

УДК 625.75

Гайдукевич В. А., канд. техн. наук, Коник М. В.

ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ВОДІЯ В РІЗНИХ ТИПАХ ДОРОЖНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Анотація. В статті розглядається проблема врахування впливу дорожнього середовища на працездатність водія. Об'єктами дослідження є дорожнє середовище та водій. Мета роботи полягає в оцінці впливу дорожнього середовища на працездатність водія на основі зміни часу реакції водія. Методом дослідження є метод дисперсного аналізу.

В процесі руху водій сприймає дорожнє середовище (власне елементи дороги та придорожній ландшафт, що попадають в зону видимості), яке в цілому відповідає певному типу архітектурно-ландшафтного басейну і повинно характеризуватися погодженістю розмірів, форм, місць розташування складових елементів тощо. Першим кроком до вирішення проблеми такої погодженості є типізація дорожнього середовища. Автором запропоновані дев'ять типів басейнів, в основу класифікації яких покладено характеристики рельєфу, існуючої рослинності та наявної забудови.

Після обробка експериментальних даних значення реакції водія на звуковий сигнал і оцінений вплив різних дорожніх умов на працездатність водія. В результаті дослідження можна зробити наступні висновки:

Складність дорожнього середовища впливає на працездатність водія і, як наслідок, на безпеку руху.

Найбільш наближеними до оптимальних умов за критерієм складності дорожнього середовища є IV та V типи архітектурно-ландшафтних басейнів, тобто умови, що характеризуються хвилястим рельєфом та наявністю епізодичної рослинності і забудови. Рівномірна та логічна зміна таких умов сприяє працездатності водія.

Матеріали дослідження можуть мати рекомендаційний характер для проектних організацій та служб експлуатації автомобільних шляхів.

Ключові слова: дорожнє середовище, архітектурно-ландшафтні басейни, реакція водія, безпека руху, працездатність водія.

Аннотація. В статье рассматривается проблема учета влияния дорожного среды на работоспособность водителя. Объектами исследования являются дорожное среду и водитель. Цель работы заключается в оценке влияния дорожного среды на работоспособность водителя на основе изменения времени реакции водителя. Методом исследования является метод дисперсного анализа. В процессе движения водитель воспринимает дорожную среду (собственно элементы дороги и придорожной ландшафт, попадающих в зону видимости), которая в целом соответствует определенному типу архитектурно-ландшафтного бассейна и должна характеризоваться согласованностью размеров, форм, мест расположения составляющих элементов. Первым шагом к решению проблемы такой согласованности является типизация дорожной среды. Автором предложены девять типов бассейнов, в основу классификации которых положены характеристики рельефа, существующей растительности и имеющейся застройки.

После обработка экспериментальных данных значение реакции водителя на звуковой сигнал и оценен влияние различных дорожных условий на работоспособность водителя. В результате исследования можно сделать следующие выводы:

- Сложность дорожного среды влияет на работоспособность водителя и, как следствие, на безопасность движения.

- Наиболее приближенными к оптимальным условиям по критерию сложности дорожной среды являются IV и V типы архитектурно-ландшафтных бассейнов, то есть условия, характеризующиеся волнистым рельефом и наличием эпизодической растительности и застройки. Равномерная и логическая изменение таких условий способствует работоспособности водителя.

Материалы исследования могут иметь рекомендательный характер для проектных организаций и служб эксплуатации автомобильных дорог.

Ключевые слова: дорожная среда, архитектурно-ландшафтный бассейн, реакция водителя, безопасность движения, работоспособность водителя.

Annotation. The paper addresses the problem of road environment account for the influence on the performance of the driver. Object is a road environment and the driver. Purpose is to assess the impact of road environment on the performance of the driver based on the driver's reaction time changes. Research method is a method of dispersion analysis.

In the process of moving the driver perceives road environment (actual elements of the road and roadside landscape that fall into the zone of visibility), which generally corresponds to a type of architectural and landscape pool and should be characterized by consistency sizes, shapes, locations, etc. constituents. The first step to solving problems such consistency is typing road environment. The author proposed nine types of pools, the classification entrusted characteristics of topography, existing vegetation and existing buildings.

