



• © Н.А. Бородіна, канд. техн. наук, с.н.с. (ДУ “Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України”)

МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО РИЗИКУ ТРАВМАТИЗМУ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ

Анотація. Запропоновано модель оцінки індивідуального ризику травматизму на автомобільних дорогах загального користування. При розробці моделі був використаний метод ризик-аналізу. Запропонована модель дозволяє кількісно оцінити індивідуальний ризик травматизму на автомобільній дорозі, зокрема двох його складових: індивідуальний ризик травматизму водіїв та пасажирів транспортних засобів; індивідуальний ризик травматизму місцевого населення, яке проживає в населеному пункті, у межах якого проходить траса дороги. Для практичної реалізації запропонованої моделі розроблено класифікацію індивідуального ризику травматизму на дорозі та базовий план з попередження та контролю ризику, який встановлює вимогу щодо необхідності розробки та впровадження системи управління ризиком.

Ключові слова: автомобільна дорога, індивідуальні ризики, травматизм, ризик-аналіз, класифікація ризиків, управління ризиком.

Аннотация. Предложено модель оценки индивидуального риска травматизма на автомобильных дорогах общего пользования. При разработке модели был использован метод риск-анализа. Предложенная модель позволяет количественно оценить индивидуальный риск травматизма на автомобильной дороге, в том числе двух его составляющих: индивидуальный риск травматизма водителей та пассажиров транспортных средств; индивидуальный риск травматизма местного населения, которое проживает в населенном пункте, в границах которого проходит траса дороги. Для практической реализации предложенной модели разработано классификацию индивидуального риска травматизма на дороге та базовый план по предупреждению и контролю риска, который устанавливает требование по необходимости разработки и внедрения системы управления риском.

Ключевые слова: автомобильная дорога, индивидуальные риски, травматизм, риск-анализ, классификация рисков управление риском.

Annotation. Proposed a model for assessing individual risk of injury on public roads. In developing of the model we used the method of risk analysis. The proposed model allows to quantify the individual risk of accidents on the road, including two of its components: the individual risk of injury of drivers and passengers of vehicles; individual risk of injury of the local population, which lives in the village, through which the roads go. For practical implementation of the proposed model we developed a classification of individual injury risk on the road that is the basic plan for prevention and control of the risk, which establishes a requirement for a need to develop and implement risk management systems.

Keywords: road, individual risk, injury, risk analysis, classification of risks, risk management.

Вступ

Україна серед європейських країн має одні із найвищих показників аварійності, травматизму та смертності на автомобільних дорогах [1, 2], що потребує перегляду та удосконалення існуючих в державі підходів із забезпечення безпеки руху транспортних засобів, зокрема впровадження інформаційних та аналітичних заходів, які направлені на підвищення свідомості громадян щодо їх безпеки руху. Так, впровадження зазначених заходів суттєво знизило показники аварійності у Сербії [3].

Основною відмінністю України від інших Європейських держав, з якими вона порівнюється за показниками аварійності, травматизму та смертності на автомобільних дорогах, є незадовільний технічний стан доріг. Значна кількість автомобільних доріг загального користування (далі – дороги) в Україні потребує реконструкції або капітального ремонту, у більшості доріг міжремонтні строки експлуатації перевищені у декілька разів. Цілий ряд конструктивних заходів із забезпечення безпеки руху (облаштування переходів, будівництво дворівневих розв'язок, розширення проїзної частини тощо) впроваджуються

саме при реконструкції чи капітальному ремонті дороги. Тому в Україні, поряд з інформаційними та аналітичними заходами забезпечення безпеки руху на дорогах, до пріоритетних заходів необхідно віднести реконструкцію та капітальний ремонт доріг.

Існуючий в Україні досвід із визначення місць концентрацій дорожньо-транспортних пригод (далі – ДТП), оцінки факторів аварійності на дорозі та впровадження заходів щодо їх ліквідації, наглядно демонструє спроможність українських фахівців розробляти комплексні заходи із забезпечення безпеки руху [4-7].

Провідні проектні організації України також мають значні напрацювання в напрямку забезпечення безпеки руху на дорогах. При проектуванні доріг відповідно до вимог нормативних документів України проводиться:

- оцінка соціального ризику впливу планованої діяльності (матеріали розділу проектної документації “Оцінка впливів на навколишнє середовище”) [8, 9];
- визначення коефіцієнтів безпеки та аварійності (матеріали розділу проектної документації “Безпека руху”) [10, 11].



Рис. 1. Загальна структура ризик-аналізу

Ці дві категорії показників у проектній документації на будівництво (реконструкцію, капітальний ремонт) доріг розглядаються відокремлено одна від одної, що значно знижує вагомість їх значень, оскільки коефіцієнти безпеки та аварійності, певним чином, відображають соціальний ризик впливу планованої діяльності. Також недоліком при оцінці безпеки руху на дорозі є те, що коефіцієнти безпеки та аварійності, не дають можливість кількісно визначити ступінь небезпеки травматизму на дорозі. Тому показник індивідуального ризику травматизму може розглядатись як інструмент для розроблення системи управління соціальним ризиком впливу автомобільної дороги.

Основна частина

Попередній аналіз методики оцінки соціального ризику впливу планованої діяльності, яка визначена додатком И ДБН А.2.2-1-2003 [9], показав що ця методика не враховує особливості лінійних транспортних об'єктів, і, як наслідок, її використання при розробленні проектної документації на будівництво (реконструкцію, капітальний ремонт) доріг не є ефективним інструментом у розробленні заходів зі сталого розвитку дороги та населених пунктів, в межах яких проходить її траса. Ще одним значним недоліком зазначеної вище методики є те, що залежність, за якою оцінюється соціальний ризик впливу планованої діяльності, поєднує дві несумісні категорії оцінювання, а саме:

- канцерогенний ризик комбінованої дії декількох канцерогенних речовин, забруднюючих атмосферу;
- коефіцієнт, що характеризує кількість робочих місць.

Наведені недоліки не дають можливості оцінити на необхідному рівні індивідуальні ризики травматизму на дорозі та впровадити комплекс заходів для їх мінімізації, тому виникла задача переглянути методологічний підхід в оцінюванні соціального ризику впливу будівництва (реконструкції, капітального ремонту) доріг в основу якого буде покладено модель оцінки індивідуального ризику травматизму. При виконанні поставленої задачі були враховані вимоги європейських норм [12], на які переходить Україна.

Найбільш ефективним методом в оцінці ризиків (технічних, екологічних, соціальних та будь-яких інших) є метод ризик-аналізу [13-17], який складається з трьох взаємопов'язаних складових: оцінка загроз виникнення небезпечних подій; визначення ризику виникнення небезпечних подій; розроблення та впровадження системи управління ризиками (рис. 1).

Для системи “автомобільна дорога ↔ навколишнє середовище” у частині безпеки руху відповідно до загальної структури ризик-аналізу було проведено збирання початкових даних про джерела загрози травматизму на дорозі. Аналіз загроз дозволив визначити ймовірні сценарії реалізації індивідуального ризику травматизму, а саме:

- аварії на автомобільній дорозі, які призводять до травмування водіїв та пасажирів транспортних засобів;
- аварії на автомобільній дорозі, які призводять до травмування місцевого населення.

Таким чином індивідуальний ризик травматизму на дорозі R_{Ino}^T за факторами загроз розподілено на дві складові:

- індивідуальний ризик травматизму водіїв та пасажирів транспортних засобів – R_{Ino}^{TT3} ;
- індивідуальний ризик травматизму місцевого населення, яке проживає в населеному пункті у межах якого проходить траса дороги (далі – ризик травматизму місцевого населення) – R_{Ino}^{TMH} .

$$R_{Ino}^T = R_{Ino}^{TT3} + R_{Ino}^{TMH} \quad (1)$$

Для формалізації оцінки показників індивідуального ризику травматизму був використаний класичний підхід у визначенні ризику – ризик R є залежністю, яка пов'язує ймовірність виникнення загрозливих ситуацій P_i та відповідних їм втрат W_i [16, 17]:

$$R = \sum_i P_i \cdot W_i \quad (2)$$

Втрати W_i оцінюються в грошовому еквіваленті (гривні, євро тощо). При травматизмі водіїв та пасажирів транспортних засобів, а також місцевого населення,



втрати W_i це витрати пов'язані з реабілітацією людини після отримання травми або вартісний еквівалент життя людини (у разі летального випадку). У такій постановці задача була зведена до моделювання ймовірності загроз P_i – абстрактного ризику травмування водіїв та пасажирів транспортних засобів та абстрактного ризику травмування місцевого населення.

Більшість дослідників для типових об'єктів, які розміщуються та експлуатуються приблизно в однакових умовах, при наявності достатньо представленої статистики, оцінюють ризик за класичною формулою частоти події:

$$R(\Delta t) = \frac{n}{N}, \quad (3)$$

де n – кількість аварійних ситуацій в рік;

N – кількість об'єктів, які знаходились в експлуатації в період, що розглядається.

На дорогах загального користування обласні Служби автомобільних доріг України в обов'язковому порядку проводять постійний контроль ДТП, тому вони в достатньому обсязі (для поставленої задачі) володіють статистичною інформацією про кількість аварій та кількість потерпілих. Також на дорогах загального користування визначаються місця концентрацій ДТП.

При оцінці індивідуального ризику травматизму водіїв та пасажирів транспортних засобів:

n – кількість водіїв та пасажирів транспортних засобів, які протягом року (день, місяць тощо) отримали травму (загинули) при аваріях на дорозі (ділянці дороги);

N – загальна кількість водіїв та пасажирів транспортних засобів, які протягом року (день, місяць тощо) проїжджали по дорозі (ділянці дороги).

Свою чергою при оцінці індивідуального ризику травматизму на дорозі місцевого населення:

n – середньостатистична кількість людей з місцевого населення, які протягом року (день, місяць тощо) отримали травму (загинули) при аваріях на ділянці дороги, що оцінюється;

N – загальна кількість населення у населеному пункті у межах якого пролягає дорога на ділянці, що оцінюється.

Після опрацювання залежність (3) прийняла вигляд:

$$R_{Ino}^{TT3Y} = \sum_{k=1}^k \frac{Z_k^{TT3}}{N_k^{TT3} (1+m)} + \frac{Z^{III}}{N^{II} (1+m)}, \quad (4)$$

$$R_{Ino}^{TMHY} = \sum_{j=1}^j \frac{Z_{lj}^{TMH}}{Z_j^{MH} \cdot l}, \quad (5)$$

де R_{Ino}^{TT3Y} – річний узагальнений індивідуальний ризик травматизму водіїв та пасажирів транспортних засобів на дорозі (ділянці дороги);

Z_k^{TT3} – кількість людей, які отримали травми (загинули) при аваріях на дорозі (ділянці дороги) в k -му місці концентрацій ДТП, чоловік;

Z^{III} – кількість людей, які отримали травми (загинули) при аваріях на дорозі (ділянці дороги) за межами місць концентрацій ДТП, чоловік;

N_k^{TT3} – річна інтенсивність руху транспортних засобів на дорозі (ділянці дороги) в k -му місці концентрацій ДТП, авто/рік;

N^{II} – середньостатистична річна інтенсивність руху транспортних засобів на дорозі (ділянці дороги), що оцінюється, авт./рік;

m – середньостатистична кількість пасажирів в транспортних засобах, чоловік;

k – кількість місць концентрацій ДТП на дорозі (ділянці автомобільної дороги), шт.;

R_{Ino}^{TMHY} – узагальнений індивідуальний ризик травматизму на автомобільній дорозі місцевого населення;

Z_{lj}^{TMH} – кількість людей серед місцевого населення, які протягом періоду l отримали травму (загинули) при ДТП на ділянці дороги у j -му населеному пункті;

Z_j^{MH} – загальна кількість населення у населеному j -му пункті, у межах якого проходить траса дороги на ділянці, що оцінюється, чоловік;

l – період за який проводиться оцінка, роки (дні, місяці тощо),

j – кількість населених пунктів за якими проводиться оцінка.

