

Т.М. Постранський

Національний університет «Львівська політехніка»

ВПЛИВ УМОВ РУХУ НА ПОКАЗНИК АКТИВНОСТІ РЕГУЛЯТОРНИХ СИСТЕМ ВОДІЯ МІСЬКОГО АВТОБУСА

Розвиток промислових та туристичних галузей країни призводить до збільшення потреб пасажирів у перевезеннях. При цьому зростає необхідність у їх безпечному та комфортному перевезенні. Це у значній мірі залежить від надійності роботи системи «водій – автомобіль – дорога – середовище», зокрема її керуючої ланки – «водій». Від його дій залежить безпека руху усіх учасників дорожнього руху. Відповідно до цього, постає необхідність щодо дослідження психофізіологічних особливостей людини, як оператора транспортного процесу та встановлення відповідних закономірностей. Це дасть змогу розробляти графіки роботи та відпочинку водіїв, що враховуватимуть умови в яких вони керують транспортним засобом.

Ключові слова: електрокардіограма, функціональний стан водія, показник активності регуляторних систем, умови руху.

Т. Н. Постранский

Национальный университет «Львовская политехника»

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ДВИЖЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛЬ АКТИВНОСТИ РЕГУЛЯТОРНЫХ СИСТЕМ ВОДИТЕЛЯ ГОРОДСКОГО АВТОБУСА.

Развитие промышленных и туристических отраслей страны приводит к увеличению потребностей пассажиров в перевозках. При этом возрастает необходимость в их безопасной и комфортной перевозке. Это в значительной степени зависит от надежности работы системы «водитель - автомобиль - дорога - среда», в частности ее управляющего звена - «водитель». От его действий зависит безопасность движения всех участников дорожного движения. В соответствии с этим, возникает необходимость проведения исследования психофизиологических особенностей человека, как оператора транспортного процесса и установления соответствующих закономерностей. Это позволит разрабатывать графики работы и отдыха водителей, с учетом условий в которых они управляют транспортным средством.

Ключевые слова: электрокардиограмма, функциональное состояние водителя, показатель активности регуляторных систем, условия движения.

T. Postransky

THE IMPACT OF THE TRAFFIC CONDITIONS ON CITY BUS DRIVER'S INDICATOR OF REGULATORY SYSTEMS' ACTIVITY.

Development of industrial and tourist areas of the country leads to increased needs in passenger movements. This increases their needs for safety and comfortable transportations. This depends on the reliability of the system "driver - vehicle - road - environment", including its management level - "driver". Traffic safety of all road users depends on from driver's actions. So, there is a need for research on physiological characteristics of the person, as the operator of the transport process. This will help develop driver's work schedules and rest periods, which take account of conditions in which driver control the vehicle.

Keywords: electrocardiogram, functional state of the driver, indicator of regulatory systems' activity, traffic conditions.

Постановка проблеми. Важливим завданням наукових робіт є створення нових методів забезпечення безпеки пересування. Саме від цього залежить життя та здоров'я усіх учасників дорожнього руху. Для ефективного вирішення цієї задачі необхідно визначити та усунути основні причини виникнення дорожньо-транспортних подій (ДТП).

Як свідчить статистика, більшість ДТП стається з вини людини, а саме через помилкову її поведінку в тій чи іншій ситуації [1]. На думку А. І. Воркута – безвідмовна робота транспортної системи залежить від впливу різних чинників, серед яких знаходяться і психофізіологічні якості водія [2]. Також вагомість людини у системі ВАДС підкреслили у своїх роботах: Є. М. Лобанов [3], Бріггс, Дерт [4], В. К. Доля [5], Ю. О. Давідіч [6] та інші, які ставлять питання дослідження водія як ключової ланки системи «водій – автомобіль – дорога – середовище» ВАДС.

Збої у роботі людини, як оператора транспортного процесу, можуть відбуватися з причини її незадовільного функціонального стану (ФС). Цей показник характеризує «ефективну сторону діяльності людини» [7]. Також його можна трактувати, як рівень адаптації організму до дії зовнішніх подразників. Тому дослідження ФС водіїв транспортних засобів є актуальним під час організації перевезень вантажів та пасажирів і організації дорожнього руху в цілому.

Для підвищення безпеки дорожнього руху, враховуючи тенденції росту інтенсивностей транспортних потоків, слід використовувати не лише «традиційні методи дослідження», але й ті,

які враховують людину як важливу ланку транспортного процесу[3].Тому дослідження водія набуває все більшої вагомості у транспортних дослідженнях. Це зумовлено тим, що вирішення поставлених практичних задач значною мірою пов'язане з правильністю визначення ФС водія у тих чи інших ситуаціях[8].

