

В.О. Вдовиченко

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

**ЯКІСНА ОЦІНКА БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТНОГО СЕРВІСУ НА МІСЬКОМУ
ГРОМАДСЬКОМУ ПАСАЖИРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ**

Аналізується можливість використання для оцінки рівня безпеки перевезень міським громадським пасажирським транспортом показників ризику аварійності. Запропоновані принципи оцінки рівня безпеки перевезень міським громадським пасажирським транспортом на основі виділення факторів ризику виникнення аварійних подій та їх обліку в межах обраного об'єкту дослідження.

Ключові слова: безпека перевезень, міський громадський пасажирський транспорт, фактор ризику, аварійна подія.

В.А. Вдовиченко

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

**КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО СЕРВИСА
НА ГОРОДСКОМ ОБЩЕСТВЕННОМ ПАССАЖИРСКОМ ТРАНСПОРТЕ**

Анализируется возможность использования для оценки уровня безопасности перевозок пассажиров городским общественным пассажирским транспортом показателей риска аварийности. Предложены принципы оценки уровня безопасности перевозок городским общественным пассажирским транспортом на основе выделенных факторов риска возникновения аварийного события и их учета в рамках выбранного объекта исследования.

Ключевые слова: безопасность перевозок, городской общественный пассажирский транспорт, фактор риска, аварийное событие.

V. Vdovychenko.

Kharkiv National Automobile and Highway University

**QUALITATIVE ASSESSMENT OF THE SAFETY OF TRANSPORT SERVICE
IN URBAN PUBLIC PASSENGER TRANSPORT**

Possibility to use assess safety traffic urban public passenger transport accident risk indicators. The proposed principles governing assessment of transport safety urban public passenger transport on the basis of allocation risk factors avriynyh events and incorporating them within selected object of research.

Keywords: traffic safety, urban public passenger transport, the risk factor, the alarm event.

Вступ. Перевезення міським громадським пасажирським транспортом (МГПТ) є складовим елементом формування соціально сприятливих умов проживання населення і в значній мірі впливають на рівень якості життя населення. Забезпечення якості життя міського населення відноситься до першочергової задачі міської влади і є основним критерієм оцінки ефективності його роботи. До індексу якості життя (*quality-of-life index*) який використовується при її оцінці входить складова яка враховує рівень безпеки життя і його тривалість. Дорожньо-транспортні пригоди є однією з основних причин загибелі і травмування людей [1, 2]. Кожні шість секунд аварії на дорогах планети забирають одне життя, чи призводять до одержання інвалідності. Смертність від ДТП займає третє місце у загальному переліку причин. ДТП завдають значної економічної шкоди людству. Щорічні збитки від аварій на транспорті перевищують 100 мільярдів доларів США. Статистика дорожньо-транспортних пригод показує, що у 2015 році в Україні відбулося 134 тис. пригод в яких загинуло майже 4 тис. осіб та травмовано 31,5 тис. осіб. З участю ліцензованого пасажирського транспорту протягом 2015 року відбулося 3,5 тис. дорожньо-транспортних пригод в яких загинуло 169 осіб та 1561 особа отримала травми. Боротьба за безпеку на дорогах є глобальною метою людства і стоїть особливо гостро для умов міських середовищ. Висока концентрація населення, значні обсяги транспортних пересувань, високий рівень завантаження рухом вулиць, поряд з умовами людського фактору стають вагомими чинниками зростання аварійності руху на МГПТ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню проблеми забезпечення безпеки дорожнього руху присвячена значна кількість робіт які набули свого застосування при дослідженні безпеки міських пасажирських перевезень. Серед заходів, що сприяють зниженню аварійності міських пасажирських перевезень можна виділити підходи які реалізуються в напрямках удосконалення систем управління дорожнім рухом, підвищення ефективності елементів

активної і пасивної безпеки транспортних засобів, формуванні програм конкурсного відбору перевізників та реалізації профілактичної роботи. Впровадження представлених напрямів має свої корисні результати, але проблема забезпечення безпеки пасажирських перевезень потребує використання комплексного підходу який базується на принципах: оцінка – комплекс дій – результат. Цей принцип полягає у необхідності проведення оцінки умов можливості забезпечення безпеки пасажирських перевезень і визначенні напрямку дій які можуть сприяти покращенню результатів. Складність таких досліджень обумовлюється значною кількістю факторів ризику виникнення дорожньо-транспортних пригод серед яких досить вагомим є оцінка потенційних умов досягнення абсолютної безпеки міських пасажирських перевезень.

