

ПРОЕКТУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

УДК 621.825.5, 656.13

М. О. Афонін , Т. М. Поостранський
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра транспортних технологій

ВПЛИВ ДОРОЖНІХ УМОВ НА ПОКАЗНИКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ВОДІЯ

© Афонін М. О., Поостранський Т. М., 2017

Розглянуто вплив дорожніх умов на показники функціонального стану водія та його зміну під час керування транспортним засобом. Визначено певні не класичні показники, що мають вплив на водія. Одним із ключових завдань роботи було визначення чутливості цих показників до дорожніх умов.

Ключові слова: функціональний стан, варіабельність серцевого ритму, умови руху, кореляційний аналіз.

M. Afonin, T. Postrans'kyu

THE IMPACT OF ROAD CONDITIONS ON INDICATORS OF THE FUNCTIONAL STATE OF THE DRIVER

In this work influence of travelling terms is examined on the functional state of driver and his change in the process of management a transport vehicle. Not classic indexes that have an influence on a driver are certainly certain. One of key tasks of work there was determination of sensitivity of these indexes to the travelling terms.

Keywords: functional state, heart rate variability, traffic conditions, correlation analysis.

Формулювання проблеми. Встановлено, що поєднання оперативних можливостей водія і динамічних показників автомобіля істотно підвищує ефективність управління. Незважаючи на сумісне виконання функцій управління людиною і машиною, кожна з цих складових системи людина-машина підпорядковується у роботі своїм, властивим тільки їй, закономірностям [1]. При цьому ефективність функціонування системи загалом визначається тим, якою мірою під час її створення було виявлено і враховано характерні для людини і машини особливості, зокрема обмеження і потенційні можливості. Найповніше ці особливості проявляються під час узгодження зовнішніх (технічних) і внутрішніх (властивих людині) чинників, тобто з урахуванням людського чинника. Помилки, так звані прояви людського чинника, як правило, ненавмисні: людина виконує хибні дії, розцінюючи їх як правильні [1].

Отже, відсутність повної впевненості в успішності виконання майбутніх відповідних дій, сумніви в можливості досягнення мети діяльності породжують емоційне напруження, яке проявляється у надмірному хвилюванні, інтенсивному переживанні людиною процесу діяльності і очікуваних результатів. Емоційне напруження призводить до зниження результатів трудової діяльності, перенапруги, загальної загальмованості і скутості у поведінці та зростанні ймовірності виконання помилкових дій з боку водія. Появі напруження сприяють такі індивідуальні особливості людини, як зайва вразливість, надмірна старанність, недостатня загальна витривалість, імпульсивність у поведінці тощо [2].

Ступінь емоційного напруження залежить від оцінки людиною готовності до дій за певних обставин і відповідальності за їх результати. Джерелом помилок може бути зниження уваги у

звичних і спокійних умовах. У такій ситуації людина розслабляється і не очікує будь-яких ускладнень. У системі “водій–автомобіль–дорога–середовище” під час керування власне людина вносить в її управління деяку невизначеність функціонування. Високі швидкісні режими, зростання інтенсивності дорожнього руху за збільшення обсягів перевезень і вимоги до їх якості накладають певні обов’язки на водія для забезпечення функціонування транспортного процесу [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Для забезпечення безпеки руху з інженерного погляду раніше достатньо було врахувати загальні засади психології щодо бачення людиною зовнішнього світу, зокрема своєчасного подання інформації завдяки забезпеченню необхідної відстані видимості та розрахунку запізнення у відповідь на дії водія. Проте напруженість його роботи стали перевищувати оптимальні межі, із підвищенням швидкості та щільності руху. З’явилася потреба кількісно оцінити емоційний стан водія. Коло досліджуваних питань розширилось, коли в дослідженнях дорожнього руху почали використовувати електрокардіограму (ЕКГ). Велика частина робіт спрямована на виявлення зв’язку між змінами в ЕКГ і складністю дорожньої ситуації та зосереджена на нормуванні й організації тривалості роботи водія [5–7].

У практично здорових людей інтервал часу від початку циклу одного серцевого скорочення до початку іншого не є однаковим. Першим це виявив А. Галлер у 1760 р. Явище отримало назву “варіабельність серцевого ритму” (ВСР). ВСР спостерігається навіть у стані спокою в положенні лежачи. Характерно, що непостійність інтервалу між кардіоциклами знаходиться в межах якоїсь середньої величини, яка є оптимальною для певного розглянутого функціонального стану (ФС) організму. За будь-якої зміни стану організму частота серцевих скорочень (ЧСС) починає підлаштовуватися під новий функціональний рівень. Цей період “підлаштовування” є своєрідним перехідним інтервалом часу, в якому задіяні інші, не пов’язані з регулюванням ВСР, механізми. Вони забезпечують досягнення середньої ЧСС, яка стає оптимальною для нового функціонального стану [3].

Результати дослідження ЕКГ водія вважають найінформативнішими для визначення ФС водія в реальних умовах. Це пояснюється тим, що їх аналіз дає кількісні показники, межі яких є визначеними для одного чи іншого стану водія. На основі показника активності регуляторних систем (ПАРС) та індексу напруження (ІН) можна оцінювати зміну ФС водія, що перебуває за кермом під час руху у різних дорожніх умовах.

Дослідники, які займались вищеозначеними питаннями, використовували саме ці показники для оцінювання ФС водіїв у різних дорожніх умовах. Так, в роботі Ю. О. Давідіча встановлено зміну ПАРС водіїв маршрутних автобусів за різних умов роботи. ІН також часто використовували для індикації фізичної та емоціональної напруги під час керування транспортним засобом [4].

Формулювання мети. Показники, які характеризують ФС водія, використані у попередніх публікаціях, є комплексними та вторинними. Вони є результатом комбінацій первинних показників ВСР, отриманих методом статистичного, геометричного чи спектрального аналізу, і їх налічується понад двадцять. Проблема полягає в тому, що чутливість комплексних оцінок до дорожніх умов зменшується із збільшенням кількості первинних показників, які були в них враховані. Відомо, що первинні результати статистичного аналізу кардіоінтервалів добре відображають ФС водія, рівень його напруги та співвідношення активності симпатичної і парасимпатичної нервової систем. Метою цього дослідження є встановлення залежності між первинними показниками ВСР та умовами руху, в яких перебував водій.

Виклад основного матеріалу. В аналізі показників ВСР та їх застосування найбільшу увагу привертають частотні спектри кардіоінтервалів водія під час керування транспортним засобом. Якщо масив часових інтервалів між серцевими скороченнями розглядати як частотний спектр, то можна виділити деякі діапазони, які, своєю чергою, несуть важливу інформацію про стан водія у певний момент часу. В оцінці ВСР варто використати такі показники [5]:

- ТР – загальна потужність спектра. Сумарний ефект вегетативної регуляції (зменшення свідчить про посилення активності симпатичної нервової системи);

- HF – високочастотний компонент спектра (0,15–0,4 Гц). Пов’язаний з дихальною аритмією і переважно відображає активність парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи; підвищується у стані спокою та під час сну, знижується під час фізичного навантаження та стресу;

- LF/HF – коефіцієнт симпато-парасимпатичного балансу. Найважливіший із спектральних показників ВСР, який відображає баланс активності симпатичного і парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи; підвищення цього показника свідчить про зростання фізичного або емоційного навантаження.

Перелічені показники можна визначати, записуючи ЕКГ водія приладом КардіоСенс та аналізуючи отримані дані в програмному середовищі КардіоЛаб. Тривалість руху, відстань та положення автомобіля на дорозі визначають за записами відеореєстратора та GPS-трекера. Ми проводили дослідження на автомобільній дорозі М06 Київ – Чоп, зокрема, на ділянці Солонка – Стрий завдовжки 60 км. Планувальні характеристики цієї ділянки змінюються по декілька разів за всією довжиною, тому вона відповідає методиці та завданням дослідження.

Для встановлення чутливості цих показників до процесу руху проводили кореляційний аналіз отриманих результатів (таблиця).

Кореляційна матриця отриманих даних

	Відстань	Тривалість руху	TP	HF	LF/HF
Відстань	–	1,00	-0,57	-0,76	0,68
Тривалість руху	1,00	–	-0,56	-0,75	0,67
TP	-0,57	-0,56	–	0,65	-0,23
HF	-0,76	-0,75	0,65	–	-0,56
LF/HF	0,68	0,67	-0,23	-0,56	–

Отримане засвідчує про наявність зв’язків між спектральними показниками ВСР та пройденим шляхом (тривалістю поїздки). Значення коефіцієнта кореляції є доволі високими (0,56–0,76), враховуючи те, що він є дуже чутливим до точок викиду. Графічні ілюстрації зв’язків між цими показниками наведено у вигляді кореляційних полів для деяких їхніх значень (рис. 1).

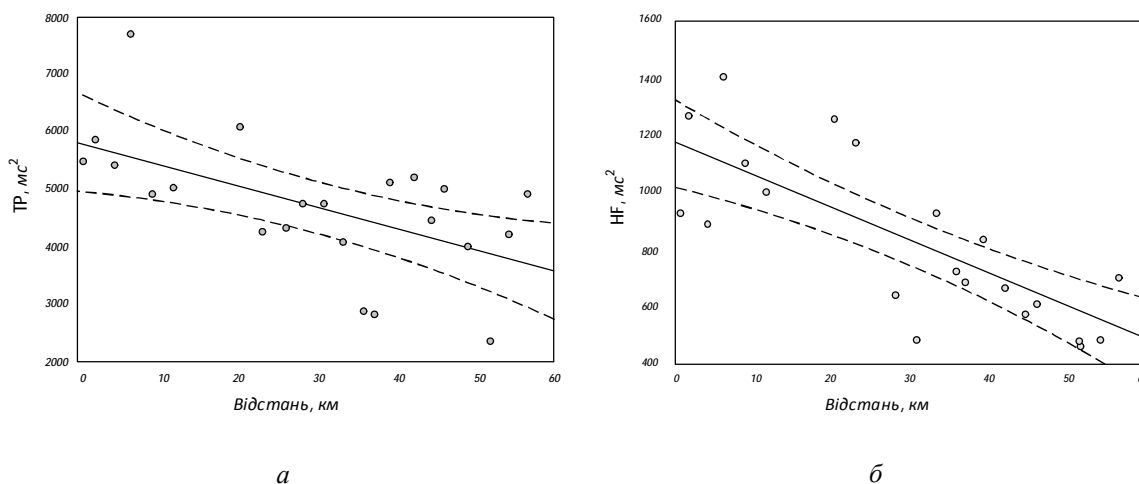


Рис. 1. Кореляційні поля зв’язку між відстанню: TP (а) та HF (б)

Отже, результати засвідчують про чутливість спектральних компонентів ВСР до відстані та тривалості руху. Можна стверджувати на підставі кореляційних даних, що ці показники швидко реагують на умови роботи водія.

Маючи такі значення коефіцієнтів кореляції, варто провести і регресійний аналіз. За його результатами можна отримати певні залежності, які потім варто застосовувати у розрахунках впливу пройденої відстані водієм на показники його функціонального стану, такі як TP та HF. Отримані залежності зображено на рис. 2 та 3.

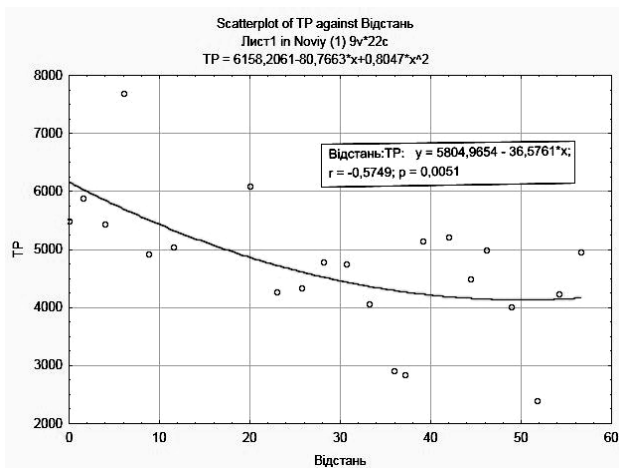


Рис. 2. Залежність зміни показника TP від пройдені водієм відстані

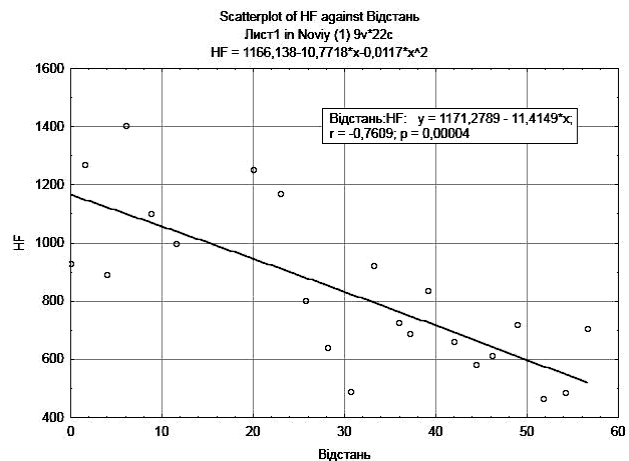


Рис. 3. Залежність зміни показника HF від пройдені водієм відстані

Розраховані залежності є поліномами другого степеня, такий вид рівнянь доволі часто використовується для опису фізичних показників. Також ця функція є нескладною для різних математичних операцій, якщо така необхідність виникне.

Висновки. За результатами проведених документальних та натурних досліджень можна зробити певні висновки, які надалі дадуть можливість правильно вибирати необхідні для аналізу показники. Насамперед варто зазначити, що незважаючи на вже існуючі праці, які стосувались класичних показників варіабельності серцевого ритму у водіїв, все ж таки варто приділяти увагу і первинним показникам, які наразі широко не використовуються. Їхню суть описано у праці В. М. Михайлова, і вона може бути цінною і доволі інформативною.

Отримані результати показують, що, незважаючи на вже існуючі вторинні комплексні показники ВСР, серцевий ритм також варто брати до уваги, особливо на коротких маршрутах. За результатами регресійного аналізу отримано залежності, за допомогою яких можна прогнозувати функціональний стан водія. Достовірність отриманих результатів є задовільною, оскільки значення коефіцієнтів кореляції є доволі високими. Це повинно мотивувати дослідників детальніше аналізувати вплив характеру роботи водія та дорожніх умов на його ФС. Навіть, якщо вторинні показники ВСР не показують істотних змін, потрібно аналізувати й інші, що підтверджено результатами кореляційного аналізу.

1. Клеббельсберг Д. Транспортная психология / Д. Клеббельсберг; пер. с нем. В. Б. Мазуркевич. – М.: Транспорт, 1989. – 367 с.
2. Лобанов Е. М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя / Е. М. Лобанов. – М.: Транспорт, 1980. – 311 с.
3. Гюлев Н. У. Особенности эргономики та психофізіології в діяльності водія: навч. посібник / Н. У. Гюлев. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 185 с.
4. Давідіч Ю. О. Ергономічне забезпечення транспортних процесів: навч. посібник / Ю. О. Давідіч, Є. І. Куш, Д. П. Понкратов; – Х.: ХНАМГ, 2011. – 392 с.
5. Михайлов В. М. Вариабельность ритма сердца. Опыт практического применения метода / В. М. Михайлов. – Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2000. – 200 с.