

УДК 656.053;656.13

*Проаналізовано основні методи дослідження характеристик функціонального стану водія, які дозволяють не тільки виявляти та усувати причини, що понижують надійність його роботи, але й визначати вплив дорожніх умов на функціональний стан водія*

*Ключові слова: водій, функціональний стан, електроенцефалограма, електрокардіограма, індекс напруження, ПАРС*

*Проанализированы основные методы исследования характеристик функционального состояния водителя, которые позволяют не только выявлять и устранять причины, понижающие надежность его работы, но и определять влияние дорожных условий на функциональное состояние водителя*

*Ключевые слова: водитель, функциональное состояние, электроэнцефалограмма, электрокардиограмма, индекс напряжения, ПАРС*

*The main methods of investigating the characteristics of the functional state of the driver, which can not only detect and remove the causes which reduce its reliability, but also determine the effect of road conditions on the functional state of the driver are analyzed*

*Key words: driver, functional state, electroencephalogram, electrocardiogram, stress index, PARS*

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ВОДІЯ І ПОКАЗНИКІВ ЙОГО ДІЯЛЬНОСТІ

**М.М. Жук**

Кандидат технічних наук, доцент\*  
Контактний телефон: (067) 33-258-03

**В.В. Ковалишин**

Аспірант  
Контактний телефон: (067) 93-999-43  
E-mail: TransTechnologies@i.ua

\*Кафедра «Транспортні технології»  
Національний університет «Львівська  
Політехніка»  
вул. Ст. Бандери, 12, м. Львів-13, 79013

У зв'язку із постійно зростаючим темпом рівня автомобілізації, з одночасною зміною інтенсивності, складу транспортного потоку та збільшенням швидкостей руху на вулично-дорожній мережі, виникає потреба у більш поглибленому дослідженні функціонального робочого стану водія, як однієї із ланок системи «водій – автомобіль – дорога – середовище» (ВАДС).

В таких умовах водій повинен швидко сприймати і аналізувати велику кількість інформації, своєчасно приймати правильні рішення в критичних ситуаціях, точно маніпулювати органами управління. Надійність правильного рішення в таких умовах залежить від об'єктивних кількісних показників, які характеризують процес сприйняття дорожніх умов і функціональний стан водія.

### Постановка задачі

Аналіз методів дослідження функціонального стану водія дає можливість визначити основні показники, які впливають на підсистему «водій» у системі ВАДС.

Метою дослідження функціонального стану водія є виявлення чинників, які впливають на надійність його роботи та можливість створення оптимальних дорожніх умов.

### Основна частина

Під час керування транспортним засобом водій повинен сприймати велику кількість інформації про характер і режим руху всіх учасників, про стан значної кількості параметрів дороги, навколишнього середовища, засобів регулювання та самого автомобіля [1]. Крім того, слід мати на увазі, що ряд факторів (втома, захворювання та стресові ситуації) впливають на водія негативно, понижуючи його психофізіологічну надійність [2].

До індивідуальних психофізіологічних якостей, які визначають правильність дій водія в критичних дорожніх ситуаціях, відносяться перш за все його оперативні якості, тобто здатність швидко та надійно сприймати і опрацювати інформацію, що поступає, та своєчасно виконувати необхідні дії. Не менш важливими є емоційна стійкість водія та його волевільні якості. Однак ці особливості залежать від окремих психофізіологічних якостей (рис. 1), які в комплексі визначають надійність роботи водія [2].

Серед великої кількості методів, що використовуються в інженерній психології, найбільш цікавими є ті, що відповідають, як мінімум, двом вимогам:

- вони повинні давати кількісні характеристики психофізіологічного стану водія;

- застосування їх не повинно порушувати умов його роботи.

Такі методи оцінки повинні забезпечувати не дискретне, а безперервне отримання інформації про функціональний стан людини під час руху. До них відносяться електрофізіологічні методи досліджень [3]:

- електроенцефалограма (ЕЕГ);
- електрокардіограма (ЕКГ);
- електроміограма (ЕМГ);
- шкірно-гальванічна реакція (ШГР);
- окулографія (ОКГ);
- оцінка функціонального стану зорової системи.



Рис. 1. Основні психофізіологічні якості водія, які є визначальними в надійності його роботи [2]

У дорожніх дослідженнях як основні показники, що відображають процес сприйняття водієм дорожніх умов, використовуються, як правило, ЕКГ, ШГР, ОКГ і частково ЕЕГ. Продуктивність використання цих показників для якісної оцінки роботи сенсорної системи водія доведена у вітчизняних і зарубіжних дослідженнях.

У дослідженні функціонального стану водія в стаціонарних умовах часто використовується ЕЕГ. У фізіології вищої нервової діяльності цей показник є головним інструментом дослідження мозку. У деяких дослідженнях ЕЕГ використовувалась як характеристика активності нервових процесів оператора. Розшифрування запису зводиться головним чином до виявлення активності окремих спектрів ЕЕГ. Недоліком цього методу є важкість проведення досліджень під час руху в автомобілі тому, що на якість запису впливає велика кількість зовнішніх чинників.

Проте, цей метод дає можливість отримати дуже цінну інформацію як про роботу окремих частин мозку, так і всієї центральної нервової системи. Він є достатньо точним інструментом дослідження, але дуже часто на ЕЕГ накладається електроміограма м'язів у водія, електричний потенціал яких на декілька порядків вищий за потенціали біоритмів мозку (рис. 2).

Шкірно-гальванічна реакція давно використовується в психофізіологічних дослідженнях. Але, оскільки в медицині її не використовують, вона вивчена в значно меншій мірі, ніж інші методи. ШГР використовується тільки як якісний показник. Вона

відображає зв'язок між емоційним станом людини та електричним опором шкіри. Як результат, ця реакція організму була названа психогальванічним рефлексом. За концепцією Е.Н. Соколова [3] шкірно-гальванічний рефлекс є реакцією на новизну подразника і затухає в міру формування «нервової моделі» даного сигналу.

В працях Е.М. Лобанова, В.В. Новізенцева, Р.Т. Мушегяна та П.Ф. Самойлова [3] метод ШГР був використаний при оцінці надійності роботи водія.

Шкірно-гальванічна реакція щодо інших методів дає можливість отримати найкращі результати, але

тільки в тих випадках, коли достатньо характеристики якісного показника.

Ще одним методом, який дає такий показник характеристики, є окулографія. Вона полягає у вивченні процесу зорового сприйняття водія в реальних умовах. Найбільш простий спосіб реєстрації ОКГ – відеозйомка очей людини. Цей спосіб використовується давно і особливо ефективний при неможливості використання інших методів реєстрації.

Недоліком ОКГ є те, що вона бере до уваги

тільки центральний зір водія, хоча значну частину інформації водій отримує за допомогою периферійного зору.

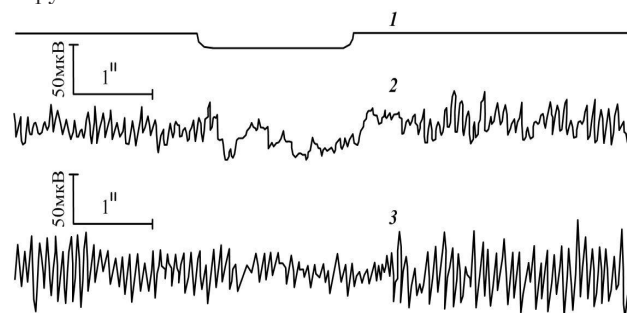


Рис. 2. Загальний вигляд ЕЕГ у стані спокою в стаціонарних умовах: 1 – відмітка появи подразника; 2 – ЕЕГ рухової області; 3 – ЕЕГ зорової області

Для характеристики функціонального стану у водія і його діяльності найчастіше використовується електрокардіограма. Серед усіх психофізіологічних показників ЕКГ найбільш вивчена і методика її вимірювання та аналізу вважається досконалою. Це пояснюється тим, що ЕКГ широко використовується в різних галузях науки як інструмент вивчення функції серцево-судинної системи.

У психофізіології ЕКГ служить основним індикатором емоційного стану людини при фізичному і розумовому навантаженні. Е.М. Лобанов [3] при

дослідження ЕКГ у водіїв використовував такі показники як частоту пульсу та зміну в зубцях та інтервалах. За дослідженнями автора саме зубці (їх амплітуда, тривалість та відстань до сусіднього зубця) і є головною характеристикою діяльності та стану серця (рис. 3).

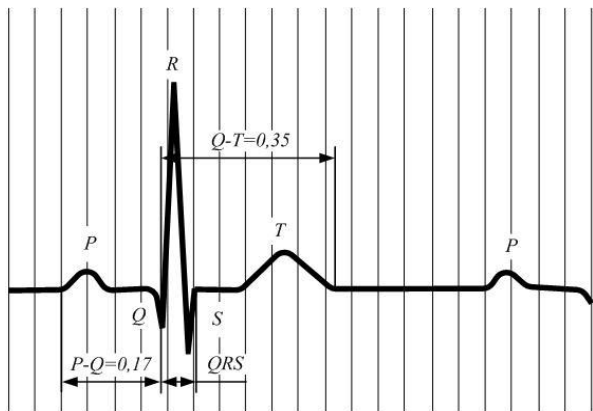


Рис. 3. Схема електрокардіограми в нормальному стані: P, Q, R, S, T – зубці; P-Q, QRS, Q-T – інтервали

При фізичному навантаженні у міру його зростання спостерігається збільшення зубців P і T та зменшення інтервалу P – Q на фоні почастищення пульсу. При цьому тривалість відновлення початкового рівня також розглядається як показник величини навантаження. Встановлено, що фізичне навантаження, після якого організм легко відновлюється, не відображається на комплексі, а при сильному навантаженні спостерігається скорочення цього інтервалу.

При сильних емоційних реакціях зафіксовано два види змін: зниження зубців P і T на тлі почастищення серцевого ритму і зсув вниз інтервалу ST. Зміну зубця T пов'язують з розвитком втоми, з психічною напругою і з емоційними реакціями.

Не менш інформативною, при реєстрації ЕКГ, є характеристика варіабельності серцевого ритму (ВСР). Аналіз ВСР є методом оцінки стану механізмів регуляції фізіологічних функцій в організмі людини, зокрема, загальної активності регуляторних механізмів, нейрогуморальної регуляції серця, співвідношення між симпатичним і парасимпатичним відділами вегетативної нервової системи.

Серед основних методів аналізу ВСР є індекс напруження (ІН), та показник активності регуляторних систем (ПАРС). Автором цих двох методів є Р.М. Баєвський [4].

Індекс напруження регуляторних систем характеризує активність механізмів симпатичної регуляції, стан центрального контуру регуляції. Цей показник обчислюється на підставі аналізу графіка розподілу кардіоінтервалів – варіаційної пульсограми, або за формулою:

$$ІН = \frac{АМо(\%)}{2 \times Мо \times \Delta X(c)}, \quad (1)$$

де АМо(%) – значення моди у відсотках; Мо – значення, що найбільш часто зустрічається серед RR-інтервалів (с); ΔX(c) – варіаційний розмах.

Кількісно це може бути виражено відношенням висоти гістограми до її ширини. У нормі ІН коливається в межах 80-150 умовних одиниць. Цей показник надзвичайно чутливий до посилення тону симпатичної нервової системи. Невеликі навантаження (фізичні або емоційні) збільшують ІН в 1,5-2 рази. При значних навантаженнях він росте в 5-10 раз.

Натомість ПАРС можна назвати комплексною оцінкою варіабельності серцевого ритму, що передбачає діагностику функціонального стану. Він обчислюється в балах за спеціальним алгоритмом, що враховує статистичні показники, показники гістограми і дані спектрального аналізу кардіоінтервалів [5].

Обчислення ПАРС здійснюється за алгоритмом, що враховує наступні п'ять критеріїв:

- А – сумарний ефект регуляції (rNN);
- Б – функція автоматизму (SDNN, dX, CV);
- В – вегетативний гомеостаз (dX, АМо, ІН);
- Г – стійкість регуляції (CV);
- Д – активність нервових центрів (VLF/TF, LF/TF, HF/TF).

Показник активності регуляторних систем визначається за сумою цих критеріїв по модулю:

$$ПАРС = |А| + |Б| + |В| + |Г| + |Д| \quad (2)$$

Значення ПАРС виражається в балах від 1 до 10. На підставі аналізу значень ПАРС може бути зафіксований різний функціональний стан водія. При значенні ПАРС від 1 до 2 водій перебуває в оптимальному робочому режимі.

Серед інших методів дослідження психофізіологічного стану водія важливе місце займають також і психологічні методи [6]:

- дослідження і тренування уваги за допомогою червоно-чорної таблиці Шульте-Платонова;
- дослідження і тренування об'єму уваги методом тахістоскопії карточок з точками;
- бланкові методики (метод «квадратів», метод «шкали», коректурна проба).

Також як психологічний метод [7] використовують метод Дерев'янку. За допомогою цього методу визначають психофізіологічні резерви водія (spare capacity), що не беруть участі у виконанні основної роботи. Наприклад, перед водієм, під час руху, ставилось завдання визначення простих арифметичних задач на слух або постійний контроль за показниками спідометра.

## Висновки

Дослідження авторів [3-7] показали, що кожен з наведених методів є досить інформативним показником функціонального робочого стану водія. Ці методи дозволяють знаходити шляхи оптимізації всього комплексу ВАДС через вивчення роботи його головної ланки – водія в реальних умовах.

Щоб отримати максимально точні показники, які характеризують водія, потрібно ці методи застосовувати в комплексі.

Література

1. Клинковштейн, Г. И. Организация дорожного движения [Текст] : учебное пособие / Г. И. Клинковштейн, В. И. Коноплянко. – М. : Транспорт, 1977. – 58 с.
2. Приборы и методики психофизиологического обследования водителей автомобилей [Текст] / Н. А. Игнатов, В. М. Мишурин, Р. Т. Мушегян, В. А. Сергеев. – М. : Транспорт, 1978. – 88 с.
3. Лобанов, Е. М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя [Текст] / Е. М. Лобанов. – М. : Транспорт, 1980. – 311 с.
4. Баевский, Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии [Текст] / Р. М. Баевский. – М. : Медицина, 1979. – 298 с.
5. Доля, В. К. Пасажирські перевезення : підручник / В. К. Доля. – Харків: Видавництво «Форт», 2011. – 504 с.
6. Коноплянко, В. И. Основы управления автомобилем и безопасность движения [Текст] / В. И. Коноплянко, С. В. Рыжков, Ю. В. Воробьев. – М. : ДОСААФ, 1989. – 224 с.
7. Клеббельсберг, Д. Транспортная психология [Текст] : пер. с нем. / под. ред. В. Б. Мазуркевича. – М. : Транспорт, 1989. – 367 с.

*Розглядається задача усунення різноманітності онтологій. Дана загальна характеристика основних підходів до співставлення онтологій. Представлено оптимальний за швидкодією алгоритм автоматичного співставлення онтологій, заснований на принципах навчання штучної нейронної мережі*

*Ключові слова: онтологія, співставлення, адаптивне машинне навчання*

*Рассматривается задача устранения разнородности онтологий. Дана общая характеристика основных подходов к сопоставлению онтологий. Представлен оптимальный по быстродействию алгоритм автоматического согласования онтологий, основанный на принципах обучения искусственной нейронной сети*

*Ключевые слова: онтология, сопоставление, адаптивное машинное обучение*

*The problem of elimination of heterogeneity among different ontologies is considered. General description of the main ontology matching approaches is given. The optimal by performance algorithm for automatic ontology matching, based on principles of artificial neural network learning, is presented*

*Key words: ontology, matching, adaptive machine learning*

УДК 519.68:007.5

## ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К СОПОСТАВЛЕНИЮ ОНТОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

**Е. В. Бодянский**

Доктор технических наук, профессор\*  
E-mail: natavoloshina@gmail.com

**Н. А. Волошина**

Старший преподаватель\*  
Контактный тел.: 095-56-46-203  
E-mail: natavoloshina@gmail.com

**Н. В. Рябова**

Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой\*

\*кафедра Искусственного интеллекта  
Харьковский национальный университет  
радиоэлектроники  
пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 61166  
Контактный тел.: (057)70-21-337, 050-958-05-72  
E-mail: ryabova.nv@gmail.com