Показник безпеки перевезень є складовим елементом оцінки якості транспортного сервісу МГПТ та в значній мірі визначає його якісний рівень. Реалізація спроб представити якісну оцінку безпеки міських пасажирських перевезень з різних сторін цього процесу представлені у сучасних роботах [3-5]. У роботі [3] авторами пропонується розглядати показник забезпечення безпеки перевезення пасажирів як функціонал який залежить від рівня захищеності пасажирів від умов виникнення ДТП, актів незаконного втручання та рівня захищеності пасажирів від забруднення довкілля. Методика оцінки передбачає проведення ретроспективного аналізу факторів забезпечення безпеки пасажирських перевезень. Запропонований підхід представлений узагальнено, базується на визначенні опосереднених даних та має свою перспективність для оцінки рівня безпеки для фактично наданого обсягу транспортного сервісу і спрямований на визначення внутрішньопаркових резервів забезпечення безпеки пасажирських перевезень.

У роботі [4] авторами запропоновано оцінювати безпеку пасажирських перевезень на основі моделі Servqual яка виконується за допомогою бальної оцінки груп нормативних параметрів транспортного процесу. Представлений підхід підтверджує важливість питань забезпечення відповідного рівня безпеки перевезень на пасажирському транспорті та відображає високу роль її значущості для створення високої споживчої цінності транспортної послуги і забезпечення конкурентних переваг транспортних підприємств.

Питання оцінки безпеки руху на маршрутах міського пасажирського транспорту у роботі [5] представлені через ергономічні напрямки її підвищення. Авторами запропоновані моделі які описують закономірності зміни стану водіїв автобусів на протязі робочого дня та дозволяють визначити умови які впливають на показник активності регуляторних систем водія. До основних факторів впливу на показник активності регуляторних систем водія відносяться: довжина маршруту, довжина автобусу, час роботи водія, співвідношення вартості автобусів до їх місткості, співвідношення віку водія до його стажу. На основі розробленої моделі зміни показника активності регуляторних систем можна провести аналіз зміни показника активності регуляторних систем водія протягом робочого дня при різних умовах роботи.

Постановка проблеми. На основі аналізу досліджень і публікацій можна зробити висновок про багатогранність підходів до оцінки безпеки перевезень пасажирів на міському громадському пасажирському транспорті. Однак при всьому різноманітті підходів слід відмітити необхідність дослідження проблеми оцінки безпеки пасажирських перевезень як споживчої якісної характеристики транспортного сервісу, що базується на оцінці експлуатаційних умов роботи МГПТ та ризиків виникнення аварійних ситуацій на його об'єктах.

У зв'язку з цим **метою роботи** є формування принципів оцінки рівня безпеки пасажирських перевезень МГПТ на основі виділення факторів ризику виникнення аварійних подій та їх обліку в межах обраного об'єкту дослідження.

Результати досліджень. Формування принципів оцінки безпеки транспортного сервісу базується на виділенні і систематизації умов і факторів ризику настання аварійних подій. При формуванні цих принципів необхідно визначити основні параметри безпеки пасажирських перевезень. Вид показників залежить від характеру роботи системи, її структурних властивостей, типу небезпечних подій які в значній мірі характеризують можливість відновлення робочого стану МГПТ, визначають нанесені збитки та впливають на якісну характеристику транспортного сервісу. Для оцінки цих показників можливо використання кількісних та якісних показників безпеки пасажирських перевезень. Кількісні показники характеризують безпеку безпосередньо за допомогою деяких числових величин які можуть приймати детермінований або імовірнісний вид. Серед причин, що обмежують використання детермінованих показників оцінки безпеки слід виділити те, що ці показники не відображають імовірнісну природу процесів експлуатації та обслуговування МГПТ, мають зазвичай обмежену сферу застосування, носять окремий особистий характер та не можуть бути визначені аналітичними методами. Загальний характер проблеми

використання кількісних показників оцінки безпеки пасажирських перевезень на МГПТ пояснюється багатофакторною природою впливу факторів на умови безпеки руху, складністю їх обліку та розрахунку, ретроспективним характером їх отримання та неможливістю їх застосування для аналізу перспективного стану перевезень. Альтернативою кількісної оцінки безпеки пасажирських перевезень є якісні показники які дають можливість проведення непрямой оцінки безпеки за рахунок виділення імовірнісних показників та дозволяють за допомогою аналітичних досліджень визначити можливі умови забезпечення відповідного рівня безпеки пасажирських перевезень на МГПТ.

Імовірність виникнення небезпечної ситуації під час пасажирських перевезень залежить від факторів ризику які визначаються умовами реалізації транспортного процесу, станом дорожньої мережі, технічним станом транспортних засобів, людськими факторами та ін. Відповідно до існуючих підходів можна виділити групи факторів ризику безпеки пасажирських перевезень МГПТ на суб'єктивні і об'єктивні види.

До складу суб'єктивних факторів відноситься:

– фактори стану водія МГПТ, які визначаються якостями водія (особисті, психофізіологічні якості, працеспроможність, підготовленість, мотивація, вік, досвід роботи, інформованість, небезпечний стан);

– фактори стану водіїв транспортних засобів та пішоходів (економічні, демографічні, соціальні, особисті, психофізіологічні якості, вік, досвід, інформованість, небезпечний стан);

До складу об'єктивних факторів відноситься:

– фактори транспортних засобів (конструктивні і динамічні параметри, розмір, маса, технічний стан);

– фактори транспортної інфраструктури (тип дороги, кількість смуг, геометричні параметри, рівень перетинань, обладнання перехресть, дорожня розмітка, рівень транспортної конфліктності об'єктів пасажирської інфраструктури);

– фактори формування умов руху (допустима і фактична швидкість руху, інтенсивність і склад транспортних потоків, рівень транспортної конфліктності на елементах транспортної інфраструктури, рівень завантаження рухом);

– фактори зовнішньої середовища (погодні умови, час доби, стан доріг, наявність штучних перешкод, наявність освітлення).

При проведенні якісної оцінки безпеки пасажирських перевезень необхідно визначити характер впливу визначених факторів на ризик виникнення аварійних ситуацій. Показник якісної оцінки рівня безпеки перевезень може бути визначений на основі оцінки ризику виникнення ситуації яка сприяє настанню негативних (аварійних) подій. Показники ризику починають все ширше використовуватися в області безпеки дорожнього руху. Особливо це стає актуальним у ході аудиту безпеки існуючих автомобільних доріг, коли необхідно провести експрес-аналіз безпеки ділянок доріг або дати оцінку безпеки руху на конкретних автомобільних дорогах. Схема реалізації принципу якісної оцінки безпеки пасажирських перевезень на МГПТ представлена на рис. 1.

