

УДК 656.052.5

А.А. Кашканов, к.т.н., доц.
В.П. Кужель, к.т.н., ст. викл.
В.Л. Крещенецький, к.т.н., доц.

Вінницький національний технічний університет

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДАЛЬНОСТІ ВИДИМОСТІ ДОРОЖНІХ ОБ'ЄКТІВ ПРИ ЕКСПЕРТИЗІ ДТП

Проаналізовано можливості застосування існуючих математичних методів, підходів, принципів у практиці автотехнічної експертизи ДТП для оцінки ефективності автомобільних фар, а саме для визначення дальності видимості дорожніх об'єктів у темну пору доби.

Вступ. За інформацією департаменту ДАІ, кількість дорожньо-транспортних пригод (ДТП) в Україні в 2009 році зменшилася на 27,8 %, але загальна кількість пригод залишається досить високою – близько 37 тисяч. Також слід зазначити, що за останні 10 років кількість ДТП при денному освітленні зменшується, а в темну пору доби, навпаки, – збільшується. Якщо порівняти кількість ДТП, в яких постраждали пішоходи в темну пору доби залежно від наявності освітлення, то можна зробити висновок, що за наявності освітлення кількість цих ДТП завжди в два рази менша, ніж у випадках, коли освітлення відсутнє або не увімкнене.

Основним критерієм при оцінці безпеки руху в темну пору доби є вибір швидкості руху, яка відповідає видимості [1, 2], адже у Правилах дорожнього руху України (п. 12.2) зазначено, що в темну пору доби і в умовах недостатньої видимості швидкість руху повинна бути такою, щоб водій мав змогу зупинити транспортний засіб у межах відстані видимості дороги.

Таким чином, якщо врахувати, що водій практично отримує тільки зорову (97–99 %) і слухову (1–3 %) інформацію про оточуючу обстановку, то можна зробити висновок, що безпека руху автомобіля в темну пору доби напряму пов'язана з тим, що водій бачить під час руху. А на це найбільшою мірою впливає ефективність роботи фар автомобіля.

Безупинно зростаюча інтенсивність транспортних потоків створює особливі вимоги до працездатності й надійності систем, що забезпечують безпеку руху автомобілів.

Аналіз публікацій. Близько 50 % ДТП припадає на темну пору доби, а кількість загиблих в цей період становить 60 % від загальної кількості травмованих, в той час коли інтенсивність руху знижується в 3–10 разів, порівняно з інтенсивністю в денний час [2–5].

Деякі причини підвищення небезпеки руху в темну пору доби зрозумілі:

- фізична втома, недостатні індивідуальні навички керування автомобілем;
- перевищення допустимої швидкості руху;
- фізіологічна непристосованість організму людини до праці вночі;
- відсутність фізіологічного методу для водіїв на перебудову для роботи вночі;
- відсутність досвіду і професійних прийомів керування автомобілем, відсутність у свідомості водія повної реальної оцінки нічної дорожньої обстановки, аналогічної керуванню автомобілем вдень.

Одним з основних параметрів, що визначає ефективність світлових систем автомобілів, є дальність видимості об'єктів на дорозі в темну пору доби. Саме цей параметр визначається при розслідуванні механізму ДТП [1, 2].

Складність і неоднозначність визначення дальності видимості людиною постійно стимулюють удосконалення системи освітлення автомобілів у напрямку вирішення проблеми створення високоефективних фар. Але для вирішення цієї проблеми необхідне всебічне вивчення характеру розповсюдження і зорового сприйняття світла автомобільних фар, застосування прийнятного математичного апарату для створення нових сучасних методик оцінювання їх ефективності в різноманітних умовах експлуатації, що дозволить створити математичні моделі й алгоритми функціонування для визначення ефективності сучасних систем освітлення [1, 2, 3].

У свою чергу, застосування сучасного математичного апарату для створення математичних моделей з визначення дальності видимості об'єктів на дорозі в темну пору доби дозволить вирішити надзвичайно важливі проблеми проведення автотехнічних експертиз ДТП та підвищення об'єктивності прийняття рішень експертом-автотехніком.

Мета даної роботи полягає у виборі математичного апарату пристосованого до роботи з якісними та нечіткими знаннями для побудови математичної моделі визначення дальності видимості, яка б давала змогу використовувати досвід експертів та матеріали протоколів ДТП.

Задачі автотехнічної експертизи при розслідуванні ДТП в темну пору доби. З одного боку, перед дослідниками на сьогоднішній день стоїть актуальне питання підвищення ефективності автомобільних

фар, з іншого – надзвичайно важливою є задача визначення ефективності освітлювальних систем у реальних дорожніх умовах, а саме, при проведенні автотехнічної експертизи.

У свою чергу, експертизою називають дослідження будь-яких матеріальних об'єктів, процесів, явищ, яке виконується за конкретним дорученням кваліфікованим спеціалістом у певній галузі знань (експертом) для вирішення питання, що належить до цієї галузі, з наданням висновку для подальших досліджень [1].

Великою мірою об'єктивність розслідування залежить від правильності вибору початкових даних та методики інженерного розрахунку, які повинні вдосконалюватися відповідно до наукових розробок із застосуванням сучасних математичних методів.

Виділяють дві задачі автотехнічної експертизи для вирішення одного з найголовніших питань експертизи щодо технічної можливості водія зупинити транспортний засіб у межах відстані видимості дороги для уникнення або зменшення важкості ДТП, що сталися в темну пору доби.

Задача 1. Визначення дальності видимості дорожніх об'єктів у світлі автомобільних фар. Необхідно визначити величину дальності видимості дорожнього об'єкта в практичному діапазоні її зміни (50–250 м). При прийнятті рішення беруться до уваги такі фактори впливу: прозорість атмосфери; розташування перешкоди на дорозі відносно осі руху автомобіля; коефіцієнт засліплення; рівень завантаження автомобіля; освітленість дороги; тривалість роботи водія за кермом; контраст об'єкта розрізнення з фоном; гострота зору водія.

Значення перелічених факторів встановлюються за даними протоколів ДТП, що складаються на місці пригоди, або при проведенні слідчих дій.

Задача 2. Прогнозування безпечної швидкості руху. Необхідно встановити величину безпечної швидкості руху автомобіля за конкретних дорожніх умов.

Розрахунок величини та прийняття рішення здійснюється на основі оцінки таких факторів: дальність видимості об'єкта, у світлі автомобільних фар; час реакції водія, який залежить від дорожньо-транспортної ситуації; час наростання сповільнення при гальмуванні, який залежить від конструкції та стану гальмової системи автомобіля; час запізнення спрацьовування гальмового приводу, який залежить від типу і стану гальмового приводу; сповільнення при гальмуванні.

З наведених прикладів видно, що кожна із задач автотехнічної експертизи може розглядатися як пошук відображення [3, 4]:

$$\tilde{O}^* = (\tilde{O}_1^*, \tilde{O}_2^*, \dots, \tilde{O}_n^*) \rightarrow Y_j \in Y = (\underline{y}, \bar{y}), \quad (1)$$

де \tilde{O}^* – множина факторів впливу для конкретної задачі; Y – множина рішень про значення конкретної вихідної величини.

Слід зазначити, що основні труднощі розв'язування таких задач обумовлені наступними причинами:

1. Прийняття конкретного об'єктивного рішення при дослідженнях потребує врахування дуже великої кількості факторів впливу. Також у більшості випадків одночасно діють декілька видів причинно-наслідкових зв'язків [3–6].

2. Відсутні чіткі аналітичні залежності між факторами впливу (причинами) і певним наслідком, а застосування існуючих методів призводить до значних труднощів через необхідність врахування різномірних факторів, як кількісних (швидкість руху автомобіля), так і якісних (тип фар та світлорозподілу, вид і стан дорожнього покриття). Надання інформації про кількісні величини в лінгвістичній формі теж створює певні труднощі.

Перераховані проблеми вимагають створення об'єктивних методів дорожніх досліджень. У свою чергу, методи, необхідні для розв'язання ряду практичних задач дорожніх досліджень, розподіляються на такі групи [2]:

1) методи оцінки ступеня безпеки, що створюються різними системами освітлення в різних дорожньо-транспортних ситуаціях – вибору кращої системи освітлення при створенні нової моделі автомобіля, оцінки дорожньо-транспортної ситуації при автотехнічній експертизі і т. д.;

2) методи проведення порівняльних досліджень систем освітлення, спрямованих на вибір оптимальної системи для конкретних умов експлуатації автомобіля, у тому числі порівняння вітчизняної техніки з закордонними аналогами;

3) методи розробки й корегування нормативів до автомобільних освітлювальних приладів;

4) методи оцінки ефективності фар і визначення перспективних систем освітлення автомобілів.

Отже, необхідно вибрати математичний апарат для подальшої оцінки ефективності автомобільних фар, а саме для створення сучасних математичних моделей з визначення дальності видимості дорожніх об'єктів у темну пору доби.

Вибір математичного апарату для визначення дальності видимості дорожніх об'єктів. Експертами-автотехніками при проведенні експертизи ДТП, що сталися в темну пору доби, визначається дальність видимості дорожніх об'єктів для виявлення правомірності вибору водієм швидкості руху за даних дорожніх умов. Оскільки проведення експертизи передбачає прийняття певних рішень, то для

вирішення проблеми автоматизації цього виду діяльності можуть бути використані методи, які розроблені в рамках кібернетичної науки. Згідно зі спеціальними публікаціями з теорії та розрахунку автомобіля, які є теоретичною основою для проведення автотехнічної експертизи, та з експертизою ДТП [1], найбільше розповсюдження на сьогоднішній день отримали: імовірно-статистичний підхід, регресійний аналіз, метод фазового інтервалу і логічний висновок [6]. Додатково необхідно розглянути принцип лінгвістичних знань, як один з основних принципів побудови моделей на базі теорії нечітких множин, оскільки останнім часом з'явилися публікації про застосування цієї теорії в традиційних для складних систем задачах проектування та управління [6], особливо для надання та використання знань, у тому числі й автотехнічних [3–5].

1. Ймовірно-статистичний підхід.

Цей підхід, як правило, використовується для оцінки достовірності кількісних показників, які можуть приймати неперервний ряд значень, і найчастіше при заданій довірчій імовірності полягає в розрахунку довірчого інтервалу (похибки).

Нехай за даними вимірювань x_1, x_2, \dots, x_n розрахована середня величина:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}. \quad (2)$$

У свою чергу, значення \bar{x} не обов'язково збігається з "істинним" значенням оцінюваного параметра x , і в загальному випадку існує відмінна від нуля різниця величин \bar{x} та x : $0 \leq |\bar{x} - x| < \delta$.

Додатне значення δ задає похибку й характеризує достовірність параметра, що вимірюється. Як правило, справедливості нерівності $|\bar{x} - x| < \delta$ стверджується тільки з деякою ймовірністю γ , яка називається "довірчою ймовірністю". Зазвичай довірчу ймовірність задають рівною 0,95, 0,99 або 0,999 і при відомому її значенні обчислюють похибку δ .

Похибка параметра δ для нормального закону розподілу x_1, x_2, \dots, x_n обчислюється за формулою:

$$\delta = t_\gamma (S\sqrt{n}) \quad (3)$$

де n – об'єм вибірки (кількість вимірювань значення x); $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n n_i (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ – виправлене "середнє квадратичне відхилення"; t_γ – коефіцієнт Стюдента, який визначається за табличними даними.

