

## КОНЦЕПЦІЯ ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ РУХУ

Мельниченко О.І., кандидат технічних наук  
Кішка С.П.

Специфіка будь-якої транспортної системи, зокрема системи ДУ-ТП-С, полягає в тому, що в процесі її функціонування народне господарство несе певні витрати  $F_S(\psi)$ , величина яких залежить від стану системи. Ці витрати складаються з витрат власне на виконання транспортної роботи  $F_S(\psi)$  та витрат, необхідних для підтримки дорожніх умов в заданому стані  $F_S(\psi)$ . Негативним результатом функціонування системи ДУ-ТП-С є порушення нормальної взаємодії підсистеми з плином часу, що призводить до виникнення аварій на дорозі. В результаті народне господарство несе додаткові збитки від дорожньо-транспортних пригод  $F_S(\psi)$ .

Виходячи з цього, загальні витрати на функціонування системи ДУ-ТП-С можна подати у вигляді

$$F_S(\psi) = F_S(\psi_1) + F_S(\psi_2) + F_S(\psi_3) \quad (1)$$

Складові частини виразу (1) пов'язані між собою. Так, у разі збільшення витрат на вдосконалення дорожніх умов  $F_S(\psi_1)$  зменшуються витрати на виконання транспортної роботи  $m$  та витрати від ДТП  $F_S(\psi_3)$ .

$$F_S(\psi_1) + F_S(\psi_3) \rightarrow \left| \begin{array}{l} \min F_S(\psi_2) \rightarrow \max \\ \max F_S(\psi_2) \rightarrow \min \end{array} \right| \quad (2)$$

Внаслідок того, що система ДУ-ТП-С є стохастичною і взаємодія підсистем обумовлюється множиною незалежних факторів з випадковими функціями розподілу, ДТП є випадковими подіями. Вони мають імовірнісну природу і їх не можливо передбачити заздалегідь. Разом з тим різний ступінь взаємодії підсистем впливає безпосередньо на розподіл кількості ДТП вздовж дороги. Якщо б усі підсистеми однаковою мірою визначали безпеку дорожнього руху, то ДТП за деякий відносно тривалий період часу, повинні були б розподілитись вздовж дороги рівномірно (випадково). Однак практика свідчить про нерівномірний характер розподілу пригод вздовж дороги, що, з одного боку, підтверджує різний ступінь взаємодії підсистем, а з другого – вказує на домінуючий вплив однієї із підсистем у процесі функціонування системи ДУ-ТП-С.

Оскільки характеристики транспортного потоку і навколишнього середовища є відносно постійними протягом деякого періоду часу для досить значної протяжності дороги, то характер розподілу кількості ДТП вздовж дороги формується, насамперед, під впливом дорожніх умов. Тут вирішальну роль грає те, що дорожні умови вздовж дороги є змінними характеристиками, але для кожної конкретної ділянки дороги вони практично сталі протягом деякого досить значного періоду часу.

Сталість дорожніх умов на певних ділянках дороги має явно виражений позитивний чи негативний вплив на характер руху. Саме дорожні умови формують фактичний по кілометровий розподіл кількості ДТП, який не є рівномірним і свідчить про наявність ділянок зосередження або концентрації ДТП.

Доведений факт домінуючого впливу дорожніх умов на виникнення ділянок зосередження або концентрації ДТП дозволяє зробити висновок про можливість підвищення безпеки руху на таких ділянках дороги шляхом цілеспрямованого удосконалення дорожніх умов. Ніякі інші заходи суттєвого результату не дадуть. На таких ділянках дороги управління безпекою руху найбільш ефективне.

Можна виділити два якісні стани аварійності на автомобільних дорогах ділянки концентрації ДТП і випадково розподілені ДТП. Аналіз фактичного по кілометрового розподілу ДТП вздовж доріг показує, що ділянки, на яких аварійність вища, ніж на інших ділянках і на дорозі в цілому. Але ж не можна ідентифікувати як ділянки концентрації ДТП. Це зумовлює необхідність виділити третій стан аварійності – ділянки підвищеного рівня аварійності [1].

Під безпекою дорожнього руху прийнято розуміти якість дорожнього руху, що визначається рівнем його аварійності [2]. Рівень аварійності може визначатись мелькома показниками: кількістю ДТП, кількістю загиблих або травмованих на одиницю довжини дороги.