Відповідно до цього **метою роботи** є дослідження ФС водіїв автобусів, що працюють в межах населеного пункту, та встановлення відповідних тенденцій.

Результати досліджень.Залежно від ФС водія змінюється і надійність його роботи. Цей показник розглядають, як можливість виконувати певні завдання у заданих умовах праці. Є. М. Лобанов встановив, що надійність роботи водія має зв'язок з частотою його серцевих скорочень. Так, зі збільшенням частоти серцевих скорочень понад 115 уд/хв., надійність оператора транспортного процесу стрімко знижується[3]. Слід зазначити, що у свою чергу, надійність роботи водія у значній мірі впливає на безпеку руху як транспортного засобу зокрема, і на рух транспортного потоку в цілому. Одними з основних показників, що відображають якість роботи водія є здатність швидко і правильно приймати рішення у складних дорожніх ситуаціях.

Якщо розглядати роботу системи ВАДС комплексно, то поняття надійності роботи водія охоплює не тільки ймовірність виникнення помилкових дій оператора, але і вплив на стан його організму умов роботи. Так, наприклад, на надійності роботи водія протягом робочого дня впливають рівні завантаження автомобільних доріг [3], швидкість руху[8],ергономічні характеристики транспортного засобу[7, 9],профіль автомобільних доріг та інформаційне забезпечення[3],розміщення технічних та рекламних засобів[10]тощо.

Зазвичай, дослідження ФС людини проводиться для виявлення внутрішніх хвороб та прогнозування тенденцій їх розвитку. Якщо це стосується практично здорових людей, то метою дослідження, зазвичай, є [11]:

- оцінка стану здоров'я;
- оцінка поточного ФС та адаптаційних резервів організму;
- професійний відбір;
- вибір оптимальних навантажень під час складання індивідуальних планів тренувань спортсменів;
- виявлення ранніх стадій перенавантаження;
- визначення рівня працездатності та її оцінка.

У транспортних дослідженнях найбільш широкого застосування отримали електрофізіологічні методи аналізу, зокрема електрокардіограма (ЕКГ). Це графічний запис змін електричних потенціалів, які виникають у наслідок збудження серцевого м'яза. Під час транспортних досліджень аналіз ЕКГ дає можливість оцінити емоційний стан людини під час фізичних та розумових навантажень[3].На основі математичного аналізу серцевого ритму та аналізу роботи серцево-судинної системи можна дослідити пристосування та адаптацію організму людини до дії зовнішніх чинників. Такий метод дослідження ЕКГ один з найкращих, який дає змогу відобразити різного роду навантаження на організм та демонструє кількісно-якісну оцінку стану регуляторних систем [12].

Для аналізу запису ЕКГ та встановлення значення ФС водія часто використовують такі показники:

- індекс напруження;
- індекс вегетативної рівноваги;
- вегетативний показник ритму;
- показник адекватності процесів регуляції;
- показник активності регуляторних систем (ПАРС). Визначення цього показника проводиться за відповідним алгоритмом, який враховує п'ять критеріїв.

ПАРС відображає активацію адаптаційних механізмів організму на дію певних чинників впливу та різного роду навантажень. Алгоритм встановлення значень ПАРС відбувається з використанням п'яти критеріїв: А, Б, В, Г, Д. Значення цих критеріїв залежить від кількісних показників отриманих на основі аналізу варіабельності серцевого ритму. Значення кожного критерію може коливатися в межах [-2;+2] за абсолютними величинами залежно від того, в якому стані знаходиться організм людини [13].

Критерій «А» відображає роботу серцево-судинної системи, а саме ритм серцебиття. Воно може бути нормальним, сповільненим та прискореним. Показником, який відображає сумарний ефект регуляції, є математичне очікування. Він визначається як середнє значення тривалості R-R інтервалів у досліджуваному діапазоні запису ЕКГ [14].

За критерієм «Б» проводиться аналіз стабільності ритму серця. Стабільний ритм серцебиття та виражена аритмія свідчать про значний вплив різного роду чинників на організм людини, а помірна аритмія відображає стан норми. Цей показник залежить від [14]:

- стандартне відхилення від значення величини R-R інтервалів;
- варіаційний розмах, який визначається як різниця максимальних та мінімальних значень R-R інтервалів;
- коефіцієнт варіації. Надає можливість врахувати частоту серцевих скорочень на варіабельність серцевого ритму.

Критерій «В» відображається через показники парасимпатичної та симпатичної нервової систем. Вони відображені у значеннях варіаційного розмаху, амплітуди моди та індексу напруження. Критерій «Г» є показником стійкості регуляції нервових центрів. Його значення визначаються залежно від коефіцієнта варіації варіабельності серцевого ритму. Критерій «Д» відображає активність нервових центрів. Основними його показниками є спектральна потужність у різних діапазонах [15].