After processing experimental data mentioned reaction of the driver to beep and the estimated impact of different road conditions on the performance of the driver. The study, the following conclusions:

- The complexity of road environment affects the performance of the driver and, consequently, to safety.
- The most close to the optimal conditions for the criterion of the complexity of road environment is an IV and V types of architectural and landscape pools, ie conditions that are characterized by the presence of wavy terrain and sporadic vegetation and

buildings. Uniform and logical change these conditions contributes to efficiency driver.

Materials research can be recommendatory in nature for design organizations and services operating highways.

Key words: road environment, architectural and landscape pools, reaction of the driver, safety, performance drivers.

Постановка проблеми

Під працездатністю водія розуміють його спроможність забезпечити транспортний процес з оптимальною швидкістю руху та високим рівнем безпеки руху в дорожніх умовах, що постійно змінюються протягом траси.

Режим та безпека руху автомобілів багато в чому залежать від того якою сприймає дорогу водій, тобто, яке «візуальне середовище» [1]. В процесі руху водій сприймає дорожнє середовище (власне елементи дороги та придорожній ландшафт, що попадають в зону видимості), яке в цілому відповідає певному типу архітектурно-ландшафтного басейну і повинно характеризуватися погодженістю розмірів, форм, місць розташування складових елементів тощо.

Аналіз досліджень і публікацій. Дорожні умови безпосередньо впливають на водія, який обирає безпечний режим руху автомобіля [2; 5; 4.]. Абсолютна більшість інформації про дорожні умови сприймається водієм за допомогою зорового аналізатора. Характер такого сприйняття відбивається в зміні різних психофізіологічних параметрів [7; 8]. В дослідженнях відмічається необхідність проектування автомобільних доріг, виходячи не тільки з динаміки руху автомобіля, але і з врахуванням психофізіології водія.

Метою дослідження є оцінка впливу дорожнього середовища на працездатність водія на основі зміни часу реакції водія.

Основний зміст і результати дослідження.

Першим кроком до вирішення проблеми такої погодженості є типізація дорожнього середовища. Автором запропоновані дев'ять типів басейнів, в основу класифікації яких покладено характеристики рельєфу, існуючої рослинності та наявної забудови. В результаті експериментальних досліджень

структуровані наявні архітектурно-ландшафтні басейни у відповідності з запропонованою класифікацією. До основних складових елементів, що мають вплив на процес сприйняття, віднесені: проїзна частина, розмітка, узбіччя, знаки та інформаційні щити, епізодична та суцільна рослинність, поодинокі та суцільна забудова, характерні елементи рельєфу; домінанти та елементи індивідуального сприйняття, кольорові акценти тощо.

Відомо, що хаотичність дорожнього середовища і відсутність структурної композиції середовища має негативний вплив на працездатність водія [6].

З метою визначення впливу дорожнього середовища на працездатність водія були проведені експериментальні дослідження, при яких в процесі руху автомобіля по ділянках дороги в кожному з дев'яти типів архітектурно-ландшафтних басейнів оцінювався рівень психологічної напруги водія шляхом фіксації часу реакції водія на звуковий сигнал.

Для відокремлення впливу транспортних потоків і можливості реєстрації впливу власне дорожнього середовища експериментальні заїзди проводилися в ранкові години вихідних днів, коли автомобільний рух практично відсутній.

В експериментальних дослідженнях брали участь десять водіїв з досвідом практичної роботи понад п'ять років. Для фіксації простої реакції водія на звуковий сигнал на рульовому колесі був закріплений кнопковий вимикач реле часу, вживлений в електроланцюг сигналу автомобіля. В потрібний момент оператор включав реле, а водій реагував на звуковий сигнал вимиканням кнопки. При цьому фіксувався момент початку сигналу та його припинення.

Результати експериментальних заїздів наведені в табл. 1.

Нумерація типів архітектурно-ландшафтних басейнів I-IX йде за логічною складністю: за умов відсутності рослинності та забудови, епізодичної рослинності та забудови, суцільної рослинності або забудови. Для рівнинного рельєфу це типи I, II, III, відповідно, для хвилястого рельєфу - типи IV, V, VI, для дуже пересіченого рельєфу - VII, VIII, IX типи.