Рівень безпеки руху є величиною, оберненою до рівня аварійності. Можна зробити висновок, що високому рівню безпеки руху відповідає відсутність ділянок зосередження аварійності, ділянок концентрації ДТП і відсутність ДТП, що сталися з причини незадовільних дорожніх умов. Найнижчий рівень безпеки дорожнього руху відповідає дорогам, на яких є ділянки концентрації ДТП і є ДТП, як відбуваються через незадовільні дорожні умови.

Заданого рівня безпеки руху, якому відповідає постійний стан системи ДУ-ТП-С, можна досягти тільки у разі вкладання необхідних ресурсів в покращення дорожніх умов. Якщо вважати заздалегідь відомим заданий рівень безпеки руху на певній дорозі (ділянці), то необхідно в першу чергу визначити перелік заходів і обсяги робіт щодо приведення параметрів і транспортноексплуатаційних характеристик цієї дороги у відповідність з вимогами руху на даний момент часу на перспективу.

На виконання цих робіт необхідні певні капітальні витрати  $K(\Delta D)$ . Щорічні витрати на утримання дороги позначено  $R_t(\Delta D_t)$ . Втрати народного господарства від ДТП, які відповідають заданому рівню безпеки руху, позначимо  $G$ .

При виборі оптимальної програми капітальних вкладень на підвищення безпеки руху потрібно врахувати всі витрати, які необхідні для нормального функціонування системи ДУ-ТП-С. Відповідний приріст витрат на удосконалення дорожніх умов за фіксованого стану середовища визначається виразом:

$$\Delta F = \partial F / \partial D \cdot \Delta D + \partial F / \partial D_t \cdot \Delta D_t \quad (3)$$

Тоді цільову функцію з урахуванням (1) можна подати у вигляді:

$$F_s(\psi) = \sum_t \{ [ \text{ТПП} ] \text{С} ] ( dF/dD \cdot \Delta D + dF/dD_t \cdot \Delta D_t ) \cdot f_t(TП, C) \cdot d(TП) \cdot d(C) ] + \\ + R_t(D_t) \} \cdot e^{-ht} + K(\Delta D_t) + G_t \rightarrow \min, \quad (4)$$

де

$\partial F / \partial D \cdot \Delta D$  – приріст витрат на удосконалення параметрів дороги і її транспортно-експлуатаційних показників;

$\partial F/\partial D_t \cdot \Delta D_t$  – приріст витрат на удосконалення експлуатаційного обслуговування;  
 $h = \ln(1 + En)$  – нормативний коефіцієнт приведення різночасових витрат до одного моменту часу;  
 $t$  – термін порівняння варіантів;  
 $ТП$  – параметри транспортного потоку;  
 $C$  – параметри навколишнього середовища;  
 $R_t(\Delta D_t)$  – щорічні витрати на утримання дороги;  
 $K(\Delta D_t)$  – капітальні вкладення на удосконалення транспортно-експлуатаційних характеристик дороги;  
 $G_t$  – народногосподарські витрати від ДТП.

Як правило функціонал (4) повністю реалізувати не вдається внаслідок обмеженості ресурсів. Умови обмеження ресурсів можна записати у вигляді:

$$K \quad \left\{ \begin{array}{l} K(\Delta D) \leq k; \\ R(\Delta D_t) \leq r_t, \end{array} \right. \quad (5)$$

де  $k$  – фактичні ресурси, що можуть бути виділені цільовим призначенням на доведення параметрів дороги до вимог руху;

$r_t$  – фактичні ресурси, що можуть бути виділені цільовим призначенням на утримання дороги.

Тоді функціонал (4) з урахуванням обмежень (5) матиме вигляд :

$$F_s(\psi) = \sum_t \{ [ТП] C \} (\partial F/\partial D \cdot \Delta D + \partial F/\partial D_t \cdot \Delta D_t) \cdot f_t(ТП, C) \cdot d(ТП) \cdot d(C) \} + \\ + r_t \cdot e^{-ht} + k + G_t \rightarrow \min \quad (6)$$

В умовах обмеження ресурсів всі заплановані заходи з удосконалення дорожніх умов для підвищення безпеки руху виконати неможливо. З тим, в межах виділених ресурсів потрібно призначити найбільш ефективні заходи щодо підвищення безпеки руху і визначити рівень безпеки руху, що буде досягнуто в цих умовах.

