

Проаналізовані фактори, що впливають на функціональний стан водія в транспортному заторі, і характер їх впливу. Наведено нелінійну математичну модель впливу транспортного затору на функціональний стан водія

Ключові слова: нелінійна модель, функціональний стан, транспортний затор

Проанализированы факторы, влияющие на функциональное состояние водителя в транспортном заторе, и характер их воздействия. Приведена нелинейная математическая модель влияния транспортного затора на функциональное состояние водителя

Ключевые слова: нелинейная модель, функциональное состояние, транспортный затор

The factors are analysed affecting the functional state of the driver in traffic congestions, and the nature of their impact. A nonlinear mathematical model of the impact of traffic congestion on the functional state of the driver is shown

Keywords: nonlinear model, functional state, traffic congestion

НЕЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ ВЛИЯНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАТОРА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДИТЕЛЯ

Н. У. Гюлев

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра транспортных систем и логистики
Национальная академия городского
хозяйства
ул. Революции, 12, г. Харьков, Украина,
61002

Контактный тел.: (057) 716-93-70

E-mail: ngulev@mail.ru

1. Введение

Превышение интенсивности транспортного потока над пропускной способностью улиц и дорог приводит к увеличению времени задержек автомобилей на перекрестках вследствие появления транспортных заторов, особенно, в периоды «пик». Это приводит к снижению скорости транспортных средств и увеличению времени доставки грузов и пассажиров к пунктам назначения.

2. Постановка проблемы

Эффективность функционирования транспортной системы города во многом зависит от применяемой технологии организации дорожного движения. Для разработки этой технологии необходимо знать закономерности формирования и управления транспортными потоками. Транспортная система представляет собой сложную, самоорганизующуюся систему со своими особенностями и характеристиками [1-4].

Транспортный поток состоит из отдельных автомобилей, которые имеют разные динамические характеристики и которыми управляют водители с различной квалификацией и различными психофизиологическими характеристиками [1-6]. От психофизиологии водителя и его функционального состояния зависит время реакции водителя и динамический га-

барит автомобиля, который влияет на характеристики транспортного потока [7]. На водителя воздействуют транспортные заторы, ухудшая его функциональное состояние.

Это свидетельствует о важности проведения исследований по оценке влияния транспортного затора на функциональное состояние водителя.

3. Анализ последних исследований и публикаций

Вопросами формирования транспортных потоков, психофизиологическими особенностями водителей и организацией дорожного движения занималось много исследователей [1-22]. В работах [2,3,8 -13] рассмотрены закономерности формирования транспортных потоков и организация дорожного движения. При этом проблема влияния транспортных заторов на функциональное состояние водителей изучена не в полном объеме.

Авторы работ [1,4-6] рассмотрели транспортные системы с точки зрения их управления. Влияние транспортного затора на время реакции водителя рассмотрено в работе [7]. Однако это влияние не представлено в виде модели. В работах [14-17] рассмотрены некоторые психофизиологические вопросы в работе водителя. В работе [18] приведены результаты исследований изменения функционального состояния водителей на участках дорожной сети и на остановочных пунктах маршрутного транс-

порта. В работах [19,20] разработаны регрессионные модели влияния транспортного затора на функциональное состояние водителя. Однако они требуют некоторых уточнений вследствие недостаточной точности. Авторы работ [21,22] уделили особое внимание вопросам безопасности движения. Однако проблема влияния транспортного затора на функциональное состояние водителя и изменения его психофизиологических характеристик исследованы не в полном объеме.

4. Цель исследования

Цель исследования состоит в разработке нелинейной математической модели влияния транспортного затора на функциональное состояние водителя и оценке ее статистических характеристик.

5. Основной материал

Анализ работ [19,20] показал, что линейные модели не совсем правильно отражают механизм влияния транспортного затора на функциональное состояние водителя.

В соответствии с рекомендациями, изложенными в работе [23] при составлении математической модели были отобраны следующие факторы: возраст водителя, стаж работы водителя, тип нервной системы, число полос на дороге, комфортабельность автомобиля, длительность пребывания в транспортном заторе, величина функционального состояния водителя перед затором.

Проанализировав факторы, входящие в эти модели, была выдвинута гипотеза о нелинейном влиянии некоторых факторов на выходную функцию. При этом такие факторы, как длительность пребывания в транспортном заторе и величина функционального состояния водителя перед затором оказывают совместное воздействие на функцию.

Функциональное состояние водителя оценивалось путем математического анализа сердечного ритма водителя и определения показателя активности регуляторных систем (ПАРС) по методу профессора Баевского Р.М. [24,25].

Для составления математической модели влияния транспортного затора на ФС водителя была выбрана модель нелинейного вида. При разработке модели были использованы известные методы статистики и регрессионного анализа.

Разработанная модель имеет следующий вид:

$$P_k = 0,028V_b + 0,952H_c + 0,535\ln(T_z / P_n) + 0,342P_n,$$

где P_k – ПАРС при выходе из транспортного затора, баллы;

V_b – возраст водителя, лет;

H_c – тип нервной системы;

T_z – длительность транспортного затора, мин;

P_n - ПАРС при входе в транспортный затор, баллы.

Результаты расчетов параметров модели приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Характеристика модели изменения функционального состояния водителя в транспортном заторе

Факторы	Обозначение, размерность	Границы измерений	Коэффициент	Стандартная ошибка	Критерий Стьюдента	
					расчетный	табличный
Возраст водителя	V_b , лет	19-67	0,028	0,003	10,16	2,0
Тип нервной системы	H_c	1-3,5	0,952	0,044	21,59	2,0
Логарифм отношения длительности транспортного затора к P_n	$\ln(T_z/P_n)$	2-19	0,535	0,074	7,19	2,0
ПАРС при входе в транспортный затор	P_n баллы	2,2-5,8	0,342	0,029	11,74	2,0

Таблица 2

Доверительные интервалы коэффициентов модели

Факторы	Нижняя граница	Верхняя граница
Возраст водителя	0,008	0,003
Тип нервной системы	0,865	1,038
Логарифм отношения длительности транспортного затора к P_n	0,389	0,682
ПАРС при входе в транспортный затор	0,284	0,399

Из табл. 1 и 2 видно, что в разработанной математической модели значимыми оказались только четыре фактора. Об их значимости свидетельствует превышение расчетного значения критерия Стьюдента над табличным и отсутствие нуля в доверительных интервалах коэффициентов модели.

Статистическая оценка разработанной модели представлена в табл. 3.

Таблица 3

Результаты статистической оценки модели

Показатели	Значение
Критерий Фишера: расчетный	13
Коэффициент множественной корреляции	0,99
Средняя ошибка аппроксимации, %	6,85

Превышение расчетного значения критерия Фишера над табличным, равным 1,36, свидетельствует о высокой информационной способности модели. Значение

коэффициента множественной корреляции, равное 0,99, говорит о высокой тесноте связи между включенными в модель факторами и выходной функцией.

Адекватность разработанной математической модели оценивалась показателем средней ошибки аппроксимации, который равен 6,84%. Эта ошибка является допустимой.

6. Выводы и перспективы дальнейших исследований

Проведенные исследования и составленная математическая модель свидетельствуют об объективном

и отрицательном влиянии транспортного затора на функциональное состояние водителя. В результате разработки регрессионной модели выявлены наиболее значимые факторы, влияющие на состояние водителя в транспортном заторе.

Разработанная модель правильно отражает влияние транспортного затора на функциональное состояние водителя и может быть применена для практического использования. Дальнейшие исследования могут быть проведены с целью определения влияния функционального состояния водителя после выхода из транспортного затора на безопасность движения.

Литература

1. Печерский, М. П. Автоматизированные системы управления дорожным движением в городах / М. П. Печерский, Б. Г. Хорович. - М. : Транспорт, 1979. - 176 с.
2. Дрю, Д. Теория транспортных потоков и управление ими : пер. с англ. - М. : Транспорт, 1972. - 423 с.
3. Брайловский, Н. О. Моделирование транспортных систем / Н. О. Брайловский, Б. И. Грановский. - М. : Транспорт, 1978. - 125 с.
4. Брайловский, Н. О. Управление движением транспортных средств / Н. О. Брайловский, Б. И. Грановский. - М. : Транспорт, 1975. - 112 с.
5. Полищук, В. П. Проектирование автоматизированных систем управления движением на автомобильных дорогах / В. П. Полищук. - К. : КАДИ, 1983. - 95 с.
6. Вол М. Анализ транспортных систем / М. Вол, Б. Мартин. - М. : Транспорт, 1981. - 514 с.
7. Гюлев, Н.У. Об изменении времени реакции водителя вследствие пребывания в транспортном заторе / Н. У. Гюлев // Вестник Национального технического университета «ХПИ». - 2011. - №2. - С. 117–120.
8. Хомяк, Я. В. Организация дорожного движения / Я. В. Хомяк. - К. : Вища школа, 1986. - 271 с.
9. Клишковштейн, Г. И. Организация дорожного движения / Г. И. Клишковштейн, М. Б. Афанасьев. - М. : Транспорт, 2001. - 247 с.
10. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения: справочник, пер. с англ. / В. Рэнкин, П. Клафи, С. Халберт и др. - М. : Транспорт, 1981. - 592 с.
11. Романов, А. Г. Дорожные условия в городах: закономерности и тенденции / А. Г. Романов. - М. : Транспорт, 1984. - 80 с.
12. Хейт, Ф. Математическая теория транспортных потоков : пер. с англ. - М. : Мир, 1966. - 288 с.
13. Системологія на транспорті. Підручник у 5 кн./Під заг. ред. Дмитриченка М.Ф.– кн.IV: Організація дорожнього руху/ Е.В.Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К.Доля та ін. - К.: Знання України, 2007 р.- 452 с.
14. Вайсман, А. И. Основные проблемы гигиены труда водительского состава автотранспорта : автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 03.12.02 / А. И. Вайсман;- М., 1975. - 37 с.
15. Лобанов, Е. М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя / Е. М. Лобанов. - М.: Транспорт, 1980. - 311 с.
16. Гаврилов, Э. В. Эргономика на автомобильном транспорте / Э. В. Гаврилов. - К. :Техника, 1976. – 152 с.
17. Мишурич, В. М. Психофизиологические основы труда водителей автомобилей : учеб. пособие / В. М. Мишурич, А. Н. Романов, Н. А. Игнатов. - М. : МАДИ, 1982. - 254 с.
18. Давідіч, Ю. О. Проектування автотранспортних технологічних процесів з урахуванням психофізіології водія / Ю. О. Давідіч. - Харків : ХНАДУ, 2006. - 292 с.
19. Гюлев, Н.У. Модель влияния транспортного затора на функциональное состояние водителя / Н. У. Гюлев // Восточно-европейский журнал передовых технологий. - 2011. - Т.2/6(50). - С. 73–75.
20. Гюлев, Н.У. Уточнение модели влияния транспортного затора на функциональное состояние водителя автомобиля / Н. У. Гюлев // Вестник Национального технического университета «ХПИ». - 2011. - №43. - С. 84 –88.
21. Бабков, В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения / В. Ф. Бабков. - М. : Транспорт, 1982. - 288 с.
22. Коноплянко, В. И. Организация и безопасность дорожного движения/ В. И. Коноплянко- М.: Транспорт, 1991. - 183 с.
23. Френкель, А. А. Многофакторные корреляционные модели производительности труда / А. А. Френкель. - М. : Экономика, 1966. - 96 с.
24. Баевский, Р. М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р. М. Баевский, О. Н. Кириллов, С. З. Клецкин. - М. : Наука, 1984. - 222 с.
25. Космическая кардиология / В. В. Парин, Р. М. Баевский, Ю. Н. Волков, О. Г. Газенко. - Ленинград : Медицина, 1967. - 206 с.