"Довірчим інтервалом" називається інтервал $(\bar{x} - \delta, \bar{x} + \delta)$, який покриває невідоме значення параметра x з імовірністю γ . Є можливість скоротити довірчий інтервал за рахунок збільшення кількості вимірювань n або зменшення довірчої ймовірності.

Розглянемо обмеження, які властиві ймовірно-статистичному підходу, що використовується при експертизі ДТП:

- статистична інформація, яка необхідна для використання ймовірно-статистичних методів, як правило, відсутня. Її збір, обробка і зберігання пов'язані зі значними організаційними та матеріальними труднощами;

- статистичні методи не дозволяють категорично стверджувати, що нерівність $|\bar{x} - x| < \delta$ буде виконуватися у всіх випадках, наскільки б великим не було значення похибки δ ;

- при внесенні до моделі нової інформації виникають значні труднощі, що зумовлено необхідністю перерахунку всіх статистичних оцінок параметрів.

2. Регресійний аналіз.

Припустимо, що q – деякий вихідний параметр (наприклад, швидкість автомобіля), значення якого необхідно визначити, і q залежить від вектора вхідних параметрів $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$. Тоді, використовуючи методи теорії планування експерименту, є можливість побудувати рівняння лінійної регресії:

$$q = a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + \dots + a_n \cdot x_n, \quad (4)$$

де a_0, a_1, \dots, a_n – невідомі коефіцієнти, які визначаються методом найменших квадратів.

Рівняння регресії при необхідності врахування парних взаємодій параметрів ускладнюється і набуває нелінійного характеру.

Основні обмеження такого підходу:

1. За допомогою регресійного аналізу слід розв'язувати лише ті задачі, в яких параметри впливу й вихідний розв'язок (величина) мають кількісний характер.

2. Значення вихідного параметра q , яке визначається за допомогою регресійної моделі, дуже чутливе

до умов експерименту, в яких оцінювалися коефіцієнти a_0, a_1, \dots, a_n . Тому регресійні моделі, отримані в одних умовах (стан дороги, контраст об'єкта з фоном, завантаження та стан автомобіля тощо), як правило, не можна застосовувати за інших умов.

3. Отримання статистично значущих коефіцієнтів у рівняннях регресії потребує обробки великої кількості експериментального матеріалу.

3. Метод фазового інтервалу.

В основі різних модифікацій цього методу лежить принцип віднесення певної ситуації до того чи іншого випадку на основі обчислення відстані між двома точками у фазовому просторі. Розглядається n -мірний простір, кожна координата $x_i, i = \overline{1, n}$ якого відповідає одному з факторів впливу. Точка (x_1, x_2, \dots, x_n) фазового простору відповідає деякому випадку $d_j, j = \overline{1, m}$.

На основі аналізу матеріалів ДТП, які були розслідувані, та досвіду експертів у фазовому просторі виділяються області (множини точок) D_1, D_2, \dots, D_m , які відповідають випадкам d_1, d_2, \dots, d_m . Середини цих областей визначаються точками C_1, C_2, \dots, C_m .

Нехай X^* – точка у фазовому просторі, яка відповідає певній ситуації; $R(X^*, C_j)$ – інтервал між точками X^* та $C_j, j = \overline{1, m}$.

Тоді як випадок d_j^* , що відповідає вектору параметрів $X^* = (X_1^*, X_2^*, \dots, X_n^*)$, вибирається точка C_j або область D_j , для якої:

$$R(X^*, C_j) = \min_{j=\overline{1, m}} \{R(X^*, C_j)\}; \quad (5)$$

Для обчислення інтервалу $R(A, B)$ між точками $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ та $B = (b_1, b_2, \dots, b_n)$, в n -мірному просторі використовують відстань за Хеммінгом:

$$R(A, B) = \sum_{i=1}^n |a_i - b_i|, \quad (6)$$

або евклідову відстань:

$$R(A, B) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (a_i - b_i)^2}. \quad (7)$$

Отже, порівняно з ймовірнісно-статистичним підходом та регресійним аналізом, метод фазового інтервалу не потребує накопичення великого статистичного матеріалу та його трудомісткої обробки. Проте застосування цього методу обмежено тільки кількісними або бінарними факторами впливу.