Залежності (4) і (5) дозволяють розрахувати річний узагальнений індивідуальний ризик травматизму, тоді як на практиці використовують показники ризику для певної кількості людей – 10 000, 100 000 або 1 000 000, що дає можливість перейти на єдину систему оцінювання відносно певної доли населення. Остаточо індивідуальний ризик травматизму водіїв і пасажирів транспортних засобів на дорозі та індивідуальний ризик травматизму місцевого населення пропонується визначати за наступними залежностями:

$$R_{Ino}^{TT3} = \frac{R_{Ino}^{TT3Y} \cdot N^{II} (1+m)}{Q}, \quad (6)$$

$$R_{Ino}^{TMH} = \frac{R_{Ino}^{TMHY} \cdot \sum_{j=1}^j Z_j^{MH}}{Q}, \quad (7)$$

де Q – коефіцієнт перерахунку на долю населення.

Виходячи із загальної структури ризик-аналізу наступним кроком після кількісної оцінки ризику є розроблення системи управління ризиками, у тому числі базового плану з попередження та контролю ризику. На цьому етапі дослідження було вирішено дві теоретичні задачі, а саме:

1) Класифікувати індивідуальний ризик травматизму на дорозі.

2) Відповідно до рівня індивідуального ризику травматизму на дорозі визначити базовий план з попередження та контролю ризику.

Класифікація індивідуального ризику травматизму на дорозі (табл. 1) була виконана на основі аналізу та узагальнення існуючих класифікацій ризиків у різних галузях науки та техніки з врахуванням чисельного порядку результатів розрахунку за отриманими залежностями (табл. 2, 3). За базовий план з попередження та контролю ризику пропонується прийняти вимогу щодо



Таблиця 1

Класифікація індивідуального ризику травматизму на дорозі

| Показник ризику | Рівень ризику | Необхідність розроблення та впровадження системи управління ризиком |
|----------------------------|-------------------|---|
| $R \leq 10^{-6}$ | прийнятний | необхідності в розробленні та впровадженні системи управління ризиками не має |
| $10^{-6} < R \leq 10^{-5}$ | умовно прийнятний | система управління ризиком розробляється та впроваджується у випадку підвищенні показника ризику |
| $10^{-5} < R \leq 10^{-4}$ | небезпечний | система управління ризиком розробляється та впроваджується на основі техніко-економічної ефективності охоронних та захисних заходів |
| $R > 10^{-4}$ | неприйнятний | система управління ризиком розробляється та впроваджується на основі найвищого ступеню ефективності охоронних та захисних заходів |

Таблиця 2

Порівняльна характеристика результатів розрахунку індивідуального ризику травматизму водіїв і пасажирів транспортних засобів на автомобільній дорозі для визначення коефіцієнта перерахунку на частку населення