Розв'язання задачі (4) в принципі, дає можливість оптимізувати параметри як дорожніх умов, так і транспортних потоків з урахуванням збурюючого впливу навколишнього середовища за прийнятим критерієм кінцевої мети – зниження витрат народного господарства на транспортний процес.

При розгляді питання визначення техніко-економічної ефективності заходів щодо удосконалення комплексу ДУ-ТП-С та взаємодії його підсистем в літературі є твердження [3] існує твердження, що розв'язання проблем ефективного управління розвитком дорожньої мережі, удосконаленням технічного стану доріг дорожнім рухом з урахуванням клімату і погоди, дозволяє з одного боку, без зміни суми капітальних витрат і поточних вкладень отримати найбільш економічний ефект за рахунок обґрунтованого планування і розподілу матеріально технічних ресурсів на дані цілі, з іншого боку, з'являється можливість обґрунтованіше визначити необхідні ресурси на розвиток і удосконалення дорожньої мережі

регіонів, враховуючи можливі витрати від недосконалості автомобільно-дорожньої системи в несприятливі періоди року і за складних погодних умов.

Все це повною мірою можна віднести до визначення технічної, соціальної, екологічної та економічної ефективності заходів з управління безпекою руху.

Алгоритм оптимізації системи управління безпекою руху можна зобразити в такому вигляді:

1. Визначають, якими параметрами слід характеризувати аварійність, дорожні умови, транспортний потік і навколишнє середовище, можливі межі їх зміни і ступінь деталізації їх розчленування.
2. Оцінюють числові значення параметрів аварійності, дорожніх умов, транспортного потоку і навколишнього середовища.
3. Намічають конкуруючі між собою варіанти заходів щодо вдосконалення дорожніх умов з метою підвищення безпеки руху.
4. Визначають необхідні ресурси (наприклад вартості  $R(AD_i)$  і  $K(AD)$ ) для кожного варіанта з нульовим включно.
5. Для кожного варіанта підраховують приріст  $\Delta F$  витрат на удосконалення дорожніх умов, враховуючи втрати від зниження швидкості руху та від збільшення аварійності в результаті погіршення умов руху зокрема дорожніх умов.
6. Вибирають строк порівняння, коефіцієнт приведення і визначають значення цільової функції  $F_S(\psi)$  для кожного варіанта.
7. Вибирають оптимальний варіант за умов мінімізації витрат у транспортному процесі.

Отже, в умовах обмеження ресурсів не завжди можна досягти мінімуму цільової функції.

За даних обставин для підвищення рівня безпеки руху необхідно ставити питання про додаткове виділення ресурсів за рахунок інших галузей народного господарства або вишукувати інші джерела фінансування, наприклад, здавання доріг в концесію, внутрішні і зовнішні кредити, державна позика, добровільні внески організацій і громадян та інше.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Забишний А.С. Методика оценки дорожных условий и возможности ДТП на участках дорог. – К., 1999, 22с.
2. Дорожная терминология. Справочник // Под ред. М.И. Вейцмана. – М. Транспорт, 1985. – 310с.
3. Васильев А.П., Фримштейн М.И. Управление движением на автомобильных дорогах. – М.: Транспорт, 1979. – 296с.

#### РЕФЕРАТ

Мельниченко О.І., Кішка С.П. Концепція оптимізації системи управління безпекою руху. /Олександр Іванович Мельниченко, Світлана Петрівна Кішка // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ – 2013. – Вип. 27.

Мета роботи – проаналізувати концепцію оптимізації системи управління безпекою руху та скласти її алгоритм.

У статті розглянуто та проаналізовано алгоритм оптимізації системи управління безпекою руху. Система дорожні умови - транспортні потоки - середовище є стохастичною і взаємодія підсистем обумовлюється множиною незалежних факторів з випадковими функціями розподілу, ДТП є випадковими подіями. Вони мають імовірнісну природу і їх не можливо передбачити заздалегідь. Разом з тим різний ступінь взаємодії підсистем впливає безпосередньо на розподіл кількості ДТП вздовж дороги. Якщо б усі підсистеми однаковою мірою визначали безпеку дорожнього руху, то ДТП за деякий відносно тривалий період часу, повинні були б розподілитись вздовж дороги випадково. Однак практика свідчить про

нерівномірний характер розподілу пригод вздовж дороги, що, з одного боку, підтверджує різний ступінь взаємодії підсистем, а з другого – вказує на домінуючий вплив однієї із підсистем у процесі функціонування системи дорожні умови - транспортні потоки - середовище.