ПАРС оцінюється умовними одиницями за десятибальною шкалою [14]:

- 1, 2, 3 – стан регуляторних систем в межах оптимального напруження, яке необхідне для взаємодії організму людини з середовищем;
- 4, 5 – помірне напруження, при якому організм потребує додаткових функціональних резервів для адаптації до умов середовища. Такий стан організму спостерігається під час адаптації на початку робочого дня до трудової діяльності та при емоційних стресах;
- 6, 7 – виражене напруження регуляторних систем, при якому мобілізуються захисні механізми організму;
- 8,9,10 – стан виснаження регуляторних систем, зрив адаптації. Такий стан організму характеризується зниженням активності механізмів регуляції та спостерігається накопичена втома та нервово перенапруження. Захисні і адаптаційні механізми організму не справляються і не можуть адекватно відреагувати на вплив зовнішніх чинників.

Досліджуючи водія під час керування транспортним засобом у різних умовах руху з використанням спеціального обладнання та програмного забезпечення, яке дає змогу створювати та аналізувати записи ЕКГ, можна встановити значення ПАРС. Провівши такі ж дослідження водія у спокійному стані, можна встановити динаміку зміни ФС організму та визначити основні чинники впливу на нього [16].

Дослідження ФС водіїв автобусів, що рухаються регулярними маршрутами руху у межах населеного пункту. Усі транспортні засоби розділено на три групи, залежно від їх питомої потужності, а саме:

- 1 група – від 11 кВт/т до 13 кВт/т;
- 2 група – від 13 кВт/т до 15 кВт/т;
- 3 група – від 15 кВт/т до 17 кВт/т.

Дослідження зміни ФС водія, який керує маршрутним транспортним засобом, проводилися у реальних умовах. Під час руху проводився безперервний запис даних ЕКГ з використанням комплексу «Cardio Sens». Реєстрація показників здійснювалась у п'яти відведеннях. При виборі схеми накладання електродів враховувалася специфіка роботи водія. Тому їх розміщали у найменш рухомих ділянках грудної клітки, але з урахуванням існуючих методик. Тривалість кожного запису становив 4 години.

Запис ЕКГ водіїв здійснювався під час керування ними транспортними засобами за рівня завантаження автомобільної дороги більшого та рівного 0,5. Рівень завантаження автомобільної дороги розраховувався за формулою (1) та відповідно до отриманих даних досліджень інтенсивності руху транспортного потоку та пропускної здатності автомобільної дороги. Інтенсивність руху визначалася на основі відеозаписів, створених на різних ділянках автомобільної дороги, якими рухався транспортний засіб. Пропускна здатність визначалася у камеральних умовах.

$$z = \frac{N}{P} \quad (1)$$

де N – інтенсивність транспортного потоку, од/год;

P – пропускна здатність автомобільної дороги, од/год.

Під час руху у межах населеного пункту маршрутний транспортний засіб часто перебував в інтенсивних транспортних потоках з малими інтервалами між транспортними засобами, на автомобільних дорогах переважали розв'язки в одному рівні, часто здійснювалися зупинки на регульованих перехрестях тощо. Результати дослідження водія автобуса, який рухався у межах населеного пункту, наведено на рис. 1.

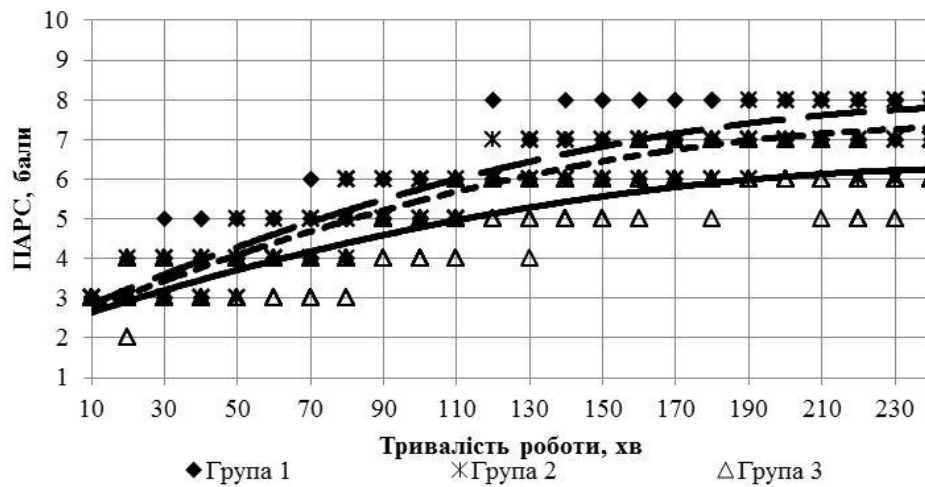


Рис. 1. Зміна ПАРС водіїв у межах населеного пункту за рівня завантаження автомобільної дороги $z \leq 0,5$, що керують маршрутними транспортними засобами різних груп:

— — — — — група 1;
 - - - - - група 2;
 — — — — — група 3.

