

100-летию со дня рождения Михаила Федоровича Балжи (16-17 октября 2008 г.). – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – С. 106–112.

2. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике [Текст] / А.А. Алямовский [и др.]. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.

3. Бобылев, В.Н. Физические свойства наиболее известных химических веществ [Текст]: Справочное пособие / В.Н. Бобылев. – РХТУ им. Д.И. Менделеева. – М., 2003. – 24 с.

УДК 656.13

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ
ВОДИТЕЛЯ ПРИ ДВИЖЕНИИ В РАВНИННЫХ УСЛОВИЯХ
PREDICTION OF THE DRIVER'S FUNCTIONAL STATE DURING
DRIVING IN THE PLAIN CONDITIONS**

Жук Н.Н., доцент, кандидат технических наук;

Постранский Т.Н., аспирант; **Афонин М.А.**, магистр

(Национальный университет «Львівська політехніка», Львов, Украина)

Zhuk N.N., Associate Professor, Candidate of Technical Sciences;

Postransky T.N., Postgraduate; **Afonin M.A.**, master

(Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine)

Аннотация. В работе рассмотрены результаты исследования функционального состояния водителя во время движения в равнинных условиях. Проанализированы существующие методы исследования изменения функционального состояния водителя. Предложено экспериментальную модель прогнозирования функционального состояния водителя во время движения равнинной местностью.

Abstract. This work describes research' results of the drivers' functional state while driving in plain. It was analyzed the methods of the drivers' functional state changes. Also have been proposed an experimental predicting model of driver's functional state driving in plain

Введение

Для повышения безопасности дорожного движения, учитывая тенденции роста интенсивностей транспортных потоков, следует использовать не только «традиционные методы исследования», но и те, которые учитывают человека, как важное звено транспортного процесса [1]. Поэтому роль водителя приобретает все большую весомость в транспортных исследованиях. Это обусловлено тем, что решение поставленных практических задач в значительной степени связано с правильностью методов исследования и

прогнозирования функционального состояния (ФС) водителя в тех или иных ситуациях [2].

По мнению А.И. Воркута – безотказная работа транспортной системы зависит от влияния различных факторов, среди которых находятся и психофизиологические качества водителя [3]. Также значимость человека в системе «водитель–автомобиль–дорога» (ВАД) отметили в своих работах Е.М. Лобанов [1], Бриггс, Дерт [4] и Ю.А. Давидич [5], которые рассматривают вопросы исследования водителя, как ключевого звена системы ВАД. Так, технические параметры автомобильных дорог и транспортных средств можно, как настроить, так и спрогнозировать, но водитель и впредь является наименее исследованным элементом системы ВАД.

Как свидетельствуют многолетние исследования «Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета» (МАДИ), обычно именно неблагоприятные условия движения являются основной предпосылкой ДТП (70 %) [6]. Это объясняется тем, что во время движения дорожные условия могут резко изменяться, что приводит к изменению ФС водителя, а это, в свою очередь, приводит к изменению времени реакции [7]. Также резкое изменение условий движения сопровождается изменением ритмов дыхательных движений, частотой перемещения взгляда водителя между объектами наблюдения, изменением электропроводности кожи и т.д. [8].

Исследования, которые провел Я. В. Хомяк, показали, что при движении магистральными автомобильными дорогами время реакции водителя увеличивается (с 95 % обеспечением) до 3,5–4 с. Это обусловлено тем, что он привыкает к удовлетворительным условиям движения и в случае неожиданного появления препятствия, или отрезка с ухудшенными условиями движения, вынужден преодолеть своеобразную психологическую напряженность [6].

Также на прямых участках автомобильной дороги растет и скорость передвижения. В. К. Доля отмечает, что с увеличением скорости движения возрастает и частота сердечных сокращений водителя, которая в свою очередь приводит к изменениям его ФС [9].

К основным факторам, которые влияют на водителя во время движения авторы работы [10] относят воздействие таких условий:

- ✓ элементы дороги, которые влияют на непосредственное управление автомобилем;
- ✓ обстановка дорожного движения (погодные условия, транспортные средства, которые двигаются во встречном и попутном направлении);
- ✓ объекты, которым водитель уделяет внимание и непосредственно не связанные с дорожным движением (здания и сооружения, деревья, низко летящие самолеты, рекламные щиты и т.д.).

За последние годы разработано большое количество методов для исследования психофизиологических качеств водителей. Ряд исследователей считает, что основным фактором, описывающий поведение водителя на дороге является его реакция на различные раздражители. Наиболее широкое применение исследования ФС водителя получили электрофизиологические методы анализа. Чаще всего используются следующие:

- ✓ электрокардиограмма (ЭКГ);
- ✓ электроэнцефалограмма (ЭЭГ);
- ✓ электромиограмма (ЭМГ);
- ✓ кожно-гальваническая реакция (КГР).