| k | Місце концентрації ДТП | m | Z_k^{TTZ} (Z^{TT}) | N_k^{TZ} (N^T) | $R_{до}^{TTZ}$ | Рівень ризику |
|--|------------------------|-----|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|
| Ділянка 1 | | | | | | |
| 3 | МК ДТП 1 | 4 | 3 | 15000 | 0,00004 | |
| | МК ДТП 2 | 4 | 4 | 14000 | 5,71429E-05 | |
| | МК ДТП 3 | 4 | 2 | 13000 | 3,07692E-05 | |
| | П | 4 | 6 | 14000 | 8,57143E-05 | |
| Σ | | | | 14000 | 0,000213626 | |
| Коефіцієнт перерахунку на долю населення Q | | | | 1000 | 1,49 10 ⁻² | |
| | | | | 10000 | 1,49 10 ⁻³ | |
| | | | | 100000 | 1,49 10 ⁻⁴ | неприйнятний |
| | | | | 1000000 | 1,49 10 ⁻⁵ | |
| Ділянка 2 | | | | | | |
| 3 | МК ДТП 1 | 4 | 0 | 15000 | 0 | |
| | МК ДТП 2 | 4 | 0 | 14000 | 0 | |
| | МК ДТП 3 | 4 | 0 | 13000 | 0 | |
| | П | 4 | 3 | 14000 | 4,28571E-05 | |
| Σ | | | | 14000 | 4,28571E-05 | |
| Коефіцієнт перерахунку на долю населення Q | | | | 1000 | 0,3 10 ⁻² | |
| | | | | 10000 | 0,3 10 ⁻³ | |
| | | | | 100000 | 0,3 10 ⁻⁴ | небезпечний |
| | | | | 1000000 | 0,3 10 ⁻⁵ | |
| Ділянка 3 | | | | | | |
| 3 | МК ДТП 1 | 4 | 3 | 5800 | 0,000103448 | |
| | МК ДТП 2 | 4 | 4 | 6120 | 0,000130719 | |
| | МК ДТП 3 | 4 | 2 | 5980 | 6,68896E-05 | |
| | П | 4 | 6 | 6070 | 0,000197694 | |
| Σ | | | | 6000 | 0,00049875 | |
| Коефіцієнт перерахунку на долю населення Q | | | | 1000 | 1,49 10 ⁻² | |
| | | | | 10000 | 1,49 10 ⁻³ | |
| | | | | 100000 | 1,49 10 ⁻⁴ | неприйнятний |
| | | | | 1000000 | 1,49 10 ⁻⁵ | |
| Ділянка 4 | | | | | | |
| 3 | МК ДТП 1 | 4 | 0 | 5800 | 0 | |
| | МК ДТП 2 | 4 | 0 | 6120 | 0 | |
| | МК ДТП 3 | 4 | 0 | 5980 | 0 | |
| | П | 4 | 1 | 6070 | 3,2 10 ⁻⁵ | |
| Σ | | | | 6000 | 3,2 10 ⁻⁵ | |
| Коефіцієнт перерахунку на долю населення Q | | | | 1000 | 9,8 10 ⁻⁴ | |
| | | | | 10000 | 9,8 10 ⁻⁵ | |
| | | | | 100000 | 9,8 10 ⁻⁶ | умовно прийнятний |
| | | | | 1000000 | 9,8 10 ⁻⁷ | |
| Ділянка 5 | | | | | | |
| 3 | МК ДТП 1 | 4 | 0 | 15000 | 0 | |
| | МК ДТП 2 | 4 | 0 | 14000 | 0 | |
| | МК ДТП 3 | 4 | 0 | 13000 | 0 | |
| | П | 4 | 1 | 14000 | 1,4 10 ⁻⁵ | |
| Σ | | | | 6000 | 1,4 10 ⁻⁵ | |
| Коефіцієнт перерахунку на долю населення Q | | | | 1000 | 4,28 10 ⁻⁴ | |
| | | | | 10000 | 4,28 10 ⁻⁵ | |
| | | | | 100000 | 4,28 10 ⁻⁶ | умовно прийнятний |
| | | | | 1000000 | 4,28 10 ⁻⁷ | |



Порівняльна характеристика результатів розрахунку індивідуального ризику травматизму місцевого населення для визначення коефіцієнта перерахунку на частку населення

| k | Населений пункт | m | Z_k^{III} (Z^{III}) | N_k^{II} (N^{II}) | $R_{люд}^{III}$ | Рівень ризику |
|--|-----------------|-----|------------------------------|----------------------------|--|--------------------------|
| Ділянка 1 | | | | | | |
| 3 | НП 1 | 5 | 3 | 325 | 0,001846154 | |
| | НП 2 | 5 | 4 | 680 | 0,001176471 | |
| | НП 3 | 5 | 2 | 123 | 0,003252033 | |
| Σ | | | | 1128 | 0,006274657 | |
| Коефіцієнт перерахунку на долю населення Q | | | | 1000 | $0,7 \cdot 10^{-2}$ | |
| | | | | 10000 | $0,7 \cdot 10^{-3}$ | |
| | | | | 100000 | $0,7 \cdot 10^{-4}$ | небезпечний |
| | | | | 1000000 | $0,7 \cdot 10^{-5}$ | |
| Ділянка 2 | | | | | | |
| НП 1 | 1 | 5 | 1 | 325 | 0,000615385 | |
| НП 2 | 2 | 5 | 0 | 680 | 0 | |
| НП 3 | 3 | 5 | 0 | 123 | 0 | |
| Σ | | | | 1128 | 0,000615385 | |
| Коефіцієнт перерахунку на долю населення Q | | | | 1000 | $0,69 \cdot 10^{-3}$ | |
| | | | | 10000 | $0,69 \cdot 10^{-4}$ | |
| | | | | 100000 | $0,69 \cdot 10^{-5}$ | умовно прийнятний |
| | | | | 1000000 | $0,69 \cdot 10^{-6}$ | |
| Ділянка 3 | | | | | | |
| НП 1 | 1 | 5 | 3 | 650 | 0,000923077 | |
| НП 2 | 2 | 5 | 4 | 1360 | 0,000588235 | |
| НП 3 | 3 | 5 | 2 | 246 | 0,001626016 | |
| S | | | | 2256 | 0,003137328 | |
| Коефіцієнт перерахунку на долю населення Q | | | | 1000 | $0,7 \cdot 10^{-2}$ | |
| | | | | 10000 | $0,7 \cdot 10^{-3}$ | |
| | | | | 100000 | $0,7 \cdot 10^{-4}$ | небезпечний |
| | | | | 1000000 | $0,7 \cdot 10^{-5}$ | |
| Ділянка 4 | | | | | | |
| НП 1 | 1 | 5 | 1 | 650 | 0,000307692 | |
| НП 2 | 2 | 5 | 0 | 1360 | 0 | |
| НП 3 | 3 | 5 | 0 | 246 | 0 | |
| Σ | | | | 2256 | 0,000307692 | |
| Коефіцієнт перерахунку на долю населення Q | | | | 1000 | $0,69 \cdot 10^{-3}$ | |
| | | | | 10000 | $0,69 \cdot 10^{-4}$ | |
| | | | | 100000 | $0,69 \cdot 10^{-5}$ | умовно прийнятний |
| | | | | 1000000 | $0,69 \cdot 10^{-6}$ | |
| Ділянка 5 | | | | | | |
| НП 1 | 1 | 5 | 6 | 650 | 0,001846154 | |
| НП 2 | 2 | 5 | 8 | 1360 | 0,001176471 | |
| НП 3 | 3 | 5 | 7 | 246 | 0,005691057 | |
| Σ | | | | 2256 | 0,008713681 | |
| Коефіцієнт перерахунку на долю населення Q | | | | 1000 | $1,96 \cdot 10^{-2}$ | |
| | | | | 10000 | $1,96 \cdot 10^{-3}$ | |
| | | | | 100000 | $1,96 \cdot 10^{-4}$ | неприйнятний |
| | | | | 1000000 | $1,96 \cdot 10^{-5}$ | |



необхідності розробки та впровадження системи управління ризиком (табл. 1).

Порівняльна характеристика результатів розрахунку індивідуального ризику травматизму водіїв і пасажирів транспортних засобів дозволила визначити коефіцієнт перерахунку на частку населення $Q = 100\ 000$.

Порівняльна характеристика результатів розрахунку індивідуального ризику травматизму місцевого населення дозволила визначити коефіцієнт перерахунку на частку населення $Q = 100\ 000$.

Модель оцінки індивідуального ризику травматизму на автомобільних дорогах загального користування була частково апробована на міжнародних науково-практичних конференціях [18, 19].

Висновки

1. Запропонована модель оцінки індивідуального ризику травматизму на автомобільних дорогах загального користування, яка базується на методі ризик-аналізу, дає змогу:

- кількісно оцінити індивідуальний ризик травматизму та його складові;
- визначити базовий план з попередження та контролю ризику (рішення щодо необхідності розробки та впровадження системи управління ризиком).

2. Для кількісного оцінювання індивідуального ризику травматизму можна використовувати статистичні методи аналізу базуючись на класичному підході оцінювання ризиків.

3. Вхідні параметри запропонованих залежностей індивідуального ризику травматизму на дорозі є доступними, оскільки дані про інтенсивність руху транспортних засобів, кількість ДТП, кількість потерпілих та місць концентрацій ДТП накопичуються та зберігаються в обласних Службах автомобільних доріг України.

4. Запропонована класифікація індивідуального ризику травматизму на дорозі може бути рекомендована для подальшого впровадження в нормативних документах.

5. Модель оцінки індивідуального ризику травматизму на автомобільних дорогах загального користування потребує додаткової апробації у дорожніх проектних і наукових установах та організаціях, після чого може бути покладена в основу методики оцінки індивідуального ризику травматизму на автомобільних дорогах загального користування.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Розпорядження** Кабінету Міністрів України від 25.05.2011 р. № 480-р “Про схвалення Стратегії підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2015 року”.

