

УДК 625.75

Гайдукевич В. А., канд. техн. наук, Коник М. В.

ОЦІНКА ВІДПОВІДНОСТІ ДОРОЖНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ФУНКЦІОНАЛЬНОМУ СТАНУ ВОДІЯ

Анотація. Об'єктом дослідження є дорожнє середовище та його вплив на психофізіологію водія. Метою дослідження є отримання залежності між ФСВ та ДУ-ТП, за яким з'являється можливість аналізу, вивчення та прогнозування стану водія у різних дорожніх умовах руху та пропозиції щодо покращення ДУ-ТП.

Експериментальні дослідження функціонального стану водія проводились шляхом реєстрації таких відомих в дослідженнях фізіологічних параметрів водія як пульс, шкіро-гальванічна реакція, кількість фіксацій погляду водія, тривалість фіксацій ока водія та малодосліджених параметрів, таких як пневмограма і прирощення діаметру зіниці ока. Для реєстрації фізіологічних параметрів водія в процесі руху використовувалась апаратно – програмна система збору даних «Траса».

Результати дослідження оброблено за допомогою методів математичної статистики. Таким чином було отримано залежності між показником фізіологічного стану водія і факторами дорожніх умов. Що впливають на нього. У вигляді лінійних рівнянь регресії. Статистична обробка дослідних даних для кожного параметру виконана за допомогою електронних таблиць, розроблених у програмі Microsoft Excel.

В результат експериментальних досліджень підтверджений прогнозований взаємозв'язок між дорожніми умовами та психофізіологічним станом водія. Наведено методику визначення коефіцієнта відповідності дорожніх умов та транспортних потоків.

Подальші дослідження в цьому напрямку є актуальними і важливими для розробки принципів проектування та експлуатації автомобільних доріг з врахуванням психофізіології водія.

Ключові слова: дорожнє середовище, психофізіологія водія, коефіцієнт відповідності.

Аннотация. Объектом исследования является дорожная среда и её влияние на психофизиологию водителя. Целью исследования является получение зависимости между ФСВ и ДУ-ТП, по которому появляется возможность анализа, изучения и прогнозирования состояния водителя в различных дорожных условиях движения и предложения по улучшению ДУ-ТП.

Экспериментальные исследования функционального состояния водителя проводились путем регистрации таких известных в исследованиях физиологических параметров водителя как пульс, кожно-гальваническая реакция, количество фиксаций взгляда водителя, продолжительность фиксаций глаза водителя и малоисследованных параметров, таких как пневмограма и приращение диаметра зрачка глаза. Для регистрации физиологических параметров водителя в процессе движения использовалась аппаратно - программная система сбора данных «Трасса».

Результаты опыта обработано с помощью методов математической статистики. Таким образом было получены зависимости между показателем физиологического состояния водителя и факторами дорожных условий, влияющие на него, в виде линейных уравнений регрессии. Статистическая обработка опытных данных для каждого параметра выполнена с помощью электронных таблиц, разработанных в программе Microsoft Excel.

В результат экспериментальных исследований подтвержден прогнозируемый взаимосвязь между дорожными условиями и психофизиологическим состоянием водителя. Приведена методика определения коэффициента соответствия дорожных условий и транспортных потоков.

Дальнейшие исследования в этом направлении являются актуальными и важными для разработки принципов проектирования и эксплуатации автомобильных дорог с учетом психофизиологии водителя.

Ключевые слова: дорожное среда, психофизиология водителя, коэффициент соответствия.

Annotation: Object is a road environment and it expired on psychophysiology driver. The aim of the study is to obtain relationship between FSV and road conditions - traffic flows by which it is possible to analyze, study and forecasting of

the driver in different road conditions and traffic proposals for improving road conditions - traffic flows.

Experimental study of the functional state of the driver performed by recording such well-known physiological parameters in studies of driver as heart rate, galvanic skin-response, the number of commits point of view of the driver, the driver's eye fixations duration and unexplored parameters such as diameter increment pnevmohrama and pupil. To register physiological changes in the movement of the driver used hardware - software system for data collection "Route".