Наиболее широкое применение получило исследование ФС водителя с помощью электрокардиограммы. Это обусловлено тем, что эта методика проста в использовании, чем выше указанные, а также часто используется в спортивной медицине и космонавтике.

Электрокардиограмма – графическая запись изменений электрических потенциалов, которые возникают вследствие возбуждения сердечной мышцы [13]. При транспортных исследованиях, анализ ЭКГ дает возможность оценить эмоциональное состояние человека во время физических и умственных нагрузок. ФС отображает основные факторы, влияющие на него в различных дорожных условиях, которые могут снизить надежность его работы [14].

Одним из основных показателей ФС водителя, который отражает влияние различных факторов на психофизиологическое состояние организма, является индекс напряжения (ИН). Индекс напряжения регуляторных систем определяется на основе графика распределения кардиоинтервалов – гистограммы. В норме индекс напряжения колеблется в пределах 80–150 условных единиц. Этот показатель является очень чувствительным к усилению тонуса симпатической нервной системы [15].

Сбои в работе человека, как оператора транспортного процесса, могут происходить по причине его неудовлетворительного ФС. Он характеризует «эффективную сторону деятельности человека» [11]. Также его можно трактовать, как уровень адаптации организма к внешним раздражителям [12].

Исследование функционального состояния водителя во время работы в равнинных условиях

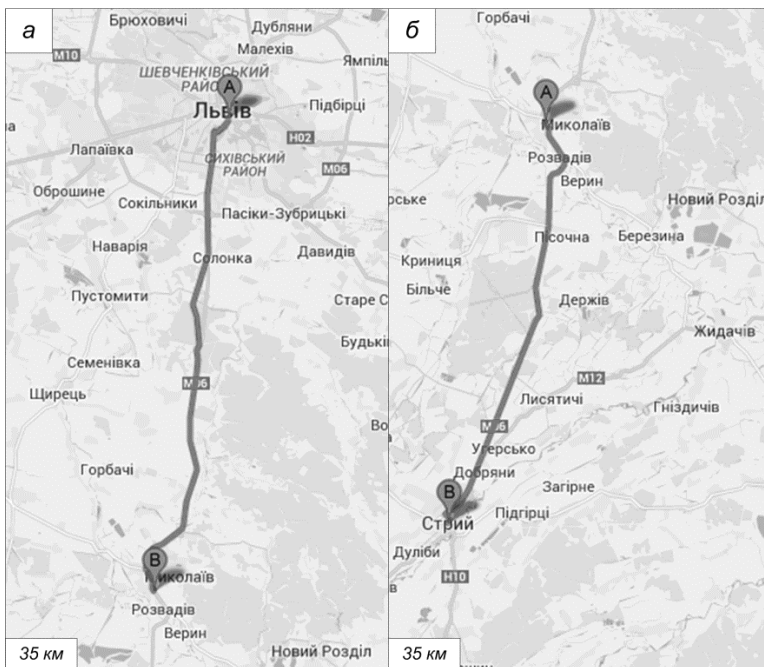
Исследования проводились на основе анализа электрокардиограммы с использованием системы Холтеровского мониторинга «КАРДИОСЕНС» и программного обеспечения «КАРДИОЛАБ». Показатели, получаемые такими методами, описывают реакцию организма на изменение дорожной обстановки.

Исследования ФС водителя производилось с использованием ЭКГ, а для оценки его состояния в определенные моменты времени выбрано ИИ.

Исследования осуществлялись во время движения транспортным средством по маршруту Львов – Стрый. Одновременно проводились замеры электрокардиограммы водителя и видео-регистрация дорожной обстановки. Протяженность этого участка автомобильной дороги составляет 70 км. Он разделен на два отрезка:

- ✓ Львов–Николаев – автомобильная дорога с двумя полосами движения (2x2) в одном направлении и конструктивными элементами, разделяющими встречные транспортные потоки – первый участок (рисунок, 1а);

- ✓ Николаев–Стрый – автомобильная дорога с одной полосой движения в одном направлении (1x1), большое количество населенных пунктов (рисунок, 1б) – второй участок.



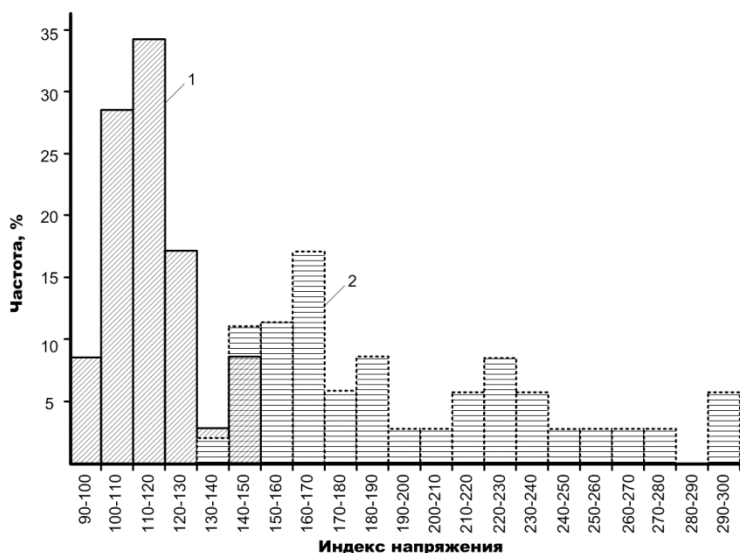
а – первый участок; б – второй участок дороги

Рисунок 1 – Схема участков исследуемого маршрута

После обработки статистических данных электрокардиограммы водителя, который двигался по первому участку автомобильной дороги, уста-

новлено, что среднее значение ИН составляет 115 у.е. со среднеквадратичным отклонением в 7 у.е. Что же касается второго участка исследуемой дороги, то среднее значение ИН составляет 195 у.е., а среднеквадратичское отклонение – 77 у.е.

Это обусловлено тем, что на первом участке водитель движется по проезжей части дороги с отсутствующими встречными потоками транспортных средств. На втором участке наблюдается большой разброс значений. Объяснением этого является то, что скоростные режимы движения являются неравномерными, осуществляются частые обгоны, присутствует интенсивный встречный поток транспортных средств. Значения ИН при движении различными участками наведены на рисунке 2.

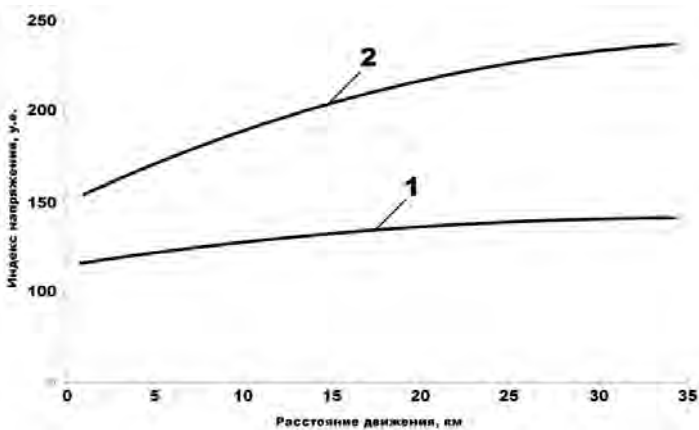


1 – первый участок; 2 – второй участок

Рисунок 2 – Гистограмма интервального распределения ИН водителя на разных участках маршрута движения

Зависимость изменения ИН водителя от условий движений подана на рисунке 3.

Анализируя графические зависимости на рисунке 3 можно утверждать, что движение первым участком маршрута оказывает значительно меньшее влияние на ФС водителя, нежели на втором участке. Также необходимо обратить внимание на то, что разница между начальными и конечными значениями ИН существенно отличается.



1 – первый участок; 2 – второй участок

Рисунок 3 – Зависимость изменения ИН водителя от условий движения

Стоит отметить, что вторая зависимость растет гораздо динамичнее. Это является подтверждением того, что именно вышеупомянутая разница в условиях движения, является весомым фактором влияния на напряженность нервной системы водителя.

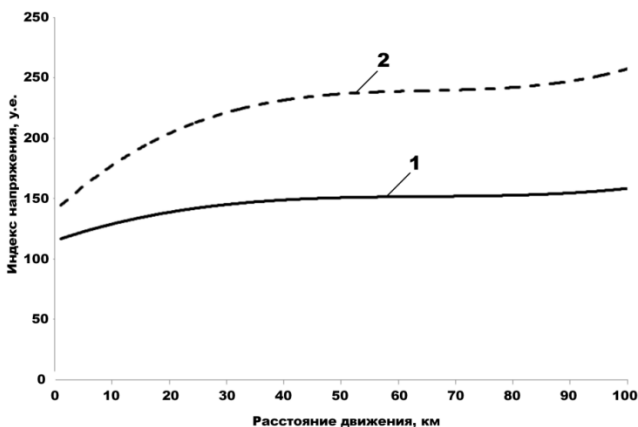
Для того чтобы обеспечить безотказную работу системы ВАД, необходимо учитывать не только основные показатели автомобильной дороги и характеристики автомобилей, но и психофизиологические особенности водителя и тенденции их изменения. Возникает необходимость прогнозирования ФС водителя для предотвращения возможных его ошибочных действий во время управления транспортным средством.

На основе статистических данных предварительно проведенных исследований, предложено прогноз изменения ИН водителя во время краткосрочных поездок (до 100 км). Результаты прогнозирования представлены в виде графической зависимости на рисунке 4.

В качестве основы для прогнозирования взяты данные ИН водителя во время движения первым и вторым участками. Установлено, что для отображения прогнозируемой динамики изменения ИН водителя, в данном случае, в наилучшей степени подходит закономерность линейной регрессии.

По результатам проведенных натурных исследований, ИН водителя в равнинных условиях движения на двухполосной автомобильной дороге ниже, нежели при наличии встречного транспортного потока. Как видно из рисунка 4 прогнозируемые значения ИН водителя во время движения двухполосной проезжей частью с разделительной полосой колеблется в пределах 115–155 у.е. Что же касается управления транспортным сред-

ством в условиях встречного движения транспортного потока, то ИН находится в пределах 140–265 у.е.



1 – двухполосной проезжей частью; 2 – однополосной проезжей частью

Рисунок 4 – Прогнозируемое изменение ИН водителя

Заключение

Проведено исследование ИН водителя, который управлял транспортным средством в равнинных условиях движения. Результаты показывают, что во время движения равнинными условиями на ФС водителя влияет, в большинстве случаев, организация дорожного движения, планировочные характеристики автомобильной дороги, скоростные режимы движения, состав транспортного потока и дальность поездки. Это установлено на основе статистического анализа результатов исследования, а именно характеристик распределения значений ИН и графических зависимостей.

На основе полученных данных проведен эксперимент, по прогнозированию ИН водителя в равнинных условиях движения. Основой для построения тенденции, которая отображает ФС водителя в пункте назначения, служила динамика изменения его показателей на идентичных отрезках автомобильной дороги.

Дальнейшие исследования будут касаться прогнозирования ФС водителя не только в рассматриваемых условиях, но также и в горных и городских. Практическим применением такой методики прогнозирования может являться построение графиков работы и отдыха водителей маршрутных транспортных средств, а также усовершенствование существующих маршрутов движения.

Литература

1. Лобанов, Е.М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя / Е.М. Лобанов. – М.: Транспорт, 1980. – 311 с.
2. Давідіч, Ю.О. Ергономічне забезпечення транспортних процесів: навч. посібник / Ю.О. Давідіч, Є.І. Куш, Д.П. Понкратов; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 392 с.
3. Воркут, А.И. Грузовые автомобильные перевозки / А.И. Воркут – К.: Вища школа, 1986. – 447 с.
4. Клеббельсберг, Д. Транспортная психология / Д. Клеббельсберг; пер. с нем. В.Б. Мазуркевич. – М.: Транспорт, 1989. – 367 с.
5. Давідіч, Ю.О. Розробка графіка руху транспортних засобів при організації вантажних перевезень: навч. посіб. / Ю.О. Давідіч. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 345 с.
6. Хомяк, Я.В. Организация дорожного движения / Я.В. Хомяк. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 271 с.
7. Физиологическая характеристика труда водителей автомобилей в условиях крупного города / А.И. Вайсман [и др.] // Гигиена труда и профзаболеваний. – 1973. – № 1. – С. 13–15.
8. Бабков, В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения: учебник для вузов / В.Ф. Бабков. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.
9. 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.
10. Організація та регулювання дорожнього руху / В.П. Поліщук [та ін.]. – К.: Знання України, 2012. – 467 с.
11. Гюлев, Н.У. Особливості ергономіки та психофізіології в діяльності водія: навч. посібник / Н.У. Гюлев. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 185 с.
12. Ильин, Е.П. Теория функциональной системы и психофизиологические состояния / Е.П. Ильин // Теория функциональных систем в физиологии и психологии. – М.: Наука, 1978. – С. 325–346.
13. <http://uk.wikipedia.org/wiki/Електрокардіограма>
14. Жук, М.М. Вплив висотної поясності на стан водія при русі у гірській місцевості / М.М. Жук, М.В. Бойків // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 61. – С. 33–35.
15. Баєвський, Р.М. Математичний аналіз зміни серцевого ритму при стресі / Р.М. Баєвський, О.М. Кирилов, С.З. Клецкин. – М.: Наука, 1984. – 222 с.