2. **Звіт** про результати моніторингу виконання Стратегії з підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2015 року. Харків: Громадська організація “Товариство учасників руху”, 2015 р. – С. 55.

3. **Boris Antić, Milan Vujančić, Krsto Lipovac, Dalibor Pešić:** Estimation of the traffic accidents costs in Serbia by using dominant costs model, *Transport*, 26:4, 433-440 / <http://www.tandfonline.com/loi/tran20#.Vjc4QrfhVkg> (Борис Антик, Милан Вуянич, Крсто Липовац, Далибор Песич (2011): Оценка стоимости аварий на транспорте в Сербии

с использованием модели доминантных стоимостей, *Транспорт*, 26:4, 433-440)

4. **Бондар Т.В.** Аналіз причин виникнення аварійності – шлях до обґрунтованого планування заходів з підвищення безпеки руху // *Автошляховик України*. – 2010. – № 4. – С. 45-46.

5. **Бондар Т.В., Поліщук В.П., Шаповалов А.Л.** Аудит дорожньої безпеки та переваги його застосування // *Дорожня галузь України*. – 2013. – № 1. – С. 33-35.

6. **Дудніков О.М.** Формалізація умов ДТП у вигляді побіжного зіткнення призміні смуги руху з правої на ліву у багаторядних щільних транспортних потоках // *Автошляховик України*. – 2013. – № 3 (233). – С. 6-10.

7. **Каплуновська А.М., Трушевській В.Е., Науменко В.В.** Підвищення безпеки руху на пішохідних переходах // *Автошляховик України*. – 2015. – № 1-2 (243-244). – С. 39-41.

8. **ДБН А.2.2-1-2003** Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд.

9. **ДБН А.2.2-1-2003** Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Зміна 1.

10. **ДБН В.2.3-4:2007** Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво.

11. **ГБН В.2.3-218-551:2011** Автомобільні дороги загального користування. Капітальний ремонт. Вимоги проектування.

13. **29.11.2008 EN Official Journal of the European Union L 319/59. Directives. Directive 2008/96/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 “On road infrastructure safety management”** (29.11.2008 EN Офіційний бюлетень Європейського Союзу L 319/59. Директиви. Директива 2008/96/EC Європейського Парламенту та Ради від 19 листопада 2008 р. “Про управління безпекою дорожньої інфраструктури”)

13. **Качинський А.Б.** Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення – К.: НІСД, 2001. – 312 с.

14. **Данилишин Б.М.** Природно-техногенні катастрофи: проблеми економічного аналізу та управління. – К.: ЗАТ “НІЧЛАВА”, 2001. – 260 с.

15. **Тихомиров Н.П., Потравный И.М., Тихомирова Т.М.** Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками. – М.: ЮНИТИ, 2003. – 350 с.

16. **Лисиченко Г.В., Забулонов Ю.Л., Хміль Г.А.** Природний, техногенний та екологічний ризику: аналіз, оцінка, управління. – К.: НВП “Видавництво “Наукова думка” НАН України, 2008. – 543 с.

17. **Екогеологія України:** навчальний посібник / В.М. Шестопалов, М.М. Коржнев, С.А. Вижива та ін. – К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київській університет”. – 2011. – 671 с.

18. **Бородіна Н.А.** Оцінка соціального ризику впливу будівництва (реконструкції, капітального ремонту) автомобільних доріг загального користування // *Наукові праці міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 85-річчю заснування ХНАДУ, 85-річчю заснування автомобільного факультету та з нагоди Дня автомобіліста і дорожника “Новітні технології в автомобілебудівництві та транспорті”* (м. Харків, 15-16 жовтня 2015 р.). Харків: ТОВ “Видавництво “Форт”, 2015 р. – С. 123-124.

19. **Бородіна Н.А.** Оцінка індивідуального ризику травматизму водіїв та пасажирів транспортних засобів // *Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції “Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи”* (м. Львів, 4 – 6 листопада 2015 р.) Львів: ЛДУ БЖД, 2015. – С. 258-260.