

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО КОНТРОЛЮ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА ЛЕСНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Дорохин С.В., Чистяков А.Г.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (394036, г. Воронеж, Проспект Революции, 19) rivelenasoul@mail.ru

Разработка рекомендаций по повышению удобства и безопасности движения проводилась по результатам обследования дорожной обстановки с помощью дорожной лаборатории. На основании полученных данных были выполнены расчёты по определению коэффициентов и уровней эргономического качества, предельно допустимых и оптимальных скоростей и построены графики результатам расчётов. Расчёты производились по методике Э.В. Гаврилова. Анализ экспериментальных данных позволил установить показатели и уровни эргономического качества условий движения. Нормативная и предельно допустимая скорости устанавливается в период отсутствия движения транспортных средств по результатам проездов дорожной лаборатории по заданному маршруту. С заданными скоростями – для нормативной скорости, и произвольно – для предельно допустимой. Для каждого классового интервала скоростей строится гистограмма распределения сдвигов частоты сердцебиений. За предельно допустимую скорость принимается максимальная скорость средин классовых интервалов, которым соответствуют минимальные значения коэффициентов асимметрии гистограмм распределения сдвигов частоты сердцебиений в этих интервалах. Оценка эргономического качества автомобильных дорог и условий движения производится участками длиной не менее 5 км каждый или на всей протяженности дороги в целом. Для разработки диагностических шкал применительно к конкретному типу автомобиля использованы показатели функционального состояния энергетического и информационного звеньев механизмов приспособления организма водителя к условиям деятельности. Оценка состояния информационного звена производится по величине индекса напряжения.

Ключевые слова: эргономика, безопасность движения, частота сердцебиения, допустимая скорость, информационное звено, дорожная обстановка, индекс напряжения.

SUGGESTIONS FOR CONTROL OF ERGONOMIC QUALITY OF FOREST ROADS

Dorokhin S.V., Chistyakov A.G.

Voronezh State University of Engineering Technology (394036, Voronezh, Prospect Revolution, 8) rivelenasoul@mail.ru

Development of recommendations to improve the comfort and safety carried out the survey of road conditions via road laboratory. Based on these data calculations were performed to determine the coefficients and levels of ergonomic quality limits and optimal speed and graphs of the results of calculations. Calculations were performed according to the method E.V. Gavrilova. Analysis of experimental data allowed us to establish indicators and levels of ergonomic quality traffic conditions. Regulatory and maximum permissible speed is set in the absence of movement of vehicles on the road lab results passages on a given route. With preset speeds - for regulatory speed, and optionally - for the maximum allowable. For each class interval velocity histogram distribution shifts heart rate. For the maximum permissible speed is the peak velocity of the midpoints of the class intervals, which correspond to the minimum values of skewness distribution histograms shifts heart rate in these intervals. Ergonomic evaluation of the quality of road and traffic conditions made patches dyne at least 5 km each, or the entire length of the road in general. For the development of diagnostic scales for a particular type of car used in the functional state of energy and information links coping mechanisms of the body of the driver to the conditions of work. Assessment of the level of information produced by the magnitude of stress index.

Keywords: ergonomics, safety, heart rate, speed riding, information link, road conditions, the tension index.

Эргономическое качество автомобильной дороги определяется методом обследования по результатам проверки степени соответствия параметров дорог и дорожных сооружений психофизиологическим особенностям водителей.

Методика. Разработка рекомендаций по повышению удобства и безопасности движения проводилась по результатам обследования дорожной обстановки с помощью дорожной

лаборатории. На основании полученных данных были выполнены расчёты по определению коэффициентов и уровней эргономического качества, предельно допустимых и оптимальных скоростей и построены графики результатам расчётов. Расчёты производились по методике Э.В. Гаврилова. Анализ экспериментальных данных позволил установить показатели и уровни эргономического качества условий движения (таблица 1). Критерий соответствия определяется как признак нормального функционирования механизмов адаптации организма водителя к условиям деятельности [4-7].

Для одиночных автомобилей системный показатель степени соответствия дороги

$$P_o = \frac{V_{pi}}{V_{ni}}, \quad (1)$$

где V_{pi}, V_{ni} - расчётная и нормативная (адекватное функциональное состояние водителя) скорости движения i -го водителя в заданных дорожных условиях, км/ч.

Для автомобилей, движущихся в потоке системный показатель степени соответствия дороги

$$P_n = \frac{V_{pi} \cdot V_{np} + V_{pp} \cdot V_{di}}{V_{ni} \cdot V_{dp}}, \quad (2)$$

где V_{dp} - предельно допустимая скорость движения по показателям функционального состояния группы водителей, км/ч; V_{pp} - расчётная скорость движения группы водителей, км/ч; V_{di} - предельно допустимая скорость движения по показателям функционального состояния i -го водителя, км/ч; V_{np} - нормативная скорость движения по показателям функционального состояния группы водителей, км/ч.

Нормативная и предельно допустимая скорость движения для группы водителей определяется как средневзвешенные значения с учётом числа автомобилей в группе

$$v_{np} = \sum_{i=1}^n V_{pi} P_i, \quad v_{dp} = \sum_{i=1}^n V_{ni} P_i \quad (3)$$

где P_i - доля автомобилей i -го типа в группе; n - число автомобилей в группе.

Превышение предельно допустимой скорости характеризуется функциональными сдвигами в работе механизмов адаптации.

Нормативная и предельно допустимая скорости устанавливается в период отсутствия движения транспортных средств по результатам проездов дорожной лаборатории по заданному маршруту. С заданными скоростями – для нормативной скорости, и произвольно – для предельно допустимой [1, 5,8].

По результатам регистрации данных оцениваем отклонение фактической скорости от

заданной на величину

$$\Delta v = v_p - v_z, \quad (4)$$

где Δv - отклонение скорости, км/ч; v_z - заданная скорость движения, км/ч.

Таблица 1

Градация показателей и уровней эргономического качества условий движения

Показатель эргономического качества при $V_{пт} = 110$ км/ч	Уровень эргономического качества при $V_{пт} = 110$ км/ч	Показатель эргономического качества при $V_{пт} = 80$ км/ч	Уровень эргономического качества при $V_{пт} = 80$ км/ч	Показатель эргономического качества при $V_{пт} = 60$ км/ч	Уровень эргономического качества при $V_{пт} = 60$ км/ч	Модальная оценка эргономического качества
0,845	1,157	0,965	1,32	1,095	1,5	Неудовл.
0,845-0,835	1,157-1,144	0,965-0,955	1,32-1,308	1,095-1,085	1,5-1,486	Удовл.
0,835-0,820	1,144-1,123	0,955-0,93	1,308-1,274	1,085-1,070	1,486-1,466	Хорошее
0,820-0,640	1,123-0,877	0,93-0,755	1,274-1,034	1,070-0,895	1,466-1,236	Отличное
0,640-0,625	0,877-0,856	0,755-0,74	1,034-1,0137	0,895-0,875	1,226-1,1966	Хорошее
0,625-0,615	0,856-0,812	0,74-0,73	1,0137-1,00	0,875-0,865	1,1966-1,185	Удовл.
0,615	0,812	0,73	1,0	0,865	1,185	Неудовл.

Заданная скорость, при которой отклонение Δv обращается в ноль, принимается за нормативную в заданных дорожных условиях.

При проезде по заданному маршруту производится регистрация данных, а именно мгновенной скорости лаборатории [2].

По результатам регистрации строим гистограмму распределения расчетных скоростей движения. Далее для каждого классового интервала скоростей строим гистограмму распределения сдвигов частоты сердцебиений, который определяем

$$\Phi = \frac{100(\omega - \omega_o)}{\omega_o}, \quad (5)$$

где ω - частота сердцебиений водителя при движении; ω_o - частота сердцебиений водителя в положении сидя за 10 минут до отправления в расслабленном состоянии, уд/мин.

В каждом классовом интервале скоростей рассчитывается коэффициент асимметрии гистограммы сдвигов частоты сердцебиений

$$K_A = \frac{\sum_{i=1}^n (\Phi_i - \Phi)^3}{N \cdot \sigma^3}, \quad (6)$$

где Φ_i - i -ое значение сдвига частоты сердцебиений, %; Φ - математическое ожидание величин; σ - среднее квадратическое отклонение величин; N - число членов выборки; n - частота величины Φ_i .

За предельно допустимую скорость принимается максимальная скорость средин классовых интервалов, которым соответствуют минимальные значения коэффициентов асимметрии гистограмм распределения сдвигов частоты сердцебиений в этих интервалах. Для оценки нормальных и предельно допустимых скоростей движения для марок автомобилей (не ГАЗЕЛЬ) необходимо использовать переводной коэффициент (таблица 2) [8-10].

Таблица 2

Переводной коэффициент

Марка автомобиля	Переводной коэффициент
Легковые	
ГАЗ-3111	1,22
Грузовые	
МАЗ 437040-020	0,75
Автобусы	
ПАЗ 4230-02	1,0

Оценка эргономического качества автомобильных дорог и условий движения производится участками длиной не менее 5 км каждый или на всей протяженности дороги в целом. Технические характеристики автомобилей варьируются в широких пределах. Диагностические шкалы эргономического качества дороги по показателю соответствия будут различными для различных типов автомобилей.

Для разработки диагностических шкал применительно к конкретному типу автомобиля будем использовать показатели функционального состояния энергетического и информационного звеньев механизмов приспособления организма водителя к условиям деятельности [4-10].

Оценка состояния информационного звена может быть произведена по величине индекса напряжения

$$I = \frac{A}{2M_o X}, \quad (7)$$

где A - амплитуда моды распределения RR интервалов ЭКГ водителя, %; M_o - мода распределения RR интервалов ЭКГ, с; X - вариационный размах RR интервалов ЭКГ, с.

Оценка системы энергетического звена может быть произведена по величине энергетической

стоимости движения

$$\Delta \mathcal{E} = 0,08(\omega - \omega_0)S \quad (8)$$

где $\Delta \mathcal{E}$ - энергетическая стоимость движения, ккал/мин; ω - частоты дыхания водителя при движении по дороге; ω_0 - частоты дыхания водителя за 10 минут до движения в расслабленном состоянии; S - площадь тела водителя (m^2) в зависимости от роста и веса.

Общие энергетические затраты водителя при движении

$$\mathcal{E} = 0,08\omega S, \quad (9)$$

где \mathcal{E} - общие энергетические затраты водителя при движении, ккал/мин.

Диагностические шкалы эргономического качества автомобильной дороги и условия движения транспортных средств, шкала для оценки условий движения – при наличии транспортных средств в час пик.

В процессе пробных проездов производится непрерывная регистрация частот сердцебиений и внешнего дыхания (таблица 3).

Таблица 3

Градация условий деятельности

Состояние водителя	Индекс напряжения, %/с ²	Энергетическая стоимость движения, ккал/мин	Модальная оценка условий деятельности
Большая монотония	<30	<0,5	Неудовлетворительные
Умеренная монотония	30-50	0,5-1,0	Удовлетворительные
Небольшая монотония	50-100	1,0-1,5	Хорошие
Состояние адаптации	100-160	1,5-2,0	Отличные
Напряжение механизмов адаптации	160-200	2,0-3,0	Хорошие
Неудовлетворительная адаптация	>300	>6,5	Неудовлетворительные
Перенапряжение механизмов адаптации	200-300	3,0-6,5	Удовлетворительные

По результатам регистрации рассчитывается индекс напряжения и энергетическая стоимость.

Список литературы

1. Кондрашова Е.В., Скрыпников А.В., Скворцова Т.В. Модель определения экономических границ зон действия поставщиков материалов в условиях вероятностного характера дорожного строительства лесовозных автомобильных дорог // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 8. – С. 379-385.
2. Курьянов, В.К. Пропускная способность регулируемого перекрёстка [Текст] / В.К. Курьянов, А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова // *Перспективные технологии, транспортные средства и оборудование при производстве, эксплуатации, сервисе и ремонте: межвуз. сборник науч.тр. Вып.2.* – Воронеж, 2007. – С.201-204.
3. Курьянов, В.К. Управление, основанное на средних характеристиках транспортного потока [Текст] / В.К. Курьянов, А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова // *Перспективные технологии, транспортные средства и оборудование при производстве, эксплуатации, сервисе и ремонте: межвуз. сборник науч.тр. Вып.2.* – Воронеж, 2007. – С.204-209.
4. Методы, модели и алгоритмы повышения транспортно-эксплуатационных качеств лесных автомобильных дорог в процессе проектирования, строительства и эксплуатации [Текст] : монография / А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова, А.И. Вакулин, В.Н. Логачев. – Москва: издательство ФЛИНТА: Наука, 2012. – 310 с.
5. Скворцова, Т.В. Критерии качества управления светофорной сигнализацией [Текст] / Т.В. Скворцова, А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова // *Математическое моделирование, компьютерная оптимизация технологий, параметров оборудования и систем управления: межвуз. сб. научн. тр./ под ред. В.С. Петровского.* – Воронеж, 2007. – С.179-181.
6. Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В. Метод оптимизации планов ремонта участков лесных автомобильных дорог // *Современные проблемы науки и образования*. – 2011. – № 6; URL: www.science-education.ru/100-5155 (дата обращения: 04.10.2014).
7. Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В., Токарев Д.Е., Лобанов Ю.В. Анализ тягово-динамических качеств тракторов // *Современные проблемы науки и образования*. – 2013. – № 4; URL: www.science-education.ru/110-9803 (дата обращения: 04.10.2014).
8. Скрыпников А.В. Информационные технологии для решения задач управления в условиях рационального лесопользования / А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова, В.Н. Логачев, А.И. Вакулин // "Международный журнал экспериментального образования" №2: материалы VI международной научной конференции «Современные проблемы науки и образования», Москва, 27-29 февраля 2012 г. С. 77-78.
9. Скрыпников А.В. Повышение безопасности движения автомобилей и автопоездов по дорогам в районах лесозаготовок / А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова, В.Ю. Губарев, А.Б. Киреев // "Международный журнал экспериментального образования" №2: материалы VI международной научной конференции «Современные проблемы науки и образо-

вания», Москва, 27-29 февраля 2012 г. – С. 76-77.

10. Скрыпников А.В. Оптимизация межремонтных сроков лесовозных автомобильных дорог / А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова // *Фундаментальные исследования*. Москва, 2011. – № 8 (ч. 3). - С. 667-671.

Рецензенты:

Скрыпников А.В., д.т.н., заведующий кафедрой информационной безопасности ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г.Воронеж.

Кондрашова Е.В., д.т.н., профессор кафедры технического сервиса и технологии машиностроения ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», г.Воронеж.