Як видно з рис. 1, значення ПАРС водія, який керує автобусом в межах населеного пункту при рівні завантаження автомобільної дороги меншому або рівному 0,5, зростає. На основі результатів натурних досліджень встановлено, що кінцеві значення цього показника для водіїв, які керували автобусами 1 групи, коливаються в межах 8 балів; 2 групи – в межах 7 балів, 3 групи – в межах 6 балів. Слід зазначити, що у таких умовах руху після чотиригодинної безперервної роботи організм водія знаходиться на межі між вираженим напруженням регуляторних систем та станом їх виснаження та можливого зриву адаптації.

Висновки. Відповідно до проведених досліджень, встановлено, що зі збільшенням тривалості роботи водія автобуса в межах населеного пункту, значення ПАРС його організму зростає. Якщо врахувати те, що при збільшенні значення ПАРС понад 7 балів, організм водія переходить в стан виснаження регуляторних систем та зриву адаптації. Це призводить до збільшення ймовірності того, що водій прийме неправильні рішення у складній дорожній ситуації. Відповідно до цього, рекомендована тривалість безперервної роботи водія залежатиме від параметрів транспортного засобу, яким він керує і може бути меншою від встановленої законодавством України.

Література

1. Статистика аварійності в Україні [Електронні ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sai.gov.ua/ua/ua/static/21.htm>.
2. Воркут А. И. Грузовые автомобильные перевозки / А. И. Воркут – К.: Вища школа, 1986. – 447 с.
3. Лобанов Е. М. Проектирование дорог и организация движения с учётом психофизиологии водителя / Е. М. Лобанов. – М.: Транспорт, 1980. – 311 с.
4. Клебельсберг Д. Транспортная психология / Д. Клебельсберг.; пер. с нем. В. Б. Мазуркевич. – М.: Транспорт, 1989. – 367 с.
5. Доля В. К. Пасажи́рські перевезення / В. К. Доля. – Харків: Вид-во «Форт», 2011. – 504 с.
6. Давідіч Ю. О. Розробка графіка руху транспортних засобів при організації вантажних перевезень: навч. посіб. / Ю. О. Давідіч. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 345 с.
7. Гюлев Н. У. Особливості ергономіки та психофізіології в діяльності водія: навч. посібник / Н. У. Гюлев. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 185 с.

8. Доля В. К. Особливості поведінки водія та зміна його психофізіологічних характеристик за різних швидкісних режимів, зумовлених недостатньою видимістю / В. К. Доля, Ю. Я. Ройко // Вісник Східноєвропейського національного університету ім. В. Даля. – 2010. – №7 (149). – С. 75 – 79.
9. Давідіч Ю. О. Ергономічне забезпечення транспортних процесів: навч. посібник / Ю. О. Давідіч, Є. І. Куш, Д. П. Понкратов; – Х. : ХНАМГ, 2011. – 392 с.
10. Швець В. В. Вплив містобудівної ситуації на психологічний стан водіїв / В. В. Швець, О. Г. Веремій, К. С. Маснюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2012. – № 1. – С. 109 – 112.
11. Руденко С. Д. Исследование и оценка функционального состояния спортсменов : учеб. пособ. / С. Д. Руденко, Е. А. Таламбум, Е. Е. Ачкасов. – М. : Профиль – 2С, 2010. – 72 с.
12. Псеунок А. А. Вариабельность сердечного ритма / А. А. Псеунок // Весник Адыгейского государственного университета. – 2006. – №2. – С. 222.
13. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем / [Р. М. Баевський, Г. Г. Иванов, Л. В. Чирейник и др.] // Весник Аритмологии. – 2001. – №24. – С. 65 – 87.
14. Михайлов В. М. Вариабельность ритма сердца. Опыт практического применения метода / В. М. Михайлов. – Иваново : Иван. гос. мед. академия, 2000. – 200 с.
15. Жук М. М. Показник активності регуляторних систем як оцінка функціонального стану водія / М. М. Жук, В. В. Ковалишин, М. О. Афонін // Вісник ХНАДУ. – 2014. – № 67. – С. 131 – 133.
16. Жук М. М. Зміна показника активності регуляторних систем водія за різних умов руху / М. М. Жук, Т. М. Постранський, М. О. Афонін // Електронна наукова фахова видання «Автомобільна електроніка. Сучасні технології». – 2013. – Вип. 5. – С. 79 – 81

Стаття надійшла в редакцію 29.04.2016