

**ВПЛИВ МОНОТОННОСТІ РОБОТИ ВОДІЯ  
НА ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ЙОГО ОРГАНІЗМУ**

© Постранський Т. М., Сотнікова А. О., 2017

Наведено основні показники, які впливають на функціональний стан водія. Проаналізовано поняття “монотонність” і як впливає на організм оператора транспортного процесу роботи в умовах монотонності та одноманітності. Вивчено наявні результати досліджень цього питання. Відповідно до даних, отриманих на основі досліджень, встановлено залежність функціонального стану водія від дорожніх умов.

**Ключові слова:** монотонність, функціональний стан, амплітуда моди, спектральна потужність діапазонів високих частот, умови руху.

Т. Postrans'kyu, A. Sotnikova

**THE IMPACT OF MONOTONY WORK OF THE DRIVER  
ON THE FUNCTIONAL STATE OF HIS ORGANISM**

The paper shows the main indicators that have influence on the driver's functional state. Also is analyzed the concept of “monotony” and the impact of job in terms of monotony and uniformity on the organism of human-operator. Are studied existing research results that were made by scientists on this issue. According to data obtained from studies, is established the dependence of the driver's functional state on road conditions.

**Keywords:** monotony, functional state, mode amplitude, spectral capacity of high frequency ranges, traffic conditions.

**Формулювання проблеми.** Сьогодні науково-технічний поступ часто супроводжується надмірним розчленуванням технологічного процесу на прості операції або її елементи. У результаті під час виконання будь-якого завдання з'являється явище монотонності. Зокрема, наприклад, під час керування транспортним засобом (ТЗ) за певних обставин водію також доводиться працювати в умовах монотонності. Монотонні умови роботи негативно впливають на показники функціонального стану водія. Тривалий вплив таких умов руху призводить до зростання емоційної напруги та зниження уваги водія. Це може істотно підвищити тривалість реакції водія ТЗ або спричинити неправильні дії у складній дорожній ситуації.

Надмірно виражена монотонність може спричинити своєрідне нервово виснаження. В розвинених країнах втрата уваги у водіїв, за різними оцінками, зумовлена сонливістю і засинанням за кермом, що є причиною від 3 до 30 %, а за деякими оцінками і до 56 % нещасних випадків на дорогах.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Надійність роботи водія визначається його здатністю безпомилково керувати ТЗ за будь-яких дорожніх умов протягом усього робочого часу [1, 2].

Функціональний стан (ФС) організму водія – це комплексна багатокомпонентна характеристика функціональних систем організму, які безпосередньо або опосередковано взаємодіють під час його діяльності. Показники ФС дають змогу оцінити напруженість і важкість праці та її вплив на організм людини [3].

Зазвичай основними функціями працівника є нескладні, одноманітні рухи, які постійно повторюються, або функції спостереження, керування і контролю за роботою системи. Якщо це

стосується водія, то він повинен слідкувати за роботою та показниками різних підсистем системи “водій – автомобіль – дорога – середовище”. Це призводить до появи монотонності у його діях, яка спричиняє такі наслідки [4]:

- швидкий розвиток втоми у зв’язку з локалізацією м’язових і нервових навантажень;
- гіподинамія;
- розвиток неврозів;
- незадоволення роботою і зниження активності працівника.

Характеристики автомобільної дороги і довкілля, зокрема й інші чинники, які визначають параметри водіння, можуть впливати на збудження, бадьорість і швидкість опрацювання інформації водієм. Зниження продуктивності, яке проявляється під час надмірного навантаження, може бути настільки ж вираженим, як і те, що спостерігається на переповнених міських магістральних вулицях або дорогах з надмірно одноманітною обстановкою [5].

Як показують результати дослідження, які провів О. Маренич на ділянці автомобільної дороги від м. Біла Церква до м. Харків, що приблизно становить дві години безперервної роботи, у записі електрокардіограми (ЕКГ) водія з’явилися виражені зміни [6]. Результати дослідження показали, що ці зміни відбуваються через появи у водія дрімотного стану внаслідок роботи. У такому стані водій не так оперативно реагував на перешкоди та втрачав на малих інтервалах часу контроль над ситуацією.

Експеримент, проведений Oron-Gilad [7], показує, що одноманітні ситуації водіння впливають на такі показники, як: погіршення контролю кермового колеса з часом, значне збільшення сонливості та варіабельності серцевого ритму.

Одноманітність може також призводити до так званого “мікросну”, протягом якого водій спить декілька секунд, тоді як його очі відкриті. Проблема з погляду безпеки дорожнього руху полягає в тому, що він втрачає контроль над ситуацією на певний період часу [8].

Є. М. Лобанов встановив [2], що за сенсорного голоду та недовантаження водія інформацією надійність його роботи значно нижча, ніж за оптимального емоційного напруження та оптимальної кількості інформації, що надходить до нього. Він також встановив, що залежно від кількості інформації, яку опрацьовує водій, змінюється і частота його серцевих скорочень (ЧСС).

**Формулювання мети.** Дослідження змін показників ФС водія ТЗ під час руху автомобільними дорогами із змінними та монотонними умовами.

**Виклад основного матеріалу.** Для характеристики ФС водія та його діяльності найчастіше використовують математичний та статистичний аналіз запису електрокардіограми (ЕКГ). За допомогою цього методу досліджували вплив умов руху на ФС водія. ЕКГ – це запис коливань різниці потенціалів, які виникають у серці під час його збудження. Коливання різниці потенціалів, що виникають при порушенні серцевого м’яза, сприймаються електродами, розташованими на тілі досліджуваного водія, та реєструються у відповідній формі [9].

Для порівняння різних робіт за монотонністю використовують коефіцієнт монотонності –  $K_M$ , який розраховують за формулою [10]:

$$K_M = \frac{T_{np}}{T}, \quad (1)$$

де  $T_{np}$  – час, витрачений на виконання повторюваних рухів (дій);  $T$  – загальна тривалість виконання роботи.

Для визначення впливу монотонності роботи на ФС водія проведено натурні дослідження на ділянці автомобільної дороги М06 між населеним пунктом Солонка та м. Стрий. Щоб оцінити наявність монотонних умов руху на ділянці, вибрано методику, запропоновану Pierre Thiffault, Jacques Bergeron. Відповідно до неї під час досліджень створено певні позначення на кермовому колесі ТЗ (рис.1). За монотонні умови роботи прийнято ті, де спостерігалось відхилення керма від центру (мітки) не більше ніж на  $10^\circ$ .



Рис. 1. Схематичне зображення методики вимірювання кута відхилення керма

Під час досліджень записували ЕКГ водія з використанням приладу “КардіоСенс”, результати якого аналізували за допомогою програмного забезпечення “КардіоЛаб”.

Встановлено, що найбільший взаємозв’язок спостерігається між такими показниками:

- тривалість роботи водія та амплітуда моди його R-R інтервалів ЧСС (рис. 2);
- коефіцієнт монотонності та спектральна потужність діапазонів високих частот (HF) (рис. 3).

Математично залежності між тривалістю роботи та амплітудою моди R-R інтервалів у ЧСС в монотонних та змінних умовах описуються залежностями:

$$aM_o = 0,0405t^2 - 0,5402t + 27,121; \quad (2)$$

$$aM_o = 0,0373t^2 - 1,3042t + 37,606, \quad (3)$$

де  $aM_o$  – значення амплітуди моди R-R інтервалів ЧСС;  $t$  – тривалість роботи у монотонних умовах.

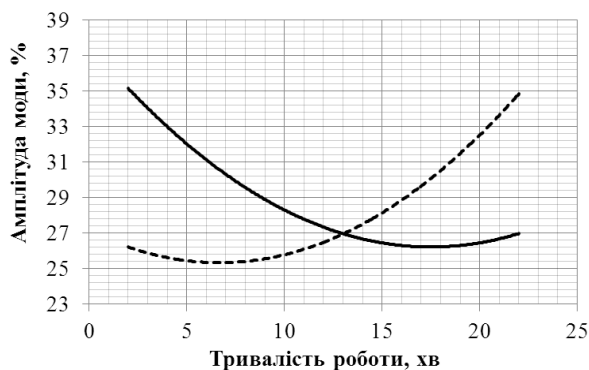


Рис. 2. Зміна амплітуди моди R-R інтервалів ЧСС водія у різних умовах роботи:  
 ———— – змінні умови роботи;  
 - - - - - – монотонні умови роботи

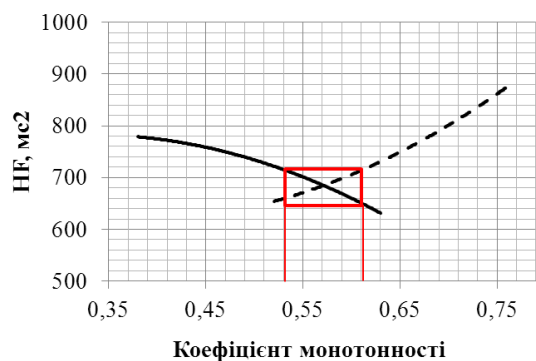


Рис. 3. Залежність спектральної потужності діапазонів високих частот від значення коефіцієнта монотонності у різних умовах роботи:  
 ———— – змінні умови роботи;  
 - - - - - – монотонні умови роботи

Як видно з рис. 2, в обох випадках спостерігається зміна амплітуди моди R-R інтервалів ЧСС відносно свого початкового значення.

Слід зазначити, що спектральна потужність діапазонів високих частот відображає дію парасимпатичної нервової системи. Як відомо, парасимпатична нервова система переважає, коли тіло перебуває у стані спокою. Тому надмірне значення спектральної потужності діапазонів високих частот може свідчити про зниження пильності та уваги водія, що, своєю чергою, може призвести до його неправильних дій у складних дорожніх ситуаціях та збільшення тривалості реакції.

Записом ЕКГ водія у стані спокою у лабораторних умовах встановлено, що для нього у спокійному стані значення спектральної потужності діапазонів високих частот в середньому коливається в межах від 720 до 650 мс<sup>2</sup>. Відповідно до цього встановлено оптимальний для роботи водія діапазон зміни коефіцієнта монотонності (межі та діапазон на рис.3 обрамлені прямокутником).

Отже, оптимальне значення коефіцієнта монотонності коливається в межах від 0,53 у.о. до 0,61 у.о. На досліджуваній автомобільній дорозі такі значення коефіцієнта монотонності спостерігаються при русі ділянками автомобільної дороги з частково змінною дорожньою ситуацією та належним інформаційним забезпеченням водія.

**Висновки.** Результатами досліджень встановлено закономірності зміни показників ФС водія під час керування транспортним засобом на автомобільних дорогах з різним рівнем інформаційного забезпечення та технічними характеристиками. Величина амплітуди моди R-R інтервалів у монотонних умовах з часом поступово зростає від 25 у.о до 35 у.о. Це свідчить про те, що у таких умовах організм водія перебуває у стані спокою, а з часом з'являється все більша кількість R-R інтервалів ЧСС з однаковими значеннями.

Спектральна потужність діапазонів високих частот, що відображає дію парасимпатичної нервової системи, залежно від значення коефіцієнта монотонності визначає оптимальне значення коефіцієнта монотонності, який коливається в межах від 0,53 у.о. до 0,61 у.о. На підставі цього оцінено дорожні умови, які найбільш сприятливі для підтримання організму водія у працездатному стані, зокрема під час руху автомобільною дорогою пересічною місцевістю зі стохастичною появою кривих у плані, придорожніх будівель, зелених насаджень і технічних засобів організації дорожнього руху, наявністю зустрічних та попутних автомобілів, обгонів та випереджень.

1. Шибанов Г. П. Количественная оценка деятельности человека в системах человек-техника / Г. П. Шибанов. – М. : Машиностроение, 1983. – 263 с.
2. Лобанов Е. М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя: учебник. – М.: Транспорт, 1980. – 311 с.
3. Гаврилов Э. В. Персональная ЭВМ в проектировании автомобильных дорог/ Гаврилов Э. В., Алексеев О. П., Туманов В. В. – К.: УМК ВО, 1988. – 200 с.
4. Асеев В. Г. Преодоление монотонности труда в промышленности / В. Г. Асеев – М. : 1974. –191 с.
5. Grandjean E. Fatigue in industry / E. Grandjean. 1979. – P. 175–186.
6. Alexey N. Marenich. Experimental Estimation of Automobile Driver Health Condition/ Alexey N. Marenich // Eastern European Scientific Journal – AURIS Kommunikations und Verlagsgesellschaft mbH, 2014. – Ausgabe 3. – S. 253–258.
7. Desmond P. A. Implications of task-induced fatigue effects for invehicle countermeasures to driver fatigue / P. A. Desmond, G .Matthews // Accident Analising. Prevention 29, 1997. – P. 515–523.
8. Dinges D. F. An overview of sleepiness and accidents / D. F. Dinges. – NY, 1995. – P. 4–14.
9. Клінічна електрокардіографія: навч. посібник / Н. О. Люлька, І. М. Скрипник, М. М. Потяженко, В. М. Шклярєнко, Т. В. Дубровінська; Мін. освіти і науки України, Мін. охорони здоров'я України, ВДНЗУ "УМСА". – Полтава: ТОВ "Фірма "Техсервіс", 2009. – 152 с.
10. Крушельницька Я. В. Фізіологія і психологія праці: навч. посіб. / Я. В. Крушельницька. – К.: КНЕУ, 2000. – 232 с.