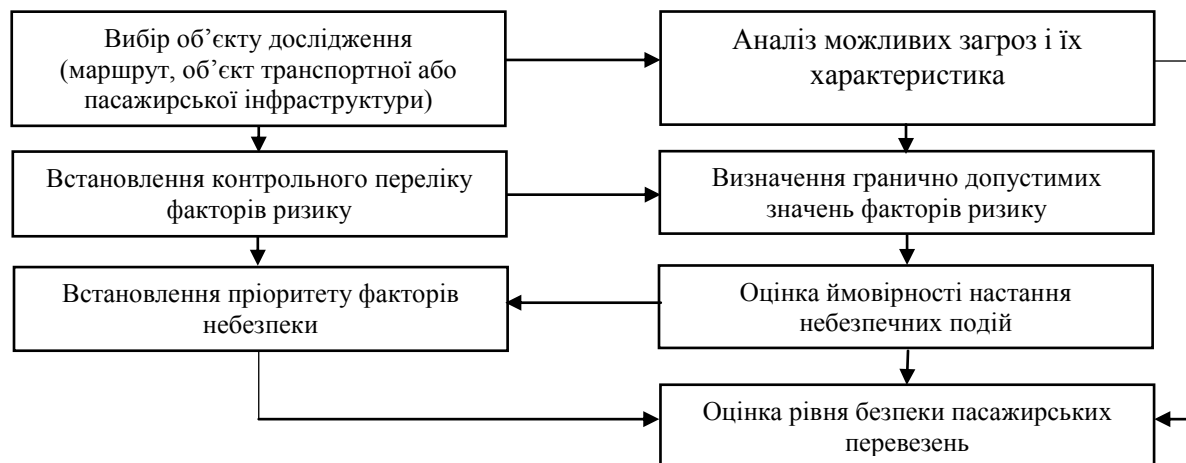


Рис. 1. Схема якісної оцінки безпеки пасажирських перевезень на МГПТ

На основі аналізу можливих загроз і їх характеристики, відповідно обраного об'єкту дослідження формується матриця факторів ризику аварійних ситуацій, яка у подальшому трансформується у матрицю ризиків. Складовим елементом матриці ризиків є функціонал який визначає рівень небезпечності перевезень і може бути визначений на основі обліку настання можливих аварійних подій. Складним питанням при дослідженні безпеки пасажирських перевезень є визначення допустимого його рівня. Впровадження нормативних значень цього показника не має сенсу тому, що основна задача організації пасажирського транспортного сервісу полягає у забезпеченні абсолютного рівня його безпеки. Такий стан можливий лише за умов повної адаптації факторів ризику до умов забезпечення безпеки. Ймовірність настання аварійних подій має складну природу і може бути визначена на основі обліку множини її розподілу. Передбачимо, що розподіл виникнення аварійних подій має випадковий характер який визначається складовою шуму її розподілу. Однак є інформація про межі розподілу цієї імовірності відносно нижньої та верхньої межі настання подій які можуть бути описані у вигляді функції розподілу випадкових величин. Межі розподілу функції формуються на основі оцінки пріоритету факторів безпеки пасажирських перевезень і визначають групу факторів які мають вагомий вплив на рівень безпеки. Процедура вибору факторів впливу проводиться на основі аналізу умов функціонування досліджуваного об'єкту. Визначення гранично допустимих значень факторів ризику проводиться шляхом визначення рівня корисності обраних показників. Функція ризику настання аварійної ситуації для окремого фактору впливу визначається на основі оцінки можливого його впливу з урахуванням умов забезпечення абсолютного рівня безпеки:

$$S(u_i) = S_i - f(w_i) \quad (1)$$

де S_i - рівень значення i -го фактору який забезпечує абсолютний рівень безпеки перевезень пасажирів на об'єкті дослідження;

$f(w_i)$ - функція ризику i -го фактору впливу на безпеку перевезень пасажирів.

Визначення значень абсолютного рівня безпеки визначається шляхом вибору найкращої функції $f(w_{0i})$ з параметричної множини $f(w_i)$ на множині параметрів $W = \{w_i\}, (i = \overline{1, n})$.

Функція розподілу величини виникнення аварійної події i -го фактору впливу на безпеку перевезень пасажирів $P(u_i)$ визначається з множини $P = \{p_i\}, (i = \overline{1, g})$ яка визначає відповідні функції щільності настання аварійних подій.

