

2. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
3. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.
4. Коноплянко В.І. Организация и безопасность дорожного движения. – М.: Транспорт, 1991. – 180 с.
5. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управления ими. – М.: Транспорт, 1972. – 424 с.
6. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения. – М.: Транспорт, 1990. – 255 с.

*Отримано 18.03.2011*

УДК 656.13

В.К.ДОЛЯ, д-р техн. наук, І.А.АФНАСЬЄВА  
*Харківська національна академія міського господарства*  
І.П.ЕНГЛЕЗІ, канд. техн. наук  
*Донецький інститут автомобільного транспорту*

## **ЗАЛЕЖНІСТЬ ПАРАМЕТРІВ ОСНОВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ВОДІЇВ ВІД ЇХ ІНФОРМАЦІЙНОГО НАВАНТАЖЕННЯ**

Визначено вплив інформаційного навантаження на параметри основної діяльності водіїв за допомогою кількісного аналізу показників ЕЕГ, які характеризують збуджувальні та гальмівні процеси у корі головного мозку.

Определено влияние информационной нагрузки на параметры основной деятельности водителей с помощью количественного анализа показателей ЕЕГ, которые характеризуют возбуждательные и тормозные процессы в коре головного мозга.

In article influence of information loading on parameters of primary activity of drivers by means of the quantitative analysis of indicators EEG which characterize exciting and brake processes in a cerebral cortex is defined.

*Ключові слова:* інформація, водій, увага, гальмівні процеси, збуджувальні процеси, ЕЕГ.

Система "людина - знаряддя труда - предмет праці - виробниче середовище" (ЛТПС) є складним функціонуючим цілим, в якому ведуча роль належить людині. В області ергономіки на автомобільному транспорті ергатичну систему ЛТПС можна представити в наступному виді: "водій - автомобіль - дорога - середовище" (знаки, автомобілі, що рухаються, пішоходи, телефон, радіо, пасажири, пришляхова реклама та ін.) (ВАДС). Однією з основних задач ергономіки є розробка нових, а також удосконалення існуючих методів обліку людських факторів при проектуванні умов праці. Виконання будь-якого завдання поставленого перед людиною, залежить від якості прийому і переробки інформації. Сприйняття і переробка інформації, що надходить, в умовах її перенасичення, вимагає постійного переключення уваги з одного джерела на інше, унаслідок чого увага водія стає розсіяною. Наслідком

розсіяної уваги у водія є створення аварійної ситуації або безпосередньо ДТП. Під час руху головним джерелом одержання інформації водієм є дорожня обстановка (дорога, знаки, автомобілі, що рухаються, пішоходи), однак існує безліч додаткових джерел (телефон, радіо, пасажирки, пришлахова реклама), на які може переключатися водій, у випадку чого ймовірність виникнення ДТП значно підвищується. Тому вивчення впливу інформаційного навантаження на людину в ергатичних системах є актуальним.

Психофізіологічні можливості водія щодо прийому та переробки інформації, яка надходить, великі, але не безмежні. Існують обмеження по швидкості й кількості інформації, що переробляється, а також по загальному ресурсу уваги [9]. Водій сприймає інформацію вибірково, виділяючи із загального потоку тільки значиму. Однак у випадках, коли навантаження інформацією вище припустимого, водій може не помітити сигналу світлофора чи дорожній знак. Для забезпечення високої ефективності виконання основної задачі водія необхідне вивчення розумного розподілу людських ресурсів уваги.

Розумове робоче навантаження водія розглядається як один із найважливіших факторів, що впливають на безпеку руху [8, 11]. У минулі десятиліття ряд закордонних авторів досліджували робоче навантаження водія за допомогою різних методик, таких як суб'єктивний вимір [10], вимір за допомогою вторинних задач [12], і вимір фізіологічних параметрів (електроенцефалографія, електрокардіографія) [13].

У вітчизняних дослідженнях розглядалися питання психічного навантаження і психічної напруги. Вимір зміни нервово-емоційної напруги водія здійснювалося за показниками, які об'єктивно реєструють фізіологічні зрушення (частота пульсу, шкірно-гальванічна реакція, частота подиху, електроенцефалограма) [1, 7, 8]. У дослідженнях Є.М.Лобанова вивчалася динаміка розвитку стомлення при різних сполученнях дорожніх умов, виявлявся вплив ступеня стомлення на швидкість переробки інформації і зміна часу реакції водія, методами електрофізіологічної діагностики стану водія, таких як – електроенцефалограма (ЕЕГ), електрокардіограма (ЕКГ), шкірно гальванічна реакція, окулограма; а так само діагностичними методами оцінки станів окремих психічних функцій за допомогою спеціальних тестів [5].

Наростання стомлення супроводжується посиленням біоелектричної активності м'язів, а отже, посиленням припливу до м'язів нервових імпульсів з центральної нервової системи, показники якої вимірюються за допомогою електроенцефалографа [2, 6]. ЕЕГ, як вимір мозкової електричної діяльності надає багатообіцяючий підхід до контролю розумового робочого навантаження водія. У розглянутих роботах

[10, 12, 13], основою яких є вимір рівня психічного навантаження (напруги), накопичений значний матеріал по психофізіологічній оцінці функціонального стану оператора при впливі різних психічних навантажень у лабораторних умовах, а також у процесі реальної діяльності. Серед методів психофізіологічного контролю важливе місце займає оцінка параметрів ЕЕГ. Вплив інформаційного навантаження, який містить у собі допоміжну і відволікаючу функції на рівень уваги водія, вимагає детального розгляду і докладного дослідження.

Мета статті – визначення впливу інформаційного навантаження на параметри основної діяльності водіїв за допомогою кількісного аналізу показників їх життєдіяльності.

Для досягнення поставленої мети був проведений ряд експериментальних досліджень у лабораторних умовах.

Постановка експерименту здійснювалася в такий спосіб. Перед випробуванним ставилось завдання зосереджено виконувати тест "коректурна проба" [5], що було для нього головною функцією і головним джерелом інформації. Паралельно з цим завданням випробуваний одержував не пов'язану з основною діяльністю інформацію з іншого джерела. В даному експерименті додаткове завдання полягало в тому, щоб правильно відповідати на поставлені йому питання. Питання містили в собі усний математичний рахунок, що складається з двох дій.

Під час експерименту велося відеоспостереження за роботою випробуваного, а також здійснювалася реєстрація електроенцефалограми. Для реєстрації й аналізу електроенцефалограми використовували цифровий 19- канальний комп'ютерний комплекс НЕЙРОКОМ.

Реєстрація ЕЕГ кожної проби тривала 6 хв. і містила в собі:

- реєстрацію біопотенціалів головного мозку випробуваного, що знаходиться в спокійному стані з відкритими очима до початку виконання поставлених перед ним завдань (0,5 хв.);

- реєстрацію біопотенціалів головного мозку випробуваного, що знаходиться в активному стані при виконанні поставлених перед ним завдань (5 хв.);

- реєстрацію біопотенціалів головного мозку випробуваного, що знаходиться в спокійному стані з відкритими очима після завершення виконання поставлених йому завдань (0,5 хв.).

Для аналізу ЕЕГ-даних у кожній пробі вибиралися тимчасові ділянки, що відповідають часу затримки виконання випробуванним головної функції. Час затримки визначається за допомогою відеозапису кожної проби, і має на увазі час, коли випробуваний припиняв виконувати свою головну функцію (проходження тесту "коректурна проба"), відволікаючись на поставлені йому питання.

Було проаналізовано 46 ділянок ЕЕГ тривалістю 1-3 с, вільних від артефактів. Для аналізу вибиралося активне відведення з найбільш вираженим сигналом. Для оцінки функціонального стану кори головного мозку за даними ЕЕГ необхідно, насамперед, визначити кількісні характеристики швидких і повільних ритмів у визначений проміжок часу. За допомогою програмного забезпечення комплексу НЕЙРОКОМ були отримані наступні кількісні характеристики ритмів ЕЕГ: середня амплітуда; частота, що домінує; спектральна щільність потужності домінуючої частоти; потужність частотного діапазону; відсоток від повної потужності сигналу; центр ваги діапазону.

Обробка отриманих результатів аналізу ЕЕГ здійснювалася за допомогою статистичних методів, з використанням програми STATISTICA 6.0. Методом регресійного аналізу були отримані лінійні рівняння і побудовані графіки залежностей часу затримки виконання основної функції від кількісних характеристик повільних ритмів ЕЕГ, що характеризують гальмові та збуджувальні процеси в корі головного мозку [3, 4].

Крім того було проаналізовано залежності різниці між інтенсивністю швидких і повільних ритмів, що характеризують гальмові та збуджувальні процеси в корі головного мозку та залежності різниці між силою збуджувального і гальмового процесів, основних коркових процесів. Методом регресійного аналізу було отримано лінійні рівняння і побудовано графіки (рис.1, 2) цих залежностей:

$$\tau = 3,0385 - 0,0388 \cdot k_1, \quad r = -0,9357, \quad r^2 = 0,8756, \quad (1)$$

де  $k_1$  – різниця між інтенсивністю швидких і повільних ритмів, що характеризують гальмові та збуджувальні процеси в корі головного мозку;

$$\tau = 2,7594 - 0,0672 \cdot k_2, \quad r = -0,8176, \quad r^2 = 0,6685, \quad (2)$$

де  $k_2$  – різниця між силою збуджувального і гальмового процесів, основних коркових процесів.

