

УДК 343.983:004.94]:343.618(045)

АНАЛІТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЛОСКОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ СИТУАЦІЙ

Сергій ТЕРНОВ,

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,
доцент кафедри вищої математики та інформатики
Донецького національного університету економіки й торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського

Олексій БЕСКРОВНИЙ,

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри державноправових дисциплін і міжнародного права
Донецького юридичного інституту
Міністерства внутрішніх справ України

SUMMARY

Construction of road flat pictures of traffic situations is carried out by determining the flat pattern design vehicle elements and objects of observation. Determining the parameters of planar curves that make up the outlines of these elements and objects is realized. Based on the values of the parameters emerging digital model of plane image contours structural elements of the vehicle and the objects of observation is formed. Practice of visibility traffic situations of examination shows that flat visual design of the operator's space efficiently should be conducted according to the scheme: "space" – "scope" – "supporting surface" – "plane". As a supporting surface, depending on the configuration of the array of objects of observation a cylinder, cone, or plane are used. The most rational are plane reflections of projection origin: cylindrical, conical and azimuthal for all conditions of flat display. Each projection calculates numerical characteristics of visibility settings and creates some application software. In order to reduce computational work and create a single algorithm for calculating the parameters of vehicle operator's plane models of visual space some unified calculation formulas for flat projection of visual space traffic management modeling objects is proposed.

Key words: road-traffic situation, vehicle visibility, visual space, project, flattened image.

АНОТАЦІЯ

Побудова плоских картин шляхово-транспортних ситуацій виконується шляхом визначення плоских образів конструктивних елементів машини й об'єктів спостереження. Здійснюється визначення параметрів плоских кривих, що становлять контури зазначених елементів і об'єктів. На основі отриманих значень параметрів формується цифрова модель плоского образу контурів конструктивних елементів транспортного засобу й об'єктів спостереження. Практика проведення експертизи оглядовості дорожньо-транспортних ситуацій показує, що плоске моделювання візуального простору оператора раціонально проводити за такою схемою: «простір» – «сфера» – «допоміжна поверхня» – «площина». В якості допоміжної поверхні залежно від конфігурації об'єктів спостереження використовується циліндр, конус або площина. При цьому найбільш раціональними є плоскі відображення проєкційного походження: циліндричні, конічні й азимутальні для всіх умов плоского відображення. Для кожної проєкції виконується розрахунок числових характеристик параметрів оглядовості й створюються окремі прикладні програмні засоби. З метою скорочення розрахункових робіт і створення єдиного алгоритму розрахунку параметрів плоских моделей візуального простору оператора транспортного засобу пропонується розрахунок уніфікованої формули проєкції плоского моделювання об'єктів візуального простору дорожньо-транспортних ситуацій.

Ключові слова: дорожньо-транспортна ситуація, оглядовість транспортного засобу, візуальний простір, проєкція, плоске відображення.

Постановка проблеми. Методика експертного дослідження найпоширеніших видів дорожньо-транспортних пригод (далі – ДТП) наразі вимагає подальшого розвитку [1–5]. Під час розслідування дорожньо-транспортних пригод основне місце займає відтворення обстановки й умов події. Нині ця задача в більшості випадків вирішується шляхом відтворення дорожньої ситуації, у ході якого з місця водія дивляться на дорожню обстановку через віконні прорізи та дзеркала заднього огляду автомобіля. Такий прийом проведення слідчого чи експертного дослідження має суттєві недоліки:

– суб'єктивність оцінки обстановки, оскільки рішення залежить від індивідуальних особливостей особи, яка оглядає дорожню обстановку;

– необхідність натурального моделювання, тобто розташування на місці автомобіля аналогічної конструкції, інших об'єктів, які перебували на місці ДТП;

– неможливість об'єктивно врахувати антропометричні параметри водія.

