indicators. Many countries recognize the importance of developing international methods of assessing the level of road safety that, to assess and compare their success or failure in solving the problems with other countries.

In different countries, evaluation of road safety are used three types of models:

1. Statistical models based on comparative evidence on the accident and the relative accident.
2. Models of practical action, based on a comparison of the effectiveness of practical activities related to improving interactions in a complex system "driver-vehicle-road" (eg, the use of seat belts, helmets, etc.).
3. Models of strategic assessment, based on a comparison of public programs to improve road safety management systems and organizational work to improve road safety.

These models assess the level of accidents in different countries were following four generations of improvement.

The first generation models - a statistical model based on a comparison of the state of safety using risk weight and evidence of accidents and the level of car ownership. They are models of cross analysis

carried out in the same year in different countries simultaneously.

Second generation models take into account the time factor. These models allow a standard assessment of accidents in the time series. These models allow to monitor trends in the level of traffic safety in the country and point to the possibility of future developments.

The third generation model developers take into account the need to integrate in the same model the observed accident (relative number of accidents) with other indicators (statistics and data on the effectiveness of the practical measures).

The fourth generation model focuses on all three models using the above parameters, the observed data, the index of practical action and indicator strategic assessment of the situation. One approach is the development of indicators to improve road safety, which integrates most macroeconomic indicators together.

Thus, the model for transport ŠMID risk is the perfect scale for comparisons in coordinates "motorization - transport risks." Studies have shown that the risk of dependence on traffic motorization of the population of the Metropolitan District Ukraine economic in nature close to the set ŠMID.

Model ŠMID for social risks have worse performance according to empirical data than the curve for the transport risk. Studies have shown that social risks Metropolitan economic region Ukraine were higher curve model ŠMID, but nevertheless, they repeat this curve, that is, with increasing levels of motorization death rate per capita.

So, the level of car dependence found from the number of deaths per 100 thousand. Vehicles (transport risk) and the number of deaths per 100 thousand. People (social risks).

KEYWORDS: UKRAINE ROAD NETWORK, ROAD NETWORK, LEVEL OF MOTORIZATOR, UKRAINE ECONOMIC REGION, CONTROL SYSTEMS ROAD SAFETY, TERRITORIAL SYSTEM ROAD SAFETY IN UKRAINE ECONOMIC REGION, SOCIAL RISKS.

РЕФЕРАТ

Семенченко О.В. Учет уровня автомобилизации и численности населения при анализе аварийности на автомобильных дорогах и улично-дорожных сетях / Оксана Васильевна Семенченко // Вестник Национального транспортного университета. Научный журнал: в 2 ч. Ч. 1: Серия: „Технические науки” – К. : НТУ, 2014. – Вип. 14.

В статье проанализированы учет уровня автомобилизации и численности населения при анализе аварийности на автомобильных дорогах и улично-дорожных сетях. В Украине безопасность дорожного движения - очень сложная проблема, для оценки которой применяется большое количество методических приемов и показателей. Многие страны признают важность разработки международных методов оценки уровня безопасности дорожного движения из-за того, чтобы оценить и сравнить собственные успехи или неудачи в решении этой проблемы с другими странами.

В разных странах оценка уровня безопасности дорожного движения используются три типа моделей:

1. *Статистические модели*, основанные на сравнении фактических данных о ДТП и показателей относительной аварийности.

2. *Модели практических действий*, основанных на сравнении эффективности практических мероприятий, связанных с совершенствованием взаимодействия в сложной системе «водитель-автомобиль-дорога» (например, использование ремней безопасности, защитных шлемов и т.д.).

3. *Модели стратегической оценки*, основанные на сравнении государственных программ повышения безопасности дорожного движения, систем управления и организационной работы по повышению безопасности дорожного движения.

Эти модели оценки уровня аварийности в разных странах прошли следующие четыре поколения усовершенствования.

Первое поколение моделей - это статистические модели, построенные на сравнении состояния безопасности движения с использованием показателя риска и фактических данных об аварийности и уровень автомобилизации. Они являются моделями перекрестного анализа, проведенного в один и тот же год в разных странах одновременно.

Второе поколение моделей учитывают временной фактор. Эти модели позволяют выполнять стандартную оценку аварийности во временном ряду. Такие модели позволяют осуществлять мониторинг тенденций изменения уровня безопасности движения в стране и указывают на возможности будущего развития ситуации.

В третьем поколении моделей разработчики учитывали необходимость интеграции в одной и той же модели показателей фактической аварийности (относительное количество ДТП) с другими

показателями (статистические данные и данные об эффективности проведенных практических мероприятий).

Четвертое поколение моделей сосредотачивается на всех трех вышеуказанных моделях с использованием показателей: показателя фактических данных, показателя практических действий и показателя стратегической оценки ситуации. Одним из подходов является разработка *Показателя Повышение Безопасности Дорожного Движения*, который объединяет большинство макропоказателей в единое целое.

Таким образом, Модель Смида для транспортных рисков является идеальной шкалой для сравнения показателей в координатах «автомобилизация - транспортные риски». Исследования показали, что зависимость риска дорожного движения от автомобилизации населения Столичного экономического района Украины по своему характеру близка к установленной *Смидом*.

Модель Смида для социальных рисков имеет худшие показатели у соответствии с эмпирическими данными, чем кривая для транспортного риска. Исследования показали, что социальные риски Столичного экономического района Украины оказались выше *кривой модели Смида*, но, тем не менее, они повторяют эту кривую, то есть с увеличением уровня автомобилизации растет смертность на душу населения.

Итак, выявлена зависимость уровня автомобилизации от количества погибших на 100 тыс. транспортных средств (транспортный риск) и от количества погибших на 100 тыс. жителей (общественные риски).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: СЕТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ УКРАИНЫ, УЛИЧНО-ДОРОЖНЫЕ СЕТИ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЙОН УКРАИНЫ, СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ, ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЙОНЕ УКРАИНЫ, СОЦИАЛЬНЫЕ РИСКИ.

АВТОР:

Семенченко Оксана Василівна, Національний транспортний університет, аспірантка кафедри «Транспортні системи та безпека дорожнього руху», e-mail: O.Semenchenko@ukr.net, тел. +380442804885, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к.435.

AUTHOR:

Semenchenko Oksana Vasylyivna, National Transport University, graduate student department "Transport systems and road safety", e-mail: O.Semenchenko@ukr.net, tel. +380442804885, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 435.

АВТОР:

Семенченко Оксана Васильевна, Национальный транспортный университет, аспирантка кафедры «Транспортные системы и безопасность дорожного движения», e-mail: O.Semenchenko@ukr.net, тел. +380442804885, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 435.

РЕЦЕЗЕНТИ:

Мироненко В.К., доктор технічних наук, професор, Державний економіко-технологічний університет транспорту, завідуючий кафедрою «Управління процесами перевезень» г. Киев, Україна.

Прокудін Г.С., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідуючий кафедрою «Міжнародні перевезення та митний контроль» г. Киев, Україна.

REVIEWER:

Myronenko V. K., Engineering (Dr.) professor, National Economic and Technological University of transport, head of the department of "Process control traffic" Kyiv, Ukraine.

Prokudin G.S, PhD, Engineering (Dr.) professor, National Transport University, head of department "International transport and customs control" Kiev, Ukraine.