Доведений факт домінуючого впливу дорожніх умов на виникнення ділянок зосередження або концентрації ДТП дозволяє зробити висновок про можливість підвищення безпеки руху на таких ділянках дороги шляхом цілеспрямованого удосконалення дорожніх умов. Ніякі інші заходи суттєвого результату не дадуть. На таких ділянках дороги управління безпекою руху найбільш ефективно.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ДОРОЖНІ УМОВИ, ТРАНСПОРТНІ ПОТОКИ, ОПТИМІЗАЦІЯ, УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ РУХУ, ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНА ПРИГОДА.

#### ABSTRACT

Melnichenko A.I., Kishka S.P. The concept of optimizing traffic safety management system. / Alexander Melnichenko, Svetlana Kishka // Herald of the National Transport University. – K.: NTU – 2013. – Issue. 27.

Purpose - proanalizovaty concept of optimizing traffic safety management system and to make its algorithm.

The article reviewed and analyzed the optimization algorithm of security management traffic. The system of road conditions - traffic flows - is stochastic environment and the interaction of subsystems is determined by the set of independent factors with random distribution functions, accidents are random events. They have a probabilistic nature and can not be predicted in advance. However, varying degrees of interaction between subsystems directly affect the distribution of traffic accidents along the road. If all subsystems are equally determined road safety, the accident over a relatively long period of time had to be randomly distributed along the road. However, experience shows uneven distribution of accidents along the road, on the one hand, confirms the varying degrees of interaction between subsystems, and the second - indicates the dominant influence of one of the subsystems in the operation of road conditions - traffic flows - environment.

Proven that the dominant effect of road conditions on the appearance of areas of focus or concentration accident suggests the possibility of increasing the safety of those sections of the road through a targeted improvement of road conditions. No other significant outcome measures will not help. In the following sections of the road traffic safety management is most effective.

**KEY WORDS:** ROAD CONDITIONS, TRAFFIC, OPTIMIZATION, MANAGEMENT SAFETY, ROAD TRAFFIC ACIDENT.

#### РЕФЕРАТ

Мельниченко А.И., Кишка С.П. Концепция оптимизации системы управления безопасностью движения. / Александр Иванович Мельниченко Светлана Петровна Кишка // Вестник Национального транспортного университета. – К.: НТУ – 2013. – Вып. 27.

Цель работы - проанализировать концепцию оптимизации системы управления безопасностью движения и составить ее алгоритм.

В статье рассмотрены и проанализированы алгоритм оптимизации системы управления безопасностью движения. Система дорожные условия - транспортные потоки - среда является стохастической и взаимодействие подсистем обуславливается множеством независимых факторов со случайными функциями распределения, ДТП являются случайными событиями. Они имеют вероятностную природу и их невозможно предусмотреть заранее. Вместе с тем разная степень взаимодействия подсистем влияет непосредственно на распределение количества ДТП вдоль дороги. Если бы все подсистемы одинаково определяли безопасность дорожного движения, то ДТП через некоторое относительно длительный период времени, должны были бы распределиться вдоль дороги

случайно. Однако практика свидетельствует о неравномерном характере распределения приключений вдоль дороги, что, с одной стороны, подтверждает различную степень взаимодействия подсистем, а с другой - указывает на доминирующее влияние одной из подсистем в процессе функционирования системы дорожные условия - транспортные потоки - среда.

Доказанный факт доминирующего влияния дорожных условий на возникновение участков сосредоточения или концентрации ДТП позволяет сделать вывод о возможности повышения безопасности движения на таких участках дороги путем целенаправленного совершенствования дорожных условий. Никакие другие меры существенного результата не дадут. На таких участках дороги управления безопасностью движения наиболее эффективно.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ДОРОЖНЫЕ УСЛОВИЯ, ТРАНСПОРТНЫЕ ПОТОКИ, ОПТИМИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДВИЖЕНИЯ, ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫЕ ПРОИСШЕСТВИЕ.