Це стосується насамперед складних варіантів ДТП, наприклад, таких, які відбуваються в умовах оглядовості, що обмежена рухомою перешкодою. Розрахунково-аналітичний метод дослідження подібних ДТП дозволяє проводити необхідні обчислення в автоматизованому режимі за допомогою спеціалізованих прикладних програм.

Цьому питанню присвячена низка робіт щодо широкого використання сучасних методів моделювання дорожньо-транспортних ситуацій в умовах обмеженої оглядовості та видимості. У 1996 р. Міністерством юстиції України проблема експертного оцінювання оглядовості ДТП була включена в Державну програму з розвитку науки й техніки.

Мета статті. Завданням роботи є отримання аналітичного забезпечення плоского моделювання об'єктів візуального простору оператора транспортного засобу та їхнього прообразу з метою розроблення програмних засобів автоматизації процесів аналізу, експертизи та прогнозування оглядовості водієм заданих об'єктів спостереження.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним із факторів підвищення якості та надійності аналізу дорожньо-транспортних ситуацій є широке використання в процесі досліджень досягнень ергономіки, в системі якої важливе місце посідає проблема забезпечення візуального комфорту оператора. Дорожня обстановка – це сукупність чинників, що характеризуються дорожніми умовами, присутністю перешкоди чи небезпеки для руху, інтенсивністю та рівнем організації дорожнього руху з урахуванням наявності дорожньої розмітки, дорожніх знаків, дорожнього устаткування, світлофорів. Водій повинен постійно враховувати зміну дорожньої обстановки під час вибору швидкості, смуги руху й прийомів управління транспортним засобом. Відомості про дорожню обстановку є основою аналізу дорожньо-транспортної ситуації, що призвела до ДТП, і дозволяють інспектору чи експерту та слідству вживати оперативно дію учасників дорожнього руху відповідно до вимог правил дорожнього руху, установити момент виникнення небезпеки й дослідити механізм ДТП.

Важливим аспектом аналізу дорожньо-транспортних ситуацій є моделювання плоских картин оглядовості з робочого місця водія [6]. Плоске моделювання шляхово-транспортних ситуацій являє собою процес одержання інформації про стан візуального сприйняття водія, який перебуває в робочому положенні, щодо заданої візуальної ситуації. Модель шляхово-транспортної ситуації може бути представлена у вигляді графічних зображень, відбиваючи при цьому візуальні можливості водія щодо заданих об'єктів спостереження для локальної зони, частини або всього навколишнього предметного простору. Побудова плоских картин шляхово-транспортних ситуацій виконується шляхом визначення плоских образів конструктивних елементів машини й об'єктів спостереження. Здійснюється визначення параметрів плоских кривих, що становлять контури зазначених елементів і об'єктів. На основі отриманих значень параметрів формується цифрова модель плоского образа контурів конструктивних елементів транспортного засобу й об'єктів спостереження. Практика проведення експертизи оглядовості дорожньо-транспортних ситуацій показує, що плоске моделювання візуального простору оператора раціонально проводити за такою схемою: «простір» – «сфера» – «допоміжна поверхня» – «площина». В якості допоміжної поверхні залежно від конфігурації масиву об'єктів спостереження використовується циліндр, конус або площина. При цьому встановлено [7], що найбільш раціональними є плоскі відображення проекційного походження:

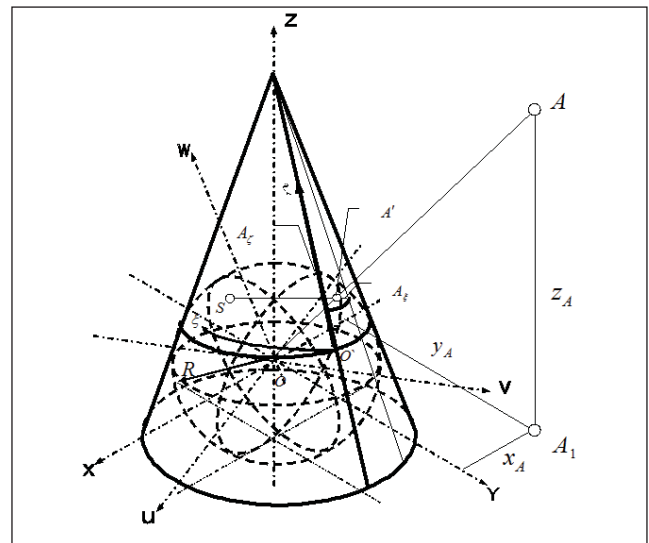


Рисунок. Геометричний апарат моделювання візуального простору

циліндричні, конічні й азимутальні для всіх умов плоского відображення. Для кожної проекції виконується розрахунок числових характеристик параметрів оглядовості й створюються окремі прикладні програмні засоби. З метою скорочення розрахункових робіт і створення єдиного алгоритму розрахунку параметрів плоских моделей оглядовості пропонується розрахунок уніфікованої формули проекції плоского моделювання дорожньо-транспортних ситуацій.

Розрахунок уніфікованої формули здійснюється на основі єдиного проекційного геометричного апарату [8]. Для цього використовується права декартова система координат $OXYZ$ (рисунок), центр O якої збігається з центром допоміжної сфери Φ радіуса R , а вісь OY – із головним напрямком погляду оператора.

Положення просторового оригіналу A визначається значенням його просторових координат x_A, y_A, z_A . Навколо сфери описується конус, вісь якого поєднується з віссю OZ , кут між твірною й віссю позначають θ . Вводиться плоска система координат $O'\zeta\zeta'$, початок O' якої визначається

Таблиця 1

Циліндричні нормальні проекції

Найменування проекції	Функції апарата проектування		
	f_1	f_2	t
Рівновелика	$t \frac{y_A}{\sqrt{x_A^2 + y_A^2}}$	$t \frac{x_A}{\sqrt{x_A^2 + y_A^2}}$	$\frac{s - k_1 s'}{(k_1 - 1)s}$
Конформна	$t \frac{y_A}{\sqrt{x_A^2 + y_A^2}}$	$t \frac{x_A}{\sqrt{x_A^2 + y_A^2}}$	$\frac{z_A - s' \ln \frac{s + s' + z_A}{s + s' - z_A}}{s \ln \frac{s + s' + z_A}{s + s' - z_A}}$
Еквідистантна	$t \frac{y_A}{\sqrt{x_A^2 + y_A^2}}$	$t \frac{x_A}{\sqrt{x_A^2 + y_A^2}}$	$\frac{z_A - k_2 s' \arcsin \frac{z_A}{s}}{k_2 s \arcsin \frac{z_A}{s}}$
Довільна (біцентральна)	$t \frac{y_A}{\sqrt{x_A^2 + y_A^2}}$	$t \frac{x_A}{\sqrt{x_A^2 + y_A^2}}$	$\frac{ z_A }{s}$

перетином поверхні сфери, конуса й площини YOZ. Вісь Oζ поєднується з твірною конуса, а вісь O`ζ визначається як лінія другого порядку. Центральним проектуванням із центру O є проєкція A` (x_A, y_A, z_A) просторового оригіналу A на поверхню сфери. Залежно від умов плоского відображення визначається положення другого центру проектування S(f₁(x_A, y_A, z_A), f₂(x_A, y_A, z_A), f₃(x_A, y_A, z_A)), а методом центрального проектування знаходиться проєкція A``(x_A, y_A, z_A) просторового оригіналу A на поверхню конуса. Розрізавши по твірній поверхню-посередник, шляхом поєднання допоміжної поверхні з площиною отримують плоске відображення A_ξ оригіналу A.

Розрахунок проєкції плоского відображення просторового оригіналу зводиться до визначення плоских координат ξ, ζ за координатами x_A, y_A, z_A просторового оригіналу A. Значення координати ζ визначають величиною відрізка OA_ξ, граничну точку A_ξ якого знаходять як точку перетину горизонтальної площини, що проходить через точку A``, із твірною конуса. Координату ξ плоского відображення A_ξ оригіналу A обчислюють як довжину відрізка OA_ξ плоскої кривої другого порядку, граничну точку A_ξ якої визначають як точку перетину плоскої кривої з площиною, що проходить через точку A`` й вісь OZ.

Використовуючи методи математичного аналізу й аналітичної геометрії, отримують формули розрахунку проєкції плоского відображення предметного простору:

$$\xi = \int_0^{x_{A\xi}} \sqrt{\frac{A(C-A)x_A^2 + 2D(C-A)x_A + FC - E^2 - D^2}{ACx_A^2 + 2DCx_A + FC - E^2}}; \quad (1)$$

$$\zeta = R \sqrt{(\cos \theta - \operatorname{sgn} y_A \left| \frac{z_A}{R} - \operatorname{csc} \theta \right| \operatorname{tg} \theta)^2 + (\sin \theta - \frac{z_A}{R})^2},$$

де x_{Aξ} – абсциса граничної точки координатної кривої; z_A – апліката проєкції A``; A, D, C, D, E, F – коефіцієнти координатної кривої.

Для проєкцій, що застосовуються в практиці моделювання й аналізу оглядовості транспортних засобів, вираз для визначення плоскої координати ξ має такий вигляд:

$$\xi = R f_3(\theta) (\arcsin \frac{f(\theta, x_A, y_A, z_A, f_1, f_2)}{f_3} - \arcsin f_4(\theta)), \quad (2)$$

$$\text{где } f(\theta, x_A, y_A, z_A, f_1, f_2) = x_A \cdot \left(\frac{-(Dx_A + Ey_A) \pm \sqrt{(D^2 - EF)x_A^2 + 2DEx_A + y_A^2 (E^2 - AF)}}{A(x_A^2 + y_A^2)} \right);$$

$$\operatorname{sgn} f \cdot \operatorname{sgn} x_A = \operatorname{sgn} y_A.$$

Вид функцій f₃, f₄ визначається видом використовуваної проєкції (конічна, циліндрична, азимутальна), а вид функцій f₁, f₂ – умовою плоского відображення.

Залежно від виду використовуваної поверхні посередника визначають вид функцій f₃ і f₄:

– конічна поверхня

$$f_3 = R \cos \theta; f_4 = 0; f = \frac{x_A \cdot R \cos \theta}{\sqrt{x_A^2 + y_A^2}};$$

– циліндрична поверхня

$$f_3 = R \cos \theta; f_4 = 0; f = \frac{x_A \cdot R \cos \theta}{\sqrt{x_A^2 + y_A^2}};$$

– площина

$$f_3 = R \cos \theta; f_4 = 0; f = \frac{x_A \cdot R \cos \theta}{\sqrt{x_A^2 + y_A^2}};$$

Залежно від умов плоского відображення, використовуючи методи розв'язання диференціальних рівнянь, знаходять явний вигляд функцій f₁, f₂ (табл. 1–3).

У таблиці 1 прийнято такі позначення: S – відстань від точки зору оператора до точкового об'єкта; S' – відстань від точки зору оператора до сферичної проєкції точкового об'єкта; k₁, k₂ – коефіцієнти відношення площі і довжин плоского зображення до сферичного.

У таблиці 2 прийнято такі позначення: S – відстань від точки зору оператора до точкового об'єкта; k₁ – заданий коефіцієнт відношення площі плоского зображення до сферичного.

У таблиці 3 прийнято такі позначення: S – відстань від точки зору оператора до точкового об'єкта; S' – відстань від точки зору оператора до сферичної проєкції точкового об'єкта; k₁, k₂ – коефіцієнти відношення площі і довжин плоского зображення до сферичного.

$$g_1 = x_A \sin 2\theta - 2z_A \sqrt{\sin^4 \theta - (\cos^2 \theta - \sin(\operatorname{sgn} x_A \sin \theta \arccos \frac{y_A}{s}))^2};$$

$$g_2 = x_A \sin 2\theta - 2z_A (\cos^2 \theta - \operatorname{sgn} x_A (\sin(\sin \theta \arccos \frac{y_A}{s}))); h = 2(z_A \sin \theta - \theta).$$

Розрахунок поперечних і косих проєкцій [9] здійснюють за отриманими формулами розрахунку для нормальних проєкцій заміною координат просторового оригіналу A (x_A, y_A, z_A) у системі OXYZ (див. рисунок) просторовими координатами u, v, w оригіналу A щодо нової просторової системи координат OUVW, пов'язаної із системою OXYZ співвідношеннями:

$$\begin{cases} u = x \cos \tau + y \sin \tau; \\ v = y \cos \chi \cos \tau - x \cos \chi \sin \tau + z \sin \chi; \\ w = x \sin \chi \sin \tau - y \sin \chi \cos \tau + z \cos \chi, \end{cases} \quad (3)$$

де χ і τ – кути повороту системи OUVW щодо системи OXYZ.

Таблиця 2

Азимутальні нормальні проєкції

Найменування проєкції	Функції апарата проектування		
	f ₁	f ₂	t
Рівновелика	$\frac{(y_A t - x_A) + f_2(x_A - ts)}{y_A - s}$	$\frac{s - k_1 y_A}{s(1 - k_1)}$	$\operatorname{sgn} x_A \arccos \frac{y_A}{\sqrt{x_A^2 + y_A^2}}$
Конформна	0	-1	0
Еквідистантна	0	-∞	0
Довільна (перспектива)	0	0	0

Розрахунок плоских реперів віднесення (плоских 3-тканинних транспарантів) [7] здійснюють згідно з отриманими співвідношеннями заміною змінних $x_{A'}, y_{A'}, z_A$ такими виразами:

– для сімейства ліній α і λ

$$x_A = R \frac{\sin \lambda}{\sqrt{1 + tg^2 \alpha \cos^2 \lambda}}; \quad y_A = R \frac{\cos \lambda}{\sqrt{1 + tg^2 \alpha \cos^2 \lambda}}; \quad z_A = R \frac{tg \alpha \cos \lambda}{\sqrt{1 + tg^2 \alpha \cos^2 \lambda}};$$

– для сімейства ліній β

$$x_A = R \frac{\sin \lambda}{\sqrt{1 + tg^2 \beta \cos^2 \lambda}}; \quad y_A = R \frac{\cos \lambda}{\sqrt{1 + tg^2 \beta \cos^2 \lambda}}; \quad z_A = R \frac{tg \beta \cos \lambda}{\sqrt{1 + tg^2 \beta \cos^2 \lambda}};$$

Задача знаходження прообразу плоского відображення просторового точкового оригіналу, що є зворотною задачею щодо задачі знаходження положення плоского відображення просторового оригіналу, являє собою пошук значень просторових координат сферичної проекції A' за значеннями плоских координат ξ та ζ , а потім визначення просторових координат оригіналу як координат точки перетину променя із заданою поверхнею. Для цього спочатку визначають значення координат точок A_i та A_c (див. рисунок). Значення координат точки A_c знаходять, вирішуючи рівняння 1 з урахуванням її приналежності до площини, що проходить через точку A' паралельно площині XOY , а значення координат точки A_i – вирішуючи рівняння 1 з

урахуванням її приналежності до площини $A'OX$. Потім, використовуючи умову приналежності точки A' променю SA' й поверхні сфери Φ , знаходять значення просторових координат точки A' .

Шукані вирази для значень просторових координат точки A' мають такий вигляд:

$$\begin{cases} X_{A'} = \frac{X_{A'} - f_1}{Z_{A'}} Z_{A'} + f_1; \\ Y_{A'} = \frac{Y_{A'} - f_2}{Z_{A'}} Z_{A'} + f_2; \\ Z_{A'} = \frac{-(af_1 + bf_2) \pm \sqrt{(af_1 + bf_2)^2 - (a^2 + b^2 + 1)(f_1^2 + f_2^2 - R^2)}}{a^2 + b^2 + 1}, \end{cases} \quad (4)$$

де $a = \frac{X_{A'} - f_1}{Z_{A'}}; \quad b = \frac{Y_{A'} - f_2}{Z_{A'}}; \quad X_{A'} = \frac{X_{A_i} Y_{A'}}{Y_{A_i} Y_{A'}}; \quad Y_{A'} = \frac{|Z_{A'} - Z_{A_i}| tg \theta Y_{A_i}}{\sqrt{X_{A_i}^2 + Y_{A_i}^2}}; \quad Z_{A'} = Z_{A_i}.$

Знак у виразі (4) визначається з умови , а вид функцій наведено в таблицях 1–3.

У разі надання в якості вихідних даних значень кутових параметрів α, β, λ плоского відображення просторового оригіналу A , що визначаються за допомогою плоского 3-тканинного транспаранта [7], рішенням оберненої задачі плоского моделювання оглядовості є таке співвідношення:

Таблиця 3

Конічні нормальні проекції

Проекції	Аналітичні вирази	Функції
Рівновелика	$\frac{g_2 sc \theta \sqrt{(1 + \sin^2 \theta)s - 2z \sin \theta k_1} + 2y_A \sqrt{s}}{ssc \theta \sin 2\theta \sqrt{(1 + \sin^2 \theta)s - 2z \sin \theta k_1} - h \sqrt{s}}$	f ₂
Конформна	$\frac{g_2 ctg \theta g^{\sin \theta} (\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2})(s + s' - z_A)^{\sin \theta} + 2x_A (s + s' + z_A)^{\sin \theta}}{s ctg \theta g^{\sin \theta} (\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2})(s + s' - z_A)^{\sin \theta} \sin 2\theta - h (s - s' + z_A)^{\sin \theta}}$	
Еквідистантна	$\frac{g_2 (\theta + ctg \theta - k_2 \arcsin \frac{z_A}{s}) + 2y_A}{s \sin 2\theta (\theta + ctg \theta - k_2 \arcsin \frac{z_A}{s}) - h}$	
Довільна	$\frac{ y_A g_2 + 2y_A z_A \csc 2\theta}{s y_A \sin \theta - 2h}$	f ₁
Рівновелика	$\frac{g_1 sc \theta \sqrt{(1 + \sin^2 \theta)s - 2z \sin \theta k_1} + 2x_A \sqrt{s}}{ssc \theta \sin 2\theta \sqrt{(1 + \sin^2 \theta)s - 2z \sin \theta k_1} - h \sqrt{s}}$	
Конформна	$\frac{g_1 ctg \theta g^{\sin \theta} (\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2})(s + s' - z_A)^{\sin \theta} + 2x_A (s + s' + z_A)^{\sin \theta}}{s ctg \theta g^{\sin \theta} (\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2})(s + s' - z_A)^{\sin \theta} \sin 2\theta - h (s - s' + z_A)^{\sin \theta}}$	
Еквідистантна	$\frac{g_1 (\theta + ctg \theta - k_2 \arcsin \frac{z_A}{s}) + 2x_A}{s \sin 2\theta (\theta + ctg \theta - k_2 \arcsin \frac{z_A}{s}) - h}$	
Довільна	$\frac{ y_A g_1 + 2x_A z_A \csc 2\theta}{s y_A \sin \theta - 2h}$	

$$\begin{cases} X_{A'} = R \frac{\sin \lambda}{\sqrt{1 + tg^2 \gamma \cos^2 \lambda}}; \\ Y_{A'} = R \frac{\cos \lambda}{\sqrt{1 + tg^2 \gamma \cos^2 \lambda}}; \\ Z_{A'} = R \frac{tg \gamma \cos \lambda}{\sqrt{1 + tg^2 \gamma \cos^2 \lambda}}, \end{cases} \quad (5)$$

де кут γ замінюють у співвідношеннях (5) на α в разі належності плоского відображення розглянутого оригіналу до сімейства ліній α або λ , а в разі належності його до сімейства ліній β кут γ замінюють на β .

Просторові координати оригіналу A , що визначаються з умови його належності заданій поверхні й проекційному променю, мають такий вигляд:

$$\begin{cases} X_{A'} = \frac{X_{A'}}{Z_{A'}} Z_{A'}; \\ Y_{A'} = \frac{Y_{A'}}{Z_{A'}} Z_{A'}; \\ Z_{A'} = \frac{-NZ_{A'}}{KX_{A'} + LY_{A'} + MZ_{A'}}, \end{cases} \quad (6)$$

де K, L, M, N – коефіцієнти рівняння заданої поверхні.

Висновки. Отримані формули розрахунку проекції моделювання дорожньо-транспортних ситуацій дозволяють виконати розрахунок плоского відображення просторового оригіналу в різних проекціях з урахуванням наперед заданих умов плоского відображення й орієнтації головного напрямку зору оператора щодо обраної системи координат і його образу, що дозволить розробити єдиний алгоритм і програм-

ний засіб автоматизації процесів плоского моделювання візуального простору дорожньо-транспортної ситуації.

Список використаної літератури:

1. Галаса П.В. Експертний аналіз дорожньо-транспортних пригод / П.В. Галаса, В.Б. Кісільов, А.С. Куйбіда та ін. – К., 1995. – 192 с.
2. Решетніков Є.Б. Дослідження безпеки руху на нерегульованих перехрестях при обмеженій оглядовості / Є.Б. Решетніков, Д.В. Овсієнко // Восточноевропейский журнал передовых технологий. – 2012, № 3 (56). Том 2. – С. 36–39.
3. Решетніков Є.Б. Безпека руху на нерегульованих перехрестях при обмеженій оглядовості / Є.Б. Решетніков // Вестник ХНАДУ. – 2010. Вып. 50. – С. 52–56.
4. Розслідування обставин дорожньо-транспортних пригод. Метод. рекомендації / С.О. Шевцов, К.В. Дубонос. – Х. : Факт, 2002. – 172 с.
5. Туренко А.М. Автотехнічна експертиза. Дослідження обставин ДТП : [підручник для вищих навчальних закладів] / А.М. Туренко, В.І. Клименко, О.В. Сараєв, С.В. Данець. – Х. : ХНАДУ, 2013. – 320 с.
6. Кавун Ю.М. Технология проектирования визуального комфорта оператора / Ю.М. Кавун // Межведомственный сборник «Прогрессивные технологии и системы машиностроения». – Донецк : ДГТУ, 2000. – Вып. 9. – С. 83–88.
7. Кавун Ю.М. Геометрия визуального пространства / Ю.М. Кавун. – Донецк : ГНТБ, 1994. – 102 с.
8. Кавун Ю.М. Геометрический аппарат моделирования обзорности с заданными условиями отображения / Ю.М. Кавун, С.А. Тернов // Республиканский межведомственный научно-технический сборник «Прикладная геометрия и инженерная графика». – К. : Будівельник, 1985. – Вып. 39. – С. 23–25.
9. Тернов С.О. Автоматизация процесів плоского моделювання дорожньо-транспортних ситуацій / С.О. Тернов, М.І. Загороднов // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. – Донецьк : ДААТ, 2012. – № 4. – С. 8–12.