Враховуючи неможливість визначення чіткого значення виникнення аварійної події для відповідного об'єкту дослідження пропонується оцінку рівня безпеки пасажирських перевезень проводити виходячи з мінімаксної (песимістичної) моделі. Використання такого виду моделі є досить обґрунтованим в умовах невизначеності, коли процес обліку функцій розподілу має складний ймовірнісний характер. Основна ідея використання такого методу при оцінці безпеки пасажирських перевезень ґрунтується на гіпотезі про необхідність обліку в якості критерію дисперсії розподілення ймовірності виникнення аварійної ситуації. Для об'єкту дослідження показник безпеки пасажирських перевезень може бути представлений як сумарна мінімаксна функція що відображає рівень ризику та вірогідність настання аварійної події:

$$SL = \sum_{i=1}^m \min_{w_i \in W} \max_{p(u_i) \in P} \int S(u_i) P(u_i) du_i \quad (2)$$

де m - кількість факторів впливу на безпеку перевезень.

Кількість факторів впливу на безпеку перевезень визначається за умов їх відповідності встановленому контрольному переліку факторів ризику які обираються з області допустимих значень:

$$w_i^m = \min \left\{ w_i \in y \mid y_j \rightarrow y_j^k, j = \overline{1, h} \right\}, \quad (3)$$

де u_j - область контрольного переліку факторів ризику;

u_j^k - допустимі значення факторів області контрольного переліку.

Область контрольного переліку факторів ризику визначається на основі аналізу умов руху транспортних засобів в залежності від структури об'єкту дослідження і матриці впливу факторів аварійності на умови функціонування об'єкту дослідження.

Висновки. Запропонований у роботі підхід до якісної оцінки рівня безпеки перевезень на МГПТ використовує комбінацію методів оцінки ризиків на основі мінімаксної (песимістичної) моделі та методів теорії імовірності має універсальний характер який дозволяє проводити процедуру її визначення для різних його структурних елементів.

Сформовані на основі запропонованих моделей принципи оцінки рівня безпеки перевезень на МГПТ дозволяють в умовах складності та невизначеності рівня впливу факторів безпеки формалізувати процедуру її визначення і надає можливість подальшого уточнення її шляхом отримання статистичної інформації для відповідних об'єктів дослідження.

Напрямом подальших досліджень є аналіз структури області контрольного переліку факторів ризику аварійних подій, визначення характеру залежності функції розподілу величини виникнення аварійної події та інтеграція запропонованої функції якісної оцінки безпеки перевезень до системного критерію ефективності функціонування міської пасажирської транспортної системи.

Література

1. Peden, M. Injury: a leading cause of the global burden of disease. [Text] / M. Peden, K. McGee, E. Krug // Geneva: World Health Organization, 2002. – p. 112-126.
 2. Nantulya, V.M. Equity dimensions of road traffic injuries in low-and middle income countries. [Text] / V.M. Nantulya, M.R. Reich // Injury Control and Saefety Promotion. – 2003. – vol. 10. - p. 13-20.
 3. Більченко, В.В. Визначення рівня безпеки перевезення пасажирів міським транспортом [Текст] / В.В. Більченко, С.В. Цимбал, Б.В. Соломнюк // Сборник научных трудов SWorld. – Одесса: КУПРИЕНКО. – 2013 – Выпуск 2. Том 1. – с. 50-55.
 4. Мельник, Т.С. Показники безпеки пасажирського транспорту в системі Servqual та комплексній оцінці конкурентоспроможності [Текст] / Т.С. Мельник, О.В. Христофор // Транспортные системы и технологи перевозок – 2011. - №2. – с. 69-73.
- Давідіч, Ю.О. Ергономічні напрямки підвищення безпеки руху на маршрутах міського пасажирського транспорту [Текст] / Ю.О. Давідіч, Л.А. Назаренко, Д.П. Понкратов, Є.І. Куш // Коммунальное хозяйство городов. – 2013. - №107. – с. 439-444.

Стаття надійшла до редакції 21.04.2016