Представлені рівняння регресії мають статистичну значимість  $p < 0,05$ , при цьому значення лінійної кореляції прагнуть до  $-1$ , що свідчить про наявність зворотного лінійного зв'язку між розглянутими перемінними.

Між часом затримки виконання основної функції і кількісних характеристик питомої ваги різниці між інтенсивністю швидких і повільних ритмів ЕЕГ, що характеризують гальмові та збуджувальні процеси в корі головного мозку та питомої ваги різниці між силою збуджувального і гальмового процесів, основних коркових процесів

існує зворотна лінійна залежність з коефіцієнтом кореляції у межах від  $-0,8176$  до  $-0,9357$ .

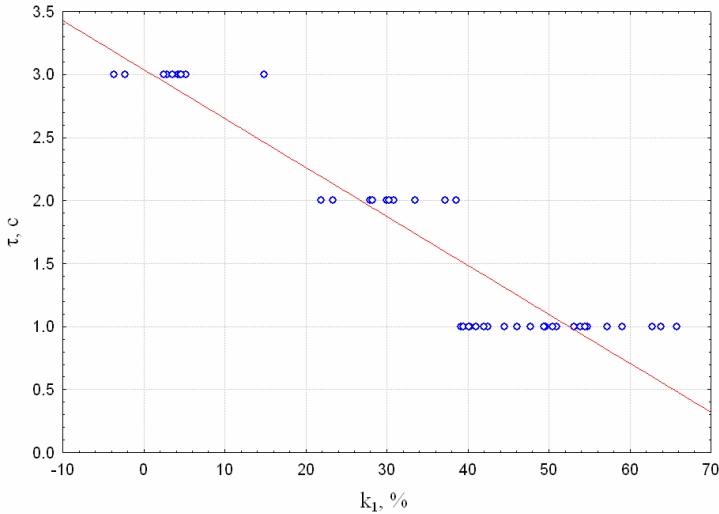


Рис.1 – Залежність часу затримки  $\tau$  виконання основної функції від питомої ваги різниці між інтенсивністю швидких і повільних ритмів, що характеризують гальмові та збуджувальні процеси в корі головного мозку

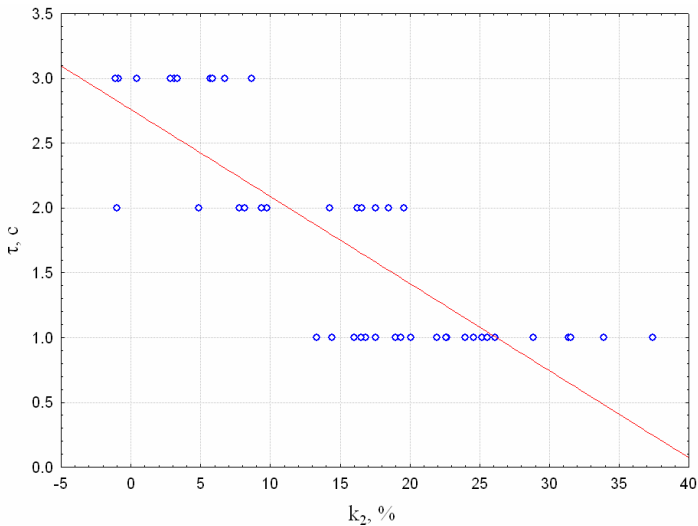


Рис.2 – Залежність часу затримки  $\tau$  виконання основної функції від питомої ваги різниці між силою збуджувального і гальмового процесів, основних коркових процесів

Загальна модель впливу інформаційного навантаження, яке відображається показниками ЕЕГ, на час затримки виконання водіями їх основної функції має вигляд:

$$\Delta \tau = 2,423061 + 0,048285 \delta + 0,010016 \theta - 0,03455 \beta - 0,01091 \gamma, (3)$$

де  $\delta$  – відсоток сигналу дельта-ритму від загальної потужності;  $\theta$  – відсоток сигналу тета-ритму від загальної потужності;  $\beta$  – відсоток сигналу бета-ритму від загальної потужності;  $\gamma$  – відсоток сигналу гама-ритму від загальної потужності.

Для отриманої моделі було розраховано коефіцієнт детермінації за формулою

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - f_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}, (4)$$

де  $y_i$  – значення залежної перемінної, що спостерігається;  $f_i$  – значення залежної перемінної, передвіщене по рівнянню регресії;  $\bar{y}$  – середнє арифметичне значення залежної перемінної.

$$R^2 = 1 - \frac{4,604106}{17,33116} = 0,734345.$$

Якісну оцінку показникам тісноти зв'язку визначали за шкалою Чеддока. Розрахований коефіцієнт детермінації дорівнює 0,7343, тобто лежить у межах 0,7-0,9, що свідчить про високу якісну характеристику сили зв'язку.

Також для даної моделі було розраховано середню помилку апроксимації за формулою

$$\bar{A} = \frac{\sum \left| \frac{y_i - f_i}{y_i} \right|}{n} \cdot 100\%, (5)$$

де  $n$  – кількість спостережень.

$$\bar{A} = \frac{9,214747}{46} \cdot 100\% = 20,03\%.$$

Розрахункове значення середньої помилки апроксимації свідчить, що в середньому розрахункові значення залежної ознаки відхиляються від фактичного значення на 20%, що відповідає припустимим межах.

Отримані значення коефіцієнта детермінації і середньої помилки апроксимації свідчать про адекватність представлені моделі впливу інформаційного навантаження на параметри основної діяльності водія (час затримки виконання основної функції).

*Висновки*

1. При сприянні потоку вхідної інформації увага оператора стосовно виконання основної заданої функції здобувало розсіяний характер, і призводило до повного переключення уваги в межах 0-4 с на другорядне джерело інформації.

2. Між часом затримки виконання основної функції і кількісних характеристик питомої ваги різниці між інтенсивністю швидких і повільних ритмів ЕЕГ, що характеризують гальмові та збуджувальні процеси в корі головного мозку та питомої ваги різниці між силою збуджувального і гальмового процесів, основних коркових процесів існує зворотна лінійна залежність з коефіцієнтом кореляції у межах від  $-0,8176$  до  $-0,9357$ .

3. Модель впливу інформаційного навантаження, яке відображається показниками ЕЕГ, на час затримки виконання водіями їх основної функції є адекватною.

1.Бабков В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.

2.Бегма И.В., Гаврилов Э.В., Калужский Я.А. Учет психофизиологии водителей при проектировании автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1976. – 88 с.

3.Доля В.К., Енглезі І.П., Афанасьєва І.А. Вплив інформаційного навантаження на параметри основної діяльності водіїв (збуджувальні процеси) // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 1/2(49). – С.65-68.

4.Доля В.К., Енглезі І.П., Афанасьєва І.А. Вплив інформаційного навантаження на параметри основної діяльності водіїв (гальмівні процеси) // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті: Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – №1. – С.32-36.

5.Лобанов Е.М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя. – М.: Транспорт, 1980. – 311 с.

6.Равич-Щербо И.В., Марютина Т.М., Григоренко Е.Л. Психогенетика. – М.: Аспект-Пресс, 2004. – 447 с.

7.Симонов П. В. Избранные труды: В 2-х т. Т.1. Мозг: эмоции, потребности, поведение. – М.: Наука, 2004. – 440 с.

8.Систематологія на транспорті: В 5 кн. / За заг. ред. М.Ф.Дмитриченка. – К.: Знання України, 2008. – Кн.В: Ергономіка / Е.В.Гаврилов, М.Ф.Дмитриченко, В.К.Доля та ін. – 256 с.

9.Человеческий фактор. В 6-ти т. Т.1. Эргономика – комплексная научнотехническая дисциплина: Пер. с англ. Ж.Кристенсен, Д.Мейстер, П.Фоули и др. – М.: Мир, 1991. – 599 с.

10.Pauzié A., Pachiaudi G. Subjective evaluation of the mental workload in the driving context // Traffic & Transport Psychology : Theory and Application, eds. T.Rothengatter & E. Carbonell Vaya. Pergamon, 1997. pp. 173-182.

11.Verwey W.B. How can we prevent overload of the driver? // Driving future vehicles, eds. A.M. Parkes & S. Franzen. London: Taylor & Francis. 1993. pp 235-244.

12.De Waard D. The measurement of drivers' mental workload. // Ph.D. Thesis. University of Groningen, Traffic Research Centre. Haren. The Netherlands. 1996.

13.Piechulla W., Mayser C., Gehrke H., & Konig W. Reducing drivers' mental workload by means of an adaptive man-machine interface.// Transportation Research, Part F, vol. 6.4. 2003. pp. 233-248.

*Отримано 22.02.2011*