В літературних джерелах описуються й інші методи, основані на ідеях фазового інтервалу та теорії ймовірностей. Проте всі вони є модифікаціями або технічними реалізаціями методів, які розглянуті вище.

4. Логічний висновок.

Реалізований у мові логічного програмування Пролог, що широко застосовується в експертних системах.

Зазначимо, що теоретичною основою мови Пролог є апарат логіки предикатів, який дозволяє виконувати автоматичне доведення теорем. Згідно з цією методологією, розв'язок d_j^* може бути прийнятий для ситуації з вектором параметрів $(X_1^*, X_2^*, \dots, X_n^*)$, якщо в експертній базі знань (правил висновку “ЯКЩО–ТО”) існує ланцюжок міркувань для доведення справедливості твердження:

$$\exists \hat{E} \hat{U} \hat{I} \quad x_1^* \wedge x_2^* \wedge \dots \wedge x_n^*, \quad \hat{O} \hat{I} \quad d_j^*. \quad (8)$$

Мова Пролог зручна для пошуку ланцюга правил, які ведуть від фактів (x_i^*) до цілі (d_j^*) або від цілі до фактів, які вибрані з бази знань. Це дозволяє не тільки приймати рішення, а й пояснювати його причини. Проте існує велика множина знань, які мають нечітку, ймовірнісну природу.

Наприклад, в області автотехнічної експертизи це знання типу:

“ЯКЩО положення тумблера коректора фар не відповідає завантаженості автомобіля під час руху в темну пору доби, ТО існує висока ймовірність засліплення водіїв зустрічних автомобілів чи перевищення безпечної швидкості руху” або

“ЯКЩО водій довго знаходився за кермом автомобіля в темну пору доби, ТО дальність розрізнення ним об'єктів на дорозі знизилася”.

Для подібних знань вводять коефіцієнт впевненості зі значеннями від “-1” до “1” (від ненадійних знань до достовірних знань). Слід зазначити, що цей спосіб достатньо простий, але певною мірою

суб'єктивний. До того ж коефіцієнт впевненості визначає все правило, а як бути у випадках, коли правило виконується частково?

Для реалізації дедуктивного логічного висновку в мові Пролог необхідна операція пошуку за зразком. Іншими словами, для висновку за допомогою правила “якщо $x \in A$, то $y \in B$ ” необхідно перевірити, чи існує в базі знань факт “ $x \in A$ ” [6]. Пролог не забезпечує можливості логічного висновку в проміжних точках типу “ $x \in$ величина, близька до A ”. Тому в базі знань необхідно зберігати інформацію про всі допустимі значення параметра x . Це призводить до надмірного збільшення затрат машинної пам'яті та часу на логічний висновок.

5. Теорія нечітких множин та лінгвістичних змінних.

В її основі лежать такі науково-методичні принципи: принцип лінгвістичності розв'язку та факторів впливу, принцип лінгвістичності знань, принцип ієрархічності експертних знань, принцип двохетапного налаштування нечітких моделей, на які спираються при побудові моделей на базі теорії нечітких множин, яка є основою строгої математичної обробки нечислової (лінгвістичної) інформації [6].

Відповідно до цієї теорії причинно-наслідкові зв'язки між факторами впливу (причинами) й розв'язками (наслідком) необхідно описати на природній мові, а потім формалізувати у вигляді сукупності нечітких логічних висловлювань типу: “ЯКЩО–ТО, ІНАКШЕ” [6].

Наведемо приклад – при прогнозуванні величини дальності видимості можуть використовуватися такі висловлювання:

ЯКЩО прозорість атмосфери = висока **I** стан і тип дорожнього покриття = сухий асфальт **I** колір об'єкта розрізнення = світлий **I** освітленість дороги автомобільними фарами = висока **I** режим роботи фар = дальнє світло **I** засліплення водія фарами зустрічних автомобілів = відсутнє, **ТО** дальність видимості об'єкта = дуже висока.

