

УДК 625.72:656.11

Белятинський А.О., д.т.н.
Степура В.С., к.е.н.
Кужель Н.В.

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛІ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ – СЛІДУВАННЯ ЗА ЛІДЕРОМ З ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИМИ ТА ТЕХНІКО- ЕКСПЛУАТАЦІЙНИМИ ПОКАЗНИКАМИ СИСТЕМИ ВАДС

Національний авіаційний університет, e-mail: beljatynskij@mail.ru

Національний авіаційний університет, e-mail: kuzhelnina@ukr.net

Стаття присвячена аналізу впливу параметрів мікро-моделі транспортного потоку на техніко-економічні та техніко-експлуатаційні показники системи ВАДС «водій – автомобіль – дорога – зовнішнє середовище»

Ключові слова: оцінка швидкості руху автомобіля, рух у колонні «за лідером».

Вступ

Розглядаючи підсистему ВАДС «зовнішнє середовище – водій» під зовнішнім середовищем розуміють все, що попадає в поле зору водія під час його роботи і впливає на його трудову діяльність [1, 2]. Це оточуючий ландшафт, видимість та освітленість проїзної частини, стан та конструктивно-геометричні особливості дороги, архітектурно-художнє оформлення, інженерно-транспортне оснащення дороги, зустрічні і попутні транспортні засоби, атмосферно-кліматичні умови, пішоходи, інформаційність зовнішнього середовища, що безперервно впливає на водія. В процесі руху зовнішнє середовище створює інформаційний потік. Задача водія полягає у сприйнятті потоку інформації з фактичними його параметрами, переