

УДК 658.566
UDC 658.566

TRANSPORTATION SAFETY: COMPARATIVE ANALYSIS OF MODERN APPROACHES
TO THE DEFINITION OF INFORMATION VOLUME OF THE ROAD TRAFFIC
ENVIRONMENT

Prokudin, D.Sc., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Lebed I.G., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Grysiuk Y.S., Ph.D. National Transport University, Kyiv, Ukraine
Gusev O.V., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Khmelev I.V., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ТРАНСПОРТНА БЕЗПЕКА: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО
ВИЗНАЧЕННЯ ІНФОРМАТИВНОСТІ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНОГО СЕРЕДОВИЩА

Прокудін Г.С., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Лебідь І.Г., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Грисяк Ю.С., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Гусев О.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Хмельов І.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

ТРАНСПОРТНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ
ПОДХОДОВ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ИНФОРМАТИВНОСТИ ДОРОЖНЬО-
ТРАНСПОРТНОГО СЕРЕДОВИЩА

Прокудин Г.С., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Лебедь И.Г., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Грисяк Ю.С., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Гусев А.В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Хмельёв И.В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Relevance. In the road transport system "Driver – Vehicle – Road – Environment" (DVRE) driver serves as controlling element. A necessary condition for the road transport system DVRE operation is the reception of the information flow about the environment, road, road control signs, vehicle's control panel, other road users and so on.

It is known that more than 95% percent of all information is received by the driver through visual analyzer. Therefore, further under the term information visual information is implied. Perceiving the information on the traffic situation, the driver selects a safe mode of driving. The process of driving can be characterized as a task in which a continuous collection/perception of information is of the most importance, and which consists of: – search for information; – monitoring the evenness of the road and condition of the road pavement surface; – orientation; –

estimation own vehicle's velocity, vehicle location within the traffic lane, curbs state; – observation of other traffic participants, road signs and so on.

From the perspective of physiology and visual analyzer structure, driver's (operator's) capabilities for simultaneous acquisition (processing) of large amounts of information are limited. This is confirmed by the statistic's data, showing that the errors in information acquisition of perception are the true reasons of up to 50% of all driver related accidents.

The aim of the article. In accordance with the above, on the one hand, the problem of increasing the road traffic safety via evaluating and enhancement of information content of road traffic environment arises, and, on the other hand, and the need for further research on information needs and patterns for driver information acquisition. Yet another problem is the checking of the adequacy of the existing approaches to the quantitative calculation of information content for road safety enhancement and, specifically, for driver safety improvement.

The following authors had conducted research related to the problems of quantitative calculation of road traffic environment information content I.V.Behma, E.V.Havrylov, Kalugskiy JA, K.M.Levitin, V.A.Haydukevich, Lobanov EM, D.Hofner, E. Vanecek, J.Weingarten, J.Zell and others. Detailed analysis of the results of the research by above authors is given in [1, 2, 3, 5].

The main material. It is proposed to consider the driver's information acquisition process in terms of his handling of incoming request flow. Such request flow could be described by some function $X(t)$, which determines the number of requests that need to be served during the time interval $(0, t)$. The function $X(t)$ is a random variable for each value of t . The number of claims received during the time interval $(0, t)$, depends on the value of t . Authors presume that the random function $X(t)$ is completely determined if for any periods $t_1, t_2, t_3, t_4, \dots, t_n$, one can specify the number of claims received during this period. Since the number of claims received for any duration of time is a random value, then to fully determine the flow requests it is necessary and sufficient to calculate the probability that during the time $(0, t)$ there comes K_1 requests, during the time $(0, t) - K_2$ requests and so forth.

The probability that during the time $t, t + h$, in the driver's field of vision will appear K elements which compose the road condition (of the specific road strip), depends primarily on h and K . If the density of road conditions is significant enough for this strip of the road, the probability that new elements will appear in the driver's visual field during the time $t, t + h$ is practically not dependent on the number of elements passed through the driver's visual field, i.e. via his visual analyzer until the moment of time t .

The anticipated flow can be described by Poisson probability equation, according to which the probability of incoming exact number of K elements during the time t is:

$$V_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{K!} * e^{-\lambda t}, \quad (1)$$

where $V_k(t)$ – the probability of incoming exact number of K elements; K – the number of elements received to be perceived; λ – mathematical expectation of the number of elements per unit time; t – time; e – base of natural logarithm.

The probability of the different number of elements entering the driver's visual and carrying the according is described by a normal distribution:

$$f_x = \frac{1}{\sigma \cdot 2\pi} e^{-\frac{(x-\bar{X})^2}{2\sigma^2}}, \quad (2)$$

where f_x – probability of elements entering the visual field; \bar{X} – mean variable feature (number of elements); σ – standard deviation of the specific values X_i ; from the mean value \bar{X} .

The mathematical description of the request flow $V_k(t)$ and the probability of incoming different number of elements in the visual field which can be described by the law f_x , presents

curtain interest for the purposes of optimizing road conditions. However, the model considers only the probability of a field K of elements (i.e., the number of requests), but does not provide mathematical description of the driver's "visual servicing" doesn't allow to describe the visual information acquisition via eye movements.

The following approach is also proposed to study of the driver's of visual acquisition of information. This approach implies that the road – is source of visual information, is presented screen changeable images. It is also assumed that the traffic situation is displayed on the spherical screen– retina of driver's "cyclopean eye", which serves as a receiver of information. Moreover, unlike the classical information transfer systems – communication systems, in the DVRE system the encoding (and sampling) of information is executed by receiver (i.e. the eye). The following features of the visual analyzer as so called "encoder" are taken into account: – during the perception of images the eye acts as spectral analyzer, displaying images as Fourier- Walsh series; – limited resolution of the visual analyzer – 1 angular minute – leads to "reduction" of Fourier-Walsh series; – basic amount of visual information gets via the fovea falls within the angle of 1,5 – 2,0 °. In the process of recognition of road conditions pictures the eye exercises saccadic movements from one fixation point to another, like a searchlight beam as it "scans" the road; – inertial properties of the visual analyzer lead to the existence of "time slice" $\tau_0 \approx 0,1s$ – the minimum recognition time of road objects.

Taking into account the above characteristics of visual perception, the following relationship to describe the nature of the sampling and coding of the road images is proposed:

$$\bar{L}_i = \sum_{p \cdot r_0}^{2m_{i-1}} b_{pri}(t) * \psi_p(t) * \psi_r(e), \quad (3)$$

where: $\psi_p(t), \psi_r(e)$ – Walsh functions; t –; $B_{PRI}(E)$ – factor related to the object observation time t .

The amount of information and its speed of perception can be calculated using the equations:

$$I_c = 4^{m_i} \cdot \log_2 \left[\frac{l_{pri}(t)}{\Delta L} \right] \quad (4)$$

$$C = \frac{4^{m_i} \cdot \log_2 \left[\frac{l_{pri}(t)}{\Delta L} \right]}{\tau_0} \quad (5)$$

where: I – amount of information; C – speed of information perception; ΔL – minimally noticeable threshold; m_i – determined from: $m = [\log_2(a_0 / a'_{min})]$; $l_{pri}(t)$ – brightness perceived by an observer.

It should be noted that the approach and received equations proposed by K.M.Levitin allow only to assess the visibility conditions and effectiveness of the technical means to secure the adequate visibility conditions for different traffic situations. However, the criteria used are exclusively for lighting equipment purposes.

Let's consider the process of acquiring the information by the driver road from the environment which consists of N elements and a D_N links. Information content for this system can be calculated using the following expression:

$$I = -D_N \sum p_i \ln p_i, \quad (6)$$

where I – information volume of road environment; D_N – number of connections in informative graph;

p_i – probability of appearance of the i -th road environment element.

The process of incoming information flow (from the road conditions to the driver) is continuous and given the fact that the entropy of continuous distributions is defined as the ultimate case of discrete distributions entropy, information may be defined as follows:

$$I = -D_N \int_0^{\infty} p_x \ln p(x) dx \quad (7)$$

The above is based on the following assumptions: – an essential element of visual perception – eye movements; – in the process of vehicle movement different elements of road environment appear in the visual field of the driver, with different value and volume of information content, i.e. their functional significance for the movement is not the same. The driver's eye more often and for longer periods of time captures the elements of road environment that are most significant, i.e. which help the driver evaluate its own speed of movement, turns of the road etc. Thus, according to the author, the number of driver's eye movements defines the level of information content of road elements.

In the case where there are no "noise", i.e. when the receiver accepts information accurately, informative capacity road environment I (it is connected directly to the receiver of information, i.e. the driver) can be determined using the following relationship:

$$I = -D_N^{\min} \left(\ln \frac{1}{m} - 1 \right), \quad (8)$$

where D_N^{\min} – minimum number of movements of driver's eye-sight; m – assembly average of information content of the road strip.

The above model of road environment implies linking the volume of perceived information to the driver's psychophysiological characteristics – eye movements. Having evident advantages compared to other modern methods of evaluation information volume of the of road environment (in particular, it provides a direct relationship between the information volume of the considered road strip and the information volume of separate information elements that compose the later), this model still does not assess patterns of visual information acquisition and doesn't allow to describe the movement of visual attention algorithms and spatial movement of driver's eye-sight in space. Also, a situation in which there are no so-called "noises" while driver is acquiring visual information may only be created artificially and only for limited experimental studies. On the other hand, the "mechanical" access to using such parameter as number of eye movements (in this case, as a phenomenological parameter) without determining the importance of the observed objects and algorithms of eye movements, cannot be used for the purposes of road safety enhancement.

The amount of new information that the driver receives from the next element that comes before him can be calculated using:

1. In recognition stage (I phase):

$$\Delta I_n = \left(H_1 - \sum_{i=2}^{n-1} H_i \right) \cdot K_1 K_2, \quad (9)$$

where n – order number of the element of road surrounding of j -th class for typical stretch of road; H_j – mean uncertainty of one element of road surrounding of i -th class; K_1, K_2 – coefficients dependent on the length of the road strip.

2. Assessment of operational information stage (II stage):

$$\Delta I_n = \sum I_j K_1 K_2, \quad (10)$$

where ΣI – informative capacity for operational information for j -th strip of road; K_1, K_2 – coefficients dependent on the length of the road strip. The author believes that the sources of information at this stage of processing are, in particular, the distances between the informative elements and the angular velocities of the latter relative to the vehicle. The angular velocity of the "cyclopean eye" of the driver can be determined by:

$$\omega = \sqrt{\left[\left(\frac{Y}{X^2 + Y^2} \pm \frac{I}{R} \right) * V \right]^2 + \left[\frac{Z * X * V}{(X^2 + Y^2 + Z^2) * \sqrt{X^2 + Y^2}} \right]^2} \quad (11)$$

where X, Y, Z – coordinates of the spatial position of a perceived object located at point K relatively to the "cyclopean eye", which in turn, is located at the point M ; v - resulting linear velocity of the point K relatively to the point M ; R – radius of the road bend where the vehicle is moving. In the equation (11) the sign " \pm " defines the left or right part of the curve from the driver's point of view.

If the driver's gaze is scanning in the longitudinal and transverse directions of the road, the angular velocity can be calculated using the equation:

$$\omega_{\text{ш}} = \sqrt{\omega_{x(B)} + \omega_{y(D)} \sin^2 \varphi} \cdot \frac{180}{\pi}, \quad (12)$$

where $\omega_{x(B)}$ – angular velocity at the point B ; $\omega_{y(D)}$ – angular velocity at the point D ; φ – angle between the line of sight and the direction of motion of the vehicle.

The proposed model includes such important, in terms of describing the visual information acquisition by the driver, values as – angular velocity of the driver's eye-sight in the longitudinal direction and the angular velocity of the eye-sight in the transverse direction. These values could have been used to describe the spatial movements of the driver's eye-sight, but the problem was not considered or solved (11–12).

To characterize the hazard situation arising from sudden changes in road conditions the next approach and mathematical model were proposed; later takes into account the dynamics of change in driver's information receiving capacity. The definition "intensity of information flow" was introduced:

$$J = \frac{H(V) - H(V/\bar{\sigma})}{T} \quad (13)$$

where $H(V)$ – entropy of the system for the velocity of vehicle V ; $H(V/\bar{\sigma})$ – entropy of the system after receiving the information about the velocity's (V) standard deviation; T – time period during which the standard deviation is assessed.

It is assumed that the system "Vehicle – Road" can be described by one phase coordinate, i.e. by vehicle velocity V . Thus the entropy of a system is determined by the equation:

$$H(V) = \int f(V) \log_2(f(V)) dV, \quad (14)$$

where: $H(V)$ – entropy of the system; $F(V)$ – density of distribution density vehicle velocity; V – velocity of the vehicle.

Finally, bearing in mind all above, it should be stated for the purposes of assessing the driver's safety (his safe operation, safety skills etc.) it is more appropriate to define the relationship between the information value of road objects and the patterns of driver's visual information acquisition (algorithms of eye-sight movements, eye scanning, searching for relative information etc.). Thus, the information value will be comparative and will be determined in accordance with hierarchical series of meaningful road informative objects and informative zones for each specific hazardous road traffic situation. More detailed analysis of composing such mathematical model for the analysis of driver's eye-sight movements (as part of visual information acquisition) is given in [4].

Conclusions. Analysis of studies devoted to issues of visual information acquisition by drivers and the assessment of information content, value and volume for road traffic environment allowed making the following conclusions:

- today the visual perception studies for road traffic situations tend to using methods of evaluation of information volume originating from information theory that ignores so-called biological nature of the visual information acquisition by the driver. One of the most important features, from the point of view of biological system, i.e. the value of information (and the variability of this value over time or depending on specific road traffic situation);
- main purpose of existing methods informative assessment is to determine the amount of information contained in the surrounding environment (road, roadside space, etc.). Moreover, the volume of information is calculated on the presumption that it equals the entropy of the system (quantitatively the anti-entropy is being determined, i.e. the total amount of information that can be acquired from a specific road-traffic situation). Thus, on the one hand, the anti-entropy is being determined, but not the amount/volume of information received by the driver. On the other hand, this approach ignores the fact that different information elements (objects) are of a different value for the driver (especially in terms of safety) and that the visual acquisition time for different objects (even if they on the average contain the same volume of information) can vary considerably. Moreover, the same object (element) will represent a different value depending on the specific road-traffic situation. And it confirms the calculation of absolute values of "informative capacities" are in fact, relative values, which, in turn, requires different approaches and solutions;
- at the moment the issues dealing with relation of road environment information content and the road traffic safety (logistics safety etc.) are not addressed;
- patterns of visual information acquisition by driver are not sufficiently studied;
- during the driving process the driver collects all important visual information to ensure the road safety. This process is of spatial and temporal nature. We can assume that the timeliness and order of visual information acquisition will define the efficiency of this process and determine the "final" of information volume;
- for the purposes of road traffic safety (logistics safety) the mathematical tools are needed to describe the driver's eye-sight movements during the visual information acquisition [4].

REFERENCES

1. Prokudin G.S. Models and methods for optimizing shipments in transportation systems. Kyiv: NTU, 2006. 224 p. (Ukr.)
2. Danchuk V.D., Prokudin G.S., Tsukanov O.I., Tsymbal N.M. Computer technologies for statistics analysis in transport. Kyiv: NTU, 2013. 280 p. (Ukr.)
3. Prokudin G.S., Prokudin O.G., Pechenko S.M. Solving the multi-stage transportation tasks. Management of projects, system analysis and logistics. – Kyiv, National Transport University – 2011. Vol. 8. – P. 159 - 163. (Ukr.)
4. Gusev O.V. Improving the road transport safety. Visnyk NTU. 2004. No. 9. P. 98 – 103. (Engl.)
5. Prokudin G.S., Dudnyk O.S. Increasing the efficiency of management for transporting the manufactured cars. Management of projects, system analysis and logistics. – Kyiv, National Transport University – 2011. Vol. 8. – P. 154 - 158. (Ukr.)

6. Prokudin G.S., Tsukanov O.I. Optimizing the stock of orders for shipping the freights in transportation-logistics systems. Problems in Transport. – Kyiv, National Transport University – 2011. Vol. 8. – P. 60-64. (Ukr.)
7. Dmytrychenko M.F., Levkovets P.R., Tkachenko A.M. Transportation technologies in logistics' systems. Kyiv: Informavtodor, 2007. 676 p. (Ukr.)
8. Prokudin G.S., Bosnjak M.G., Lebed I.G., Grysjuk Y.S., Gusev A.V., Omarov J.M. Defining the ways to increase the Safety of Hazardous Goods in International Automobile Transportation. Management of projects, system analysis and logistics. – Kyiv, National Transport University – 2014. Vol. – P. 48 – 53. (Engl.)

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Прокудін Г.С. Моделі і методи оптимізації перевезень у транспортних системах [монографія] / Г.С. Прокудін, – К.: НТУ, 2006. – 224 с.
2. Данчук В.Д. Комп'ютерні технології статистичного аналізу на транспорті / В.Д. Данчук, Г.С. Прокудін, О.І. Цуканов, Н.М. Цимбал, – К.: НАУ, 2013. – 280 с.
3. Прокудін Г.С. Розв'язання багатоетапних транспортних задач / Г.С. Прокудін, О.Г. Прокудін, С.М. Печенко // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – 2011. – № 8. – С. 159 - 163.
4. Gusev O.V. Improving the road transport safety. Visnyk NTU. 2004. No. 9. P. 98 – 103. (Engl.)
5. Прокудін Г.С. Підвищення ефективності управління перевезеннями легкових автомобілів / Г.С. Прокудін, О.С. Дудник // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – 2011. – № 8. – С. 154 -158.
6. Прокудін Г.С. Оптимізація портфелю замовлень на перевезення вантажів у транспортно-логістичних системах / Г.С. Прокудін, О.І. Цуканов // Проблеми транспорту, №. 8. – К.: НТУ, 2011. – С. 60-64.
7. Дмитриченко М.Ф. Транспортні технології в системах логістики: [підруч. для студентів вищ. учб. закладів] / [М.Ф.Дмитриченко, П.Р.Левковець., А.М.Ткаченко та ін.]. – Київ: Інформавтодор, 2007. – 676 с.
8. Prokudin G.S., Bosnjak M.G., Lebed I.G., Grysjuk Y.S., Gusev A.V., Omarov J.M. Defining the ways to increase the Safety of Hazardous Goods in International Automobile Transportation. Management of projects, system analysis and logistics. – Kyiv, National Transport University – 2014. Vol. 14. – P. 48 – 53. (Engl.)

РЕФЕРАТ

Прокудін Г.С. Транспортна безпека: порівняльний аналіз сучасних підходів до визначення інформативності дорожньо-транспортного середовища. / Г.С. Прокудін, І.Г.Лебідь, Ю.С. Грисюк, О.В. Гусев, І.В.Хмельов // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Науковий журнал: в 2 ч. Ч. 1: Серія: „Технічні науки” – К. : НТУ, 2014. – Вип. 14.

У статті розглянуті питання пов'язані із порівняльним аналізом сучасних підходів до визначення інформативності дорожньо-транспортного середовища для забезпечення транспортної (зокрема, логістичної) безпеки. В дорожньо-транспортній системі "водій – автомобіль – дорога – середовище" (ВАДС) водій виконує роль керуючого елемента. Необхідною умовою роботи дорожньо-транспортної системи ВАДС є надходження інформації про навколишнє середовище, дорогу, інших учасників руху тощо.

Відомо, що більше ніж 95 % процентів всієї інформації надходить до водія через зоровий аналізатор. Тому надалі під поняттям інформація будемо розуміти зорову інформацію. Сприймаючи інформацію про дорожню ситуацію, водій обирає певний безпечний режим руху автомобіля. Процес керування автомобілем може бути охарактеризоване як задача, в якій безперервний збір інформації має найважливіше значення, та складовими якого є: – пошук інформації; – спостереження за профілем дороги,

а також за типом та станом дорожнього покриття; – орієнтування; оцінка швидкості руху свого автомобіля, розташування автомобіля на смузі руху, стану обочин; – спостереження за іншими учасниками руху, дорожніми знаками тощо.

З точки зору психофізіології та структури зорового аналізатора можливості водія (оператора), щодо одночасного обслуговування (переробки) великої кількості інформації, обмежені. Це підтверджується статистикою, яка свідчить, що саме помилки сприйняття та переробки інформації призводять до 50 % всіх ДТП, що пов'язані із водіями.

Постає задача підвищення безпеки дорожнього руху, логістичної безпеки за рахунок оцінки та удосконалення інформативності дорожньо-транспортного середовища, з одного боку, та дослідження інформаційних потреб та закономірностей збору водієм інформації, з іншого боку. Також постає задача з'ясування адекватності кількісної оцінки інформативності для цілей забезпечення безпеки дорожнього руху з точки зору безпеки водія, зокрема, оцінки та підготовки безпечного водія.

Аналіз робіт, присвячених вивченню питань сприйняття водіями зорової інформації, оцінці інформативності дорожньо-транспортного середовища, прийому інформації, дозволив зробити наступні висновки:

- в даний час в дослідженнях процесу сприйняття дорожньо-транспортної ситуації використовуються методи оцінки об'єму інформації, запозичені з теорії інформації, що не враховує біологічної сутності процесу прийому інформації водієм. Не враховується одна з головних, з погляду біологічної системи, властивість інформації – її цінність (та змінюваність цієї цінності в часі чи в залежності від певної дорожньо-транспортної ситуації);

- основною метою існуючих методів інформативної оцінки є визначення кількості інформації, що міститься в оточуючій водія середовищі (дорозі, придорожньому просторі і т.п.). Причому, кількість інформації визначається, виходячи з тієї передумови, що воно повинне дорівнювати по величині ентропії системи (кількісно визначається антиентропія, тобто сумарна кількість інформації, яку можна витягнути з конкретної ситуації). При цьому, з одного боку, визначається антиентропія, а не кількість отриманої водієм інформації. З другого боку, такий підхід не враховує той факт, що різні інформативні елементи (об'єкти) представляють для водія різну цінність (перш за все, з погляду безпеки) і, що час обслуговування кожного з елементів, навіть у випадку, що вони містять в середньому однакову кількість інформації, може суттєво відрізнятись. Більше того, той самий об'єкт (елемент) буде представляти різну цінність в залежності від конкретної дорожньо-транспортної ситуації. Фактично, це свідчить про умовність обчислення абсолютних значень "інформативних місткостей" елементів, та потребує інших підходів та рішень;

- не вирішується питання зв'язку інформативності дорожнього середовища з безпекою дорожнього руху та, зокрема, безпекою водія (с точки зору ефективності збору ним зорової інформації);

- не вивчаються способи і закономірності збору водієм інформації;

- в процесі розпізнавання картин дорожньої обстановки водій здійснює переміщення погляду від однієї інформативної зони до іншої, від одного інформативного об'єкту до іншого. Переміщення променя ясного бачення при цьому подібно скануванню променя прожектора;

- водій в процесі управління транспортним засобом здійснює збір всієї зорової інформації важливої з погляду забезпечення безпечного проїзду. Цей процес здійснюється в просторі і в часі. Можна припустити, що своєчасність і певна послідовність отримання релевантної зорової інформації свідчатимуть про ту або іншу ефективність процесу отримання інформації та визначатиме "остаточну" кількість інформації.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТРАНСПОРТНА БЕЗПЕКА, ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА ВАДС, МОДЕЛЬ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНОГО СЕРЕДОВИЩА, ЗОРОВА ІНФОРМАЦІЯ, ОБ'ЄМ ІНФОРМАЦІЇ, СПРОМОЖНОСТІ ЗОРОВОГО АНАЛІЗАТОРА

ABSTRACT

Prokudin G.S., Lebed I.G, Grysiuk Y.S., Gusev A.V., Khmelyov I.V. Transportation safety: comparative analysis of modern approaches to the definition of information volume of the road traffic environment. Science journal: In Part 2. Part 1: Series: "Technical sciences" - Kyiv: NTU, 2014. - Vol. 14.

The article deals with assessment of would be approaches to defining the information volume of the road traffic environment related to road traffic safety (also for logistics safety). In the road transport system "Driver – Vehicle – Road – Environment" (DVRE) driver serves as controlling element. A necessary condition for the road transport system DVRE operation is the reception of the information flow about the environment, road, road control signs, vehicle's control panel, other road users and so on.

It is known that more than 95% percent of all information is received by the driver through visual analyzer. Therefore, further under the term information visual information is implied. Perceiving the information on the traffic situation, the driver selects a safe mode of driving. The process of driving can be characterized as a task in which a continuous collection/perception of information is of the most importance, and which consists of: – search for information; – monitoring the evenness of the road and condition of the road pavement surface; – orientation; – estimation own vehicle's velocity, vehicle location within the traffic lane, curbs state; – observation of other traffic participants, road signs and so on.

From the perspective of physiology and visual analyzer structure, driver's (operator's) capabilities for simultaneous acquisition (processing) of large amounts of information are limited. This is confirmed by the statistic's data, showing that the errors in information acquisition of perception are the true reasons of up to 50% of all driver related accidents.

In accordance with the above, on the one hand, the problem of increasing the road traffic safety via evaluating and enhancement of information content of road traffic environment arises, and, on the other hand, and the need for further research on information needs and patterns for driver information acquisition. Yet another problem is the checking of the adequacy of the existing approaches to the quantitative calculation of information content for road safety enhancement and, specifically, for driver safety improvement.

Finally, bearing in mind all above, it should be stated for the purposes of assessing the driver's safety (his safe operation, safety skills etc.) it is more appropriate to define the relationship between the information value of road objects and the patterns of driver's visual information acquisition (algorithms of eye-sight movements, eye scanning, searching for relative information etc.). Thus, the information value will be comparative and will be determined in accordance with hierarchical series of meaningful road informative objects and informative zones for each specific hazardous road traffic situation.

Analysis of studies devoted to issues of visual information acquisition by drivers and the assessment of information content, value and volume for road traffic environment allowed making the following conclusions:

- today the visual perception studies for road traffic situations tend to using methods of evaluation of information volume originating from information theory that ignores so-called biological nature of the visual information acquisition by the driver. One of the most important features, from the point of view of biological system, i.e. the value of information (and the variability of this value over time or depending on specific road traffic situation);
- main purpose of existing methods informative assessment is to determine the amount of information contained in the surrounding environment (road, roadside space, etc.). Moreover, the volume of information is calculated on the presumption that it equals the entropy of the system (quantitatively the anti-entropy is being determined, i.e. the total amount of information that can be acquired from a specific road-traffic situation). Thus, on the one hand, the anti-entropy is being determined, but not the amount/volume of information received by the driver. On the other hand, this approach ignores the fact that different information elements (objects) are of a different value for the driver (especially in terms of safety) and that the visual acquisition time for different objects (even if they on the average contain the same volume of information) can vary

considerably. Moreover, the same object (element) will represent a different value depending on the specific road-traffic situation. And it confirms the calculation of absolute values of "informative capacities" are in fact, relative values, which, in turn, requires different approaches and solutions;

- at the moment the issues dealing with relation of road environment information content and the road traffic safety (logistics safety etc.) are not addressed;
- patterns of visual information acquisition by driver are not sufficiently studied;
- during the driving process the driver collects all important visual information to ensure the road safety. This process is of spatial and temporal nature. We can assume that the timeliness and order of visual information acquisition will define the efficiency of this process and determine the "final" of information volume;
- for the purposes of road traffic safety (logistics safety) the mathematical tools are needed to describe the driver's eye-sight movements during the visual information acquisition.

KEY WORDS: TRANSPORTATION SAFETY, ROAD TRANSPORT SYSTEM DVRE, MODEL OF ROAD ENVIRONMENT, VISUAL INFORMATION, INFORMATION VOLUME, VISUAL ANALYZER CAPABILITIES,

РЕФЕРАТ

Прокудин Г.С. Транспортная безопасность: сравнительный анализ современных подходов к определению информативности дорожно-транспортного середовища. / Г.С. Прокудин, И.Г.Лебедь, Ю.С. Грысюк, А.В. Гусев, И.В. Хмельов // Управление проектами, системный анализ и логистика. Научный журнал: в 2 ч. Ч. 1: Серия: „Технические науки” – К. : НТУ, 2014. – Вип. 14.

В статье рассмотрены вопросы, связанные с сравнительным анализом современных подходов к определению информативности дорожно-транспортной среды для обеспечения транспортной (в частности, логистической) безопасности. В дорожно-транспортной системе "водитель - автомобиль - дорога - среда" (ВАДС) водитель выполняет роль управляющего элемента. Необходимым условием работы дорожно-транспортной системы ВАДС является поступление информации об окружающей среде, дороге, других участниках движения и тому подобное.

Известно, что более 95% процентов всей информации поступает к водителю через зрительный анализатор. Поэтому в дальнейшем под понятием информации будем понимать зрительную информацию. Воспринимая информацию о дорожной ситуации, водитель выбирает определенный безопасный режим движения автомобиля. Процесс управления автомобилем может быть охарактеризован как задача, в которой непрерывный сбор информации должен иметь первостепенное значение, и составляющими которого являются: поиск информации, наблюдение за профилем дороги, а также за типом и состоянием дорожного покрытия, ориентирование, оценка скорости движения своего автомобиля, расположение автомобиля на полосе движения, состояния обочин, наблюдение за другими участниками движения, дорожными знаками и тому подобное.

С точки зрения психофизиологии и структуры зрительного анализатора возможности водителя (оператора) по одновременному обслуживанию (переработке) большого количества информации, ограничены. Это подтверждается статистическими данными, которые свидетельствуют, что именно ошибки восприятия и переработки информации приводят к 50% всех ДТП, связанных с водителями.

Возникает задача повышения безопасности дорожного движения (логистической безопасности) за счет оценки и усовершенствования информативности дорожно-транспортной среды, с одной стороны, и исследования информационных потребностей и закономерностей сбора водителем информации, с другой стороны. Также стоит задача выяснения адекватности количественной оценки информативности в целях обеспечения безопасности дорожного движения с точки зрения безопасности водителя.

Анализ работ, посвященных изучению вопросов восприятия водителями зрительной информации, оценки информативности дорожно-транспортной среды, приема информации, позволил сделать следующие выводы:

- в настоящее время в исследованиях процесса восприятия дорожно-транспортной ситуации используются методы оценки объема информации, заимствованные из теории информации, которые не учитывают биологическую сущность процесса приема информации водителем. Не учитывается одно из главных, с точки зрения биологической системы, свойство информации - ее ценность (и сменяемость этой ценности во времени или в зависимости от определенной дорожно-транспортной ситуации);

- основной целью существующих методов информативной оценки является определение количества информации, содержащейся в окружающей среде водителя (дороге, придорожном пространстве и т.п.). При этом количество информации определяется, исходя из той предпосылки, что оно должно равняться по величине энтропии системы. А, исходя из этого, антиэнтропия определяется как суммарное количество информации, которую можно извлечь из конкретной ситуации. При этом, с одной стороны, определяется антиэнтропия, а не количество полученной водителем информации. С другой стороны, такой подход не учитывает тот факт, что различные информативные элементы (объекты) представляют для водителя различную ценность (прежде всего, с точки зрения безопасности) и, что время обслуживания каждого из элементов, даже в случае, когда они содержат в среднем одинаковое количество информации, может существенно отличаться. Более того, тот же объект (элемент) будет представлять различную ценность в зависимости от конкретной дорожно-транспортной ситуации. Фактически, это свидетельствует об условности вычисления абсолютных значений "информативных емкостей" элементов, и требует других подходов и решений;

- не решается вопрос связи информативности дорожной среды с безопасностью дорожного движения и, в частности, безопасностью водителя (с точки зрения эффективности сбора им зрительной информации);

- не изучаются способы и закономерности сбора водителем информации;

- в процессе распознавания картин дорожной обстановки водитель осуществляет перемещение взгляда от одной информативной зоны к другой, от одного информативного объекта к другому. Перемещение луча ясного видения при этом подобно сканированию луча прожектора;

- водитель в процессе управления транспортным средством осуществляет сбор всей зрительной информации важной с точки зрения обеспечения безопасного проезда. Этот процесс осуществляется в пространстве и во времени. Можно предположить, что своевременность и определенная последовательность получения релевантной зрительной информации свидетельствует о той или иной эффективности процесса получения информации и определяет "окончательное" количество информации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТРАНСПОРТНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА ВАДС, МОДЕЛЬ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ СРЕДЫ, ЗРИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ, ОБЪЕМ ИНФОРМАЦИИ, ВОЗМОЖНОСТИ ЗРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА

АВТОРИ:

Прокудін Георгій Семенович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри «Міжнародні перевезення і митний контроль», e-mail: P_G_S@ukr.net, тел. +380442808402, Київ, Україна, ул.Суворова 1, к.437.

Лебідь Ірина Георгіївна, кандидат технічних наук, доцент Національний транспортний університет, доцент кафедри «Міжнародні перевезення і митний контроль», e-mail: i_lebed@list.ru, тел. +380442808402, Київ, Україна, ул.Суворова 1, к.437.

Грисюк Юрій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент Національний транспортний університет, доцент кафедри «Транспортне право та логістика», e-mail: hrysjuk@ukr.net, тел. +380442544326, Київ, Україна, ул.Суворова 1, к.439.

Гусев Олександр Володимирович, кандидат технічних наук, доцент Національний транспортний університет, доцент кафедри «Міжнародні перевезення і митний контроль», Київ, Україна, вул.Суворова 1, к.437.

Хмельов І.В., кандидат технічних наук, доцент Національний транспортний університет, доцент кафедри «Транспортні технології», e-mail: hiv@yandex.ua, тел. +380442808402, Київ, Україна, вул.Суворова 1, к.440.

AUTHORS:

Prokudin Georgiy S., D.Sc., Ph.D., professor National Transport University, professor department of international transportation and customs control, head of department, tel.: +380442808402, Kiev, Ukraine, Suvorova Str. 1, rm.437.

Lebid Iryna G. , Ph.D., associate professor National Transport University, associate professor department of international transportation and customs control, e-mail: i_lebed@list.ru, tel.: +380442808402, Kiev, Ukraine, Suvorova Str. 1, rm.437.

Grysiuk Yuriy S, associate professor National Transport University, associate professor department of transportation law and logistics, e-mail: hrysjuk@ukr.net, tel.: +380442544326, Kiev, Ukraine, Suvorova Str. 1, rm.439.

Gusev Alexander V., Ph.D., associate professor National Transport University, associate professor department of international transportation and customs control, e-mail: avg_ntu@yandex.ua, tel.: +380442808402, Kiev, Ukraine, Suvorova Str. 1, rm.437.

Khmelev Igor V., associate professor National Transport University, associate professor department of transport technologies, e-mail: hiv@yandex.ua, tel.: +380442808402, Kiev, Ukraine, Suvorova Str. 1, rm.440.

АВТОРЫ:

Прокудин Георгий Семёнович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры «Международные перевозки и таможенный контроль» , e-mail: P_G_S@ukr.net, , тел. +380442808402, Киев, Украина, ул. Суворова 1, к.437.

Лебедь Ирина Георгиевна, кандидат технических наук, доцент Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Международные перевозки и таможенный контроль», e-mail: i_lebed@list.ru, тел. +380442808402, Киев, Украина, ул. Суворова 1, к.437.

Грисюк Юрий Сергеевич, кандидат технических наук, доцент Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Транспортного права и логистики», e-mail: hrysjuk@ukr.net, тел. +380442544326, Киев, Украина, ул. Суворова 1, к.439.

Гусев Александр Владимирович, кандидат технических наук, доцент Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Международные перевозки и таможенный контроль», e-mail: avg_ntu@yandex.ua, тел. +380442808402, Киев, Украина, ул. Суворова 1, к.437.

Хмельов Игорь Владимирович, кандидат технических наук, доцент Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Транспортные технологии», e-mail: hiv@yandex.ua, тел. +380442808402, Киев, Украина, ул. Суворова 1, к.440.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Ігнатенко О.С., доктор технічних наук, професор, Національна академія державного управління при президентові України, професор кафедри регіонального управління, місцевого самоврядування та управління містом, Київ, Україна.

Петров О.К., доктор економічних наук, професор, Національний університет, професор кафедри організації, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Ignatenko O.S., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Academi of State Management, professor, department of regeonal management, Kyiv, Ukraine.

Petrov O.K., Ph.D., Economics (Dr.), professor, National University, professor, department of organizations, Kyiv, Ukraine.