ІНАКШЕ

ЯКЩО прозорість атмосфери = середня **I** стан і тип дорожнього покриття = мокрий асфальт **I** колір об'єкта розрізнення = темний **I** освітленість дороги автомобільними фарами = середня **I** режим роботи фар = дальнє світло **I** засліплення водія фарами зустрічних автомобілів = відсутнє, **ТО** дальність видимості об'єкта = середня.

Особливість такого підходу полягає в тому, що адекватність таких нечітких висловлювань не змінюється при незначному коливанні умов експерименту, на відміну від математичних моделей, побудованих на базі кількісної математики. Подібні висловлювання слід отримувати з досвіду експертів-автотехніків або з протоколів автотехнічних експертиз.

Сукупність висловлювань “ЯКЩО–ТО, ІНАКШЕ” розглядається як набір точок у просторі “фактори впливу (причини) – наслідок”. Відповідно до цих точок з використанням нечіткого логічного висновку відновлюється поверхня, яка дає можливість оцінювати значення розв'язку (наслідку) при таких факторах впливу, для яких інформація в базі знань відсутня.

Переваги та недоліки застосування розглянутих вище методів (1. Ймовірно-статистичний підхід. 2. Регресійний аналіз. 3. Метод фазового інтервалу. 4. Логічне програмування. 5. Теорія нечітких множин та лінгвістичних змінних) зведені в таблиці 1, де + (-) – наявність (відсутність) труднощів.

Таблиця 1

Труднощі застосування традиційних математичних методів, підходів, принципів у практиці автотехнічної експертизи ДТП в темну пору доби

Труднощі	Методи, підходи, принципи				
	1	2	3	4	5
збору статистичної інформації	+	+	+	-	-
обробки статистичної інформації	+	+	-	-	-
постійного поповнення бази знань	+	+	-	-	-
можливості врахування якісних параметрів	+	+	+	+	-
забезпечення стійкості моделі до факторів впливу	+	+	-	-	-
роботи з нечіткими знаннями	+	+	+	+	-

Проведений аналіз (табл. 1) дає змогу зробити висновок, що розглянуті методи, підходи, принципи (1, 2, 3, 4) не пристосовані до роботи з якісними та нечіткими знаннями, якими доводиться оперувати експертам при розслідуванні ДТП, які сталися в темну пору доби, для визначення дальності видимості дорожніх об'єктів в умовах неточності та невизначеності вихідних даних. У свою чергу, розробка математичних моделей визначення дальності видимості, які дозволяють працювати з якісними знаннями, дасть змогу використовувати досвід кваліфікованих експертів-автотехніків та матеріали протоколів ДТП.

Як показав аналіз, найбільш пристосованою для роботи з нечисловими знаннями й побудови моделей для оцінювання ефективності автомобільних фар, а саме визначення дальності видимості об'єктів на дорозі в темну пору доби, виявилася теорія нечітких множин та лінгвістичних змінних.

Висновки.

1. Недоліки більшості існуючих математичних принципів та методів щодо визначення дальності видимості об'єктів на дорозі в темну пору доби при експертизі ДТП полягають у виникненні труднощів при зборі та обробці великого об'єму статистичної інформації, врахуванні всіх комбінацій факторів впливу, які мають якісний та кількісний характер; необхідності проведення дорожніх експериментів на місці пригоди або за аналогічних умов в інший час, визначений експертом із залученням висококваліфікованих фахівців.

2. Використання теорії нечітких множин (принципів лінгвістичності знань, розв'язку та факторів впливу, принципу ієрархічності експертних знань, принципу двоетапного налаштування нечітких моделей) при побудові математичної моделі дозволить подолати розглянуті труднощі застосування відомих математичних принципів та методів моделювання в практиці автотехнічної експертизи ДТП при ідентифікації дальності видимості об'єктів на дорозі в темну пору доби.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Использование специальных познаний в расследовании дорожно-транспортных происшествий / А.М. Кривицкий, Ю.И. Шапоров, В.В. Фальковский и др. : под общ. ред. : к.т.н. А.М. Кривицкого и к.юр.н. Ю.И. Шапорова. – Мн. : Харвест, 2004. – 128 с.
2. Дьяков А.Б. Безопасность движения автомобилей ночью / А.Б. Дьяков. – М. : Транспорт, 1984. – 200 с.
3. Кужель В.П. Оцінка дальності видимості дорожніх об'єктів у темну пору доби при експертизі ДТП за допомогою нечіткої логіки / В.П. Кужель // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2008. – № 41. – С. 91–95.
4. Кашканов А.А. Принципи та моделі оцінки ефективності автомобільних фар / А.А. Кашканов, В.П. Кужель // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2002. – № 2. – С. 139–143.
5. Кашканов А.А. Вплив ефективності світлових систем автомобілів на видимість дорожніх об'єктів та безпечні швидкості руху / А.А. Кашканов, В.П. Кужель // Вісник СНУ ім. Володимира Даля. – 2008. – № 7 (125). – Ч. 2. – С. 209–213.
6. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети / А.П. Ротштейн. – Винница : «УНІВЕРСУМ–Вінниця», 1999. – 320 с.

КАШКАНОВ Андрій Альбертович – кандидат технічних наук, доцент кафедри "Автомобілі та транспортний менеджмент" Вінницького національного технічного університету.

Наукові інтереси:

– моделювання та дослідження експлуатаційних властивостей автотранспортних засобів.

Тел. (роб.): (0432) 59-84-38;

(моб.): 067-754-54-97.

E-mail: kashkanov_a@ukr.net

КУЖЕЛЬ Володимир Петрович – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри "Автомобілі та транспортний менеджмент" Вінницького національного технічного університету.

Наукові інтереси:

– дослідження безпечних режимів руху транспортних засобів в темну пору доби.

Тел. (роб.): (0432) 59-84-38;

(моб.): 067-502-14-33.

E-mail: kuzhel-2004@rambler.ru

КРАЩЕНЕЦЬКИЙ Володимир Леонідович – кандидат технічних наук, доцент кафедри "Автомобілі та транспортний менеджмент" Вінницького національного технічного університету.

Наукові інтереси:

– розробка стратегій та реалізація проектів розвитку автотранспортних підприємств.

Подано 15.08.2010 р.

Кашканов А.А., Кужель В.П., Крещенецький В.Л. Обґрунтування вибору математичного апарату для визначення дальності видимості дорожніх об'єктів експертизи ДТП

Кашканов А. А., Кужель В. П., Крещенецький В.Л. Обоснование выбора математического аппарата для определения дальности видимости дорожных объектов при экспертизе ДТП

Kashkanov A. A., Kuzhel V. P., Kresheneckiy V.L. Ground of choice of mathematical tool for determination of road objects visibility distance at traffic accidents examination

УДК 656.052.5

Обоснование выбора математического аппарата для определения дальности видимости дорожных объектов при экспертизе ДТП / А.А. Кашканов, В.П. Кужель, В.Л.Крещенецький

Проанализированы возможности применения существующих математических методов, подходов, принципов в практике автотехнической экспертизы ДТП для оценки эффективности автомобильных фар, а именно для определения дальности видимости дорожных объектов в темное время суток.

УДК 656.052.5

Ground of choice of mathematical tool for determination of road objects visibility distance at traffic accidents examination / A.A. Kashkanov, V.P. Kuzhel, V.L. Kresheneckiy

Possibilities of existent mathematical methods application are analyzed, approaches, principles in practice of automobile traffic accidents examination for the estimation of automobile headlights efficiency, namely for determination of road objects visibility distance during the nighttime.