Методом дисперсного аналізу проведемо оцінку загального впливу на водія зміни складності дорожнього середовища. Визначимо середнє значення часу реакції десяти водіїв в кожному з типів басейнів за формулою

$$\bar{r}_i = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} r_i, \quad (1)$$

r_i - час реакції кожного водія за умов руху у відповідному басейні. •

Таблиця 1 - Зміни часу реакції водія в різних дорожніх умовах.

№ водія	Час реакції на звуковий сигнал, мс, в архітектурно-ландшафтних басейнах типу								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1	120	145	155	145	170	175	150	200	180
2	130	145	140	165	200	185	150	170	180
3	180	180	155	190	140	150	200	180	130
4	150	110	105	120	140	150	190	140	180
5	155	140	140	130	150	130	140	1210	200
6	155	160	145	130	145	210	200	185	180
7	120	105	120	130	155	150	175	195	220
8	160	135	135	160	145	130	195	160	170
9	165	150	185	190	155	130	150	160	200
10	165	130	120	140	210	190	150	200	160

Визначимо також дисперсію часу реакції для кожного типу архітектурно-ландшафтного басейну за формулою:

$$\sigma_i^2 = \frac{1}{10-1} \sum_{i=1}^{10} (\bar{r}_i - r_i)^2. \quad (2)$$

Результати розрахунків наведені в табл. 2.

Перевіримо рівень перемінності дисперсії, для чого порівняємо між собою найбільшу та найменшу дисперсії, відповідно, σ_4^2 та σ_2^2 .

Випадкова перемінна, що підкоряється розподілу Фішера при рівні значимості $p = 0,05$ (95 % забезпеченість) та степенях вільності $f_1 = f_2 = 9$, буде дорівнювати $F_{0,95} = 3,2$ [3].

$$\text{Тоді маємо } \frac{\sigma_4^2}{\sigma_2^2} = \frac{955}{533} = 1,79 < 3,2.$$

Тобто різниця є несуттєвою, і необхідна умова застосування дисперсного аналізу виконується. За даними табл. 2 визначимо середні значення всіх спостережень та дисперсій.

$$\bar{r} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \bar{r}_i = 159 \text{ мс}; \quad (3)$$

де k - кількість типів архітектурно-ландшафтних басейнів.

Знайдемо дисперсію фактора типів басейнів для всіх водіїв ($N = 10$)

$$\sigma_A^2 = \frac{N}{k-1} \sum_{i=1}^k (\bar{r}_i - \bar{r})^2 = 2360 \text{ мс}^2. \quad (4)$$

Таблиця 2 - Зміна параметрів в різних дорожніх умовах

Розрах. пар-ри	Типи архітектурно-ландшафтних басейнів								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
\bar{r}_1	150	140	140	150	160	160	170	180	180
σ_1^2	622	845	533	955	644	889	644	711	911
$\bar{r}_1 - r_1$	10	0	10	10	20	20	30	40	40

Перевіримо вплив наявності різних типів басейнів (тобто дорожнього середовища різної складності) на працездатність водіїв.

Для $f_1 = k - 1 = 8$ та $f_2 = k(N - 1) = 81$ степінь вільності знаходимо $F_{0,95} = 2,1$ [3].

Тому що відношення дисперсій:

$$\frac{\sigma_A^2}{D} = \frac{2360}{752} = 3,14 > 2,1 \quad (5)$$

це підтверджує факт значного впливу дорожнього середовища на працездатність водія.

Потрібно визначити рівень впливу, перебільшення якого є негативним і вимагає заходів з перебудови дорожнього середовища. Визначимо фактичне значення часу реакції ($\bar{r}_1 - r_1$) для кожного типу басейну (див. табл. 2).

Знайдемо припустиме збільшення середньої величини часу реакції водія на звуковий сигнал:

$$\Delta r_{np} = t_{1-p} \sqrt{D \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}, \quad (6)$$

де t_{1-p} - випадкова величина, що описується законом Стюдента з $f = N_1 + N_2 - 2$ степенями вільності при $p = 0,05$,

$t_{1-p} = 1,74$ за даними [3];

N_1, N_2 - параметри змін величини ($N_1 = 10$ водіїв, $N_2 = 9$ типів басейнів).