The experimental results processed by methods of mathematical statistics. Thus was obtained relationship between the indicator of the physiological state of the driver and the factors driving conditions. What affect it. In a linear regression equations. Statistical analysis of experimental data for each parameter is made using a spreadsheet program developed in Microsoft Excel.

As a result of experimental studies confirmed the predicted relationship between the road conditions and physiological condition of the driver. The method of determining the coefficient accordance road conditions and traffic.

Further research in this direction is relevant and important to develop design principles and operation of roads in view of neuroscience driver.

Key words: road environment, psychophysiology driver, coefficient of conformity.

Постановка проблеми

Транспортна робота по перевезенню людей та вантажів має бути оптимально ефективною і, головне, безпечною. Основною ланкою для вирішення даної проблеми є забезпечення відповідності дорожнього середовища психофізіологічному стану водія.

Аналіз досліджень і публікацій. Функціональний стан водія (ФСВ), що перебуває у контакті з ДУ-ТП, описується рядом показників, якими є його фізіологічні параметри (ФП)[5; 7; 2] Зручність дороги для водія буде найбільшою, коли при русі показники ФСВ будуть близькі до оптимальних [1].

Метою дослідження є отримання залежності між ФСВ та ДУ-ТП, за яким з'являється можливість аналізу, вивчення та прогнозування стану водія у різних дорожніх умовах руху та пропозиції щодо покращення ДУ-ТП.

Основний зміст і результати дослідження

На основі отриманих залежностей і даних про оптимальні значення ФП водія, можна отримати коефіцієнт відповідності ДУ-ТП (надалі K_e), який є

відносним показником комфортності тієї чи іншої траси дороги для водія, який по ній рухається.

Експериментальні дослідження функціонального стану водія проводились шляхом реєстрації таких відомих в дослідженнях фізіологічних параметрів водія як пульс, шкіро-гальванічна реакція, кількість фіксацій погляду водія, тривалість фіксацій ока водія та малодосліджених параметрів, таких як пневмограма і прирощення діаметру зіниці ока[6; 4]. Для реєстрації фізіологічних параметрів водія в процесі руху використовувалась апаратно – програмна система збору даних «Траса».

Система призначена для збору фізіологічних параметрів водія, фіксації дорожньої обстановки, параметрів руху автомобіля з метою подальшої обробки.

Система працює в двох режимах: ЗАПИС та ОБРОБКА. В режимі ЗАПИС система забезпечує запис дорожньої обстановки з телекамери, закріпленої на голові водія та вимірювальних параметрів у кодованому вигляді на відеомагнітофон формату VHS;

Система вимірює та записує такі параметри:

P1 – швидкість автомобіля від штатного датчика з електричним виходом;

P2 – час вдоху та час видоху водія;

P3 – пульс водія в діапазоні 40 – 300 ударів за хвилину;

P4 – шкіро-гальванічну реакцію водія у відносних одиницях;

P5 – зовнішню освітленість в зоні обличчя водія в діапазоні 50 – 100 лк;

P6 – координату X переміщення зіниці водія з частотою не менше 20 Гц.

P7 - координату Y переміщення зіниці водія з частотою не менше 20 Гц.

P8 – діаметр зіниці водія у відносних величинах;

В режимі ОБРОБКА система забезпечує:

— відтворення записаної дорожньої обстановки через персональний комп'ютер з можливістю пошуку заданого фрагменту, прокрутку вперед та назад, зміну масштабу часу;

— накладення координат зору водія у вигляді курсору на картину дорожньої обстановки;

— визначення параметрів: амплітуди – P9 та частоти – P10 переміщень точки зору водія;

— декодування записаних параметрів P1 – P5, P8 – P10 і відтворення їх у вигляді графіків синхронно з картиною дорожньої обстановки;

— можливість запису на жорсткий диск ПК вибраних фрагментів чи всього експерименту в окремі файли;

— індикацію швидкості автомобіля;

— індикацію проведеного кілометражу від початку запису;

— індикацію часу запису.

Живлення блока обробки сигналів та пристроїв збору даних здійснюється від акумулятора з номінальною напругою 12.6 В, ємністю не менше 5 А*год.

Пристрій збору даних виконаний у вигляді шолома з алюмінію (Рис. 1).

До якого через поролонову вставку 2 закріплена підкладка 3 з матерії. До кінців підкладки пришиті дві смужки стрічки «липучки» 4, призначені для кріплення шолома на голові водія. В центрі обода встановлена ТК 5. нахил якої у вертикальній площині може регулюватися гвинтом 6. В корпус ТК вмонтований датчик 7 освітленості. До підкладки в районі виска водія закріплений датчик 8 пульсу.

До кінців обода через спеціальні вставки гвинтами 9 кріпиться скоба 10, на якій закріплені телекамера 11 для визначення координат зору і діаметра зіниці водія та датчик 12 вдоху – видиху водія. Конструкція кріплення скоби до обода дозволяє регулювати її нахил на довжину. Скоба виготовлена з алюмінієвого сплаву спеціального профілю, що забезпечує стійкість до вібрацій. Кріплення телекамери 11 дозволяє регулювати її положення: вверх – вниз і поворот – переміщенням осі 13; зміщення – поворотом кронштейна 14; нахил – затискачем 15.

Всі під'єднувальні кабелі та проводи сходяться з правої сторони обода і одним пучком 16 виведені на з'єднання 17 для підключення БОС.

Після запису експерименту проводиться відтворення з передачею зображення ВМ на ПК, для чого останній має вмонтовану плату вводу зображень. Під час відтворення проводиться декодування записаних сигналів з датчиків, при цьому сигнали координат зіниці обробляються і відображається у вигляді курсору на картинці зображення дороги, а решта сигналів – у вигляді графіків у нижній частині екрана дисплея.

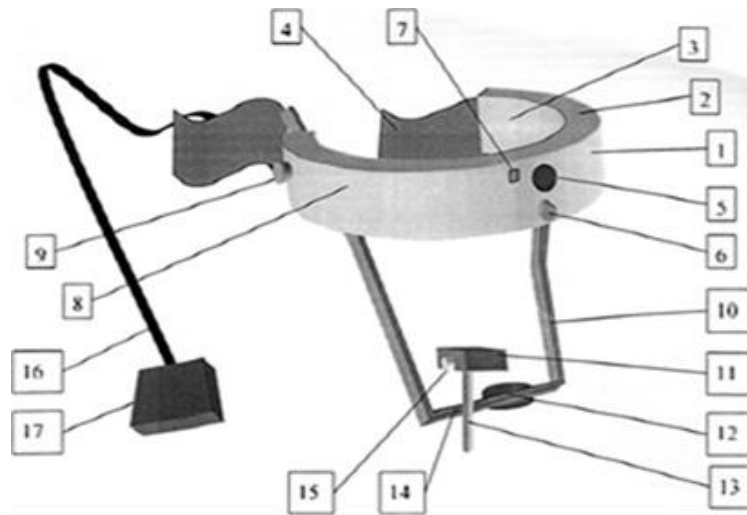


Рисунок 1 - Пристрій збору даних

Результати дослідів оброблено за допомогою методів математичної статистики[3]. Таким чином було отримано залежності між показником фізіологічного стану водія і факторами дорожніх умов. Що впливають на нього. У вигляді лінійних рівнянь регресії. Статистична обробка дослідних даних для кожного параметру виконана за допомогою електронних таблиць, розроблених у програмі Microsoft Excel.

Пульс водія:

$$y=92,125-4,375x_1+8,833x_3+4,292x_4+2,083x_1x_3-1,542x_2x_4 \quad (1)$$

Шкірно-гальванічна реакція:

$$y=2,9-0,158x_1 - 0,596 x_2 + 0,346 x_3 + 0,113 x_1 x_2 + 0,196x_1x_3+ 0,217x_1x_4 + 0,342x_2x_3 + 0,138 x_3 x_4 \quad (2)$$

Пневмограма водія:

$$y=0,341+0,044x_2 - 0,057x_3 - 0,018x_4 0,001x_1x_4 - 0,3 x_2x_3 - 0,007x_2x_4 - 0,006x_3x_4 \quad (3)$$

Приросту діаметра зіниці:

$$y=4,728-0,2x_1-0,123x_2+0,054x_2-0,002x_4+0,007x_2x_4 \quad (4)$$

$$y=2,113-0,292x_3-0,074x_4-0,108x_1x_3-0,125x_2x_3 \quad (5)$$

Тривалість фіксації ока:

$$y=3,95+0,521x_2-0,646x_3 - 0,208 x_4 +0,025x_1x_3-0,158x_2x_3-0,171x_2x_4-0,138x_3x_4 \quad (6)$$

На підставі отриманих рівнянь регресії будуються номограми для визначення прогнозованих фізіологічних параметрів.

На підставі експериментально отриманих даних про ФП водія і відомостей про оптимальне значення цих показників виникає можливість зробити висновок на предмет залежності між функціональним станом водія та ДУ-ТП. Інтегральним показником, що свідчатиме про відповідність ДУ-ТП через проміжний елемент, яким є водій, є коефіцієнт відповідності ДУ-ТП K_e , який чисельно дорівнює сумі середніх значень відносних інтенсивностей впливу ФП водія, помноженій на довжину досліджуваної ділянки траси дороги.

Відносна інтенсивність впливу ФП на водія визначається за формулою:

$$\varphi_{mn} = \frac{|y_{mn}-y_{mno}|}{y_{mno}} \quad (7)$$

де y_{mn} – значення m параметра на n ділянці траси; y_{mno} оптимальне значення m параметра на n ділянці траси.

Значення коефіцієнта ДУ-ТП для n ділянки траси при кількості ФП i становитиме:

$$k_{bn} = L_n \frac{\varphi_{1n} + \varphi_{2n} + \dots + \varphi_{in}}{i} = L_n \frac{\sum_1^i \varphi_{in}}{i} = \frac{L_n}{i} \sum_1^i \frac{|\gamma_{in} - \gamma_{ino}|}{\gamma_{ino}} \quad (8)$$

де L_n – довжина n ділянки траси; φ_{in} – відносна інтенсивність впливу ФП на n ділянці.

Сумарне значення K_e для траси дорівнює:

$$k_{bn} = k_{b1} + k_{b2} + \dots + k_{bj} = \sum_1^j k_b = \frac{1}{i} \sum_1^j L_i \frac{|y_{ij}-y_{eij}|}{y_{eij}}, \quad (9)$$

де j – кількість ділянок траси.

При визначенні коефіцієнта відповідності ДУ-ТП по ділянці або по дорозі в цілому відповідно знаходиться сума всіх фрагментів.

Висновки з даного дослідження. В результат експериментальних досліджень підтверджений прогнозований взаємозв'язок між дорожніми умовами та психофізіологічним станом водія. Наведено методику визначення коефіцієнта відповідності дорожніх умов та транспортних потоків.

Подальші дослідження в цьому напрямку є актуальними і важливими для розробки принципів проектування та експлуатації автомобільних доріг з врахуванням психофізіології водія.

Література

1. Гаврилов Е.В. Теоретические основы проектирования и организации условий дорожного движения с учетом закономерности поведения водителей. Дис...док.техн.наук:05.22.11 / Гаврилов Едуард Васильевич; ХНАДУ. - Харьков, 1990. – 300 с.

2. Гайдукевич В. А. Оцінка дорожніх умов через функціональний стан водія./В.А.Гайдукевич // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. - К., 2004. - Вип. 70. - С. 287-293.

3. Галушко В.Г. До питання статистичної оцінки заданих дорожніх умов./ В.Г.Галушко // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. К., 1968 – Вип.4. – С.13-16.

4. Ефремов В.В., Островский М.А. Влияние распределения яркости в поле зрения водителя на скорость зрительного восприятия./В.В.Ефремов, М.А.Островский // Светотехника – 1974. - №6. – С.6-7.

5. Лобанов Е. М. Проектирование дороги организация движения с учётом психофизиологии водителя./Е.М.Лобанов. – М.: Транспорт,1980 – 307 с.

6. Селюков Д.Д. Теоретические основы, обоснования технических параметров автомобильных дорог с учетом физиологических и функциональных требований автотранспортной системы: автореф. дис....докт. техн.наук.: 05.23.11 /Селюков Дмитрий Дмитриевич; Белорусской государственная политехническая академия. – М., 1997 – 34 с.

7. Справочник по безопасности дорожного движения. Обзор мероприятий по безопасности дорожного движения. – Осло/Копенгаген: ин-т экономики транспорта, 1996. – 646 с.