Величина $\Delta r_{\text{пр}}$ буде дорівнювати 21,8 мс.

Висновки

Порівнюючи величину припустимого збільшення реакції водія з розрахунковими даними табл. 2 та аналізуючи таблицю в цілому, можна зробити такі висновки:

Складність дорожнього середовища впливає на працездатність водія і, як наслідок, на безпеку руху.

Нелогічне, на перший погляд, виникнення психофізіологічної напруги у водія на ділянках з I типом басейнів, які характеризуються прямими горизонтальними ділянками без рослинності і забудови, пояснюється надто спрощеним дорожнім середовищем і виникненням дефіциту інформації, що сприймається водієм. В таких випадках рішення полягає в насиченні дорожнього середовища, наприклад, групових насадженнях різних порід дерев, установці інформаційних та рекламних щитів, абстрактних домінант, влаштуванні майданчиків відпочинку тощо.

Найбільш наближеними до оптимальних умов за критерієм складності дорожнього середовища є IV та V типи архітектурно-ландшафтних басейнів, тобто умови, що характеризуються хвилястим рельєфом та наявністю епізодичної рослинності і забудови. Рівномірна та логічна зміна таких умов сприяє працездатності водія.

На ділянках з VI та VII типами басейнів для зняття деякої напруги достатньо вжити заходи силами служби експлуатації: розчищення смуги відведення, впорядкування придорожнього ландшафту, створення домінант, нанесення розмітки по кромці проїзної частини, встановлення сучасних попереджувальних та інформаційних знаків, а також інші заходи виходячи з конкретної ситуації.

Ділянки доріг, що відповідають VIII, IX типам архітектурно-ландшафтних басейнів і мають значне перевищення припустимого збільшення величини реакції, потребують першочергових заходів з реконструкції дороги для створення раціонального дорожнього середовища шляхом його спрощення: зміна геометрії плану, повздовжнього профілю, забезпечення видимості, влаштування розривів в суцільній придорожній рослинності тощо.

Матеріали дослідження можуть мати рекомендаційний характер для проектних організацій та служб експлуатації автомобільних шляхів.

У зв'язку з відсутністю, на даний момент, нормативних документів на проектування та реконструкції автомобільних доріг, які б враховували зміни психофізіологічних параметрів водія в залежності від дорожніх умов, подальші дослідження в цьому напрямку є актуальними.

Література

1. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения: учеб. для студ. высш. техн. учебн. заведений/В.Ф. Бабков. – М.: Транспорт, 1982. – 288 с.
 2. Бабков В.Ф. Проблемы обеспечения безопасности дорожного движения./В.Ф.Бабков //Scientific Conference “Traffic SAFETY”, Tallinn, November 14-15, 1990, Background Papers. – P. 62 – 64.
 3. Гласе Дж.,Стенли Дж. Статистические методы в психологии и педагогике. /Дж.Гласе, Дж.Стенли. - М.: Прогресс, 1976. – 205 с.
 4. Гончаренко Ф.П. Керування безпекою руху засобами дорожньої служби: монографія./Ф.П.Гончаренко. – К.:АТ «ВПОЛ», 1999. – 280 с.
 5. Лобанов Е.М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиология водителя./Е.М.Лобанов. – М.: Транспорт, 1980. – 311 с.
 6. Орнатский Н.П. Благоустройство автомобильных дорог./Н.П.Орнатский. - М.: Транспорт, 1986. - 134 с.
 7. Селюков Д.Д. Теоретические основы, обоснования технических параметров автомобильных дорог с учетом физиологических и функциональных требований автотранспортной системы: автореф. дис....докт. техн.наук.: 05.23.11 /Селюков Дмитрий Дмитриевич; Белорусской государственной политехнической академии. – М., 1997 – 34 с.
- Шахова Ю.А., Романов А.Н. Применение топологических моделей при исследовании психофизиологических качеств водителя/ Ю.А.Шахова, А.Н.Романов// Вестник МАДИ. – 2010 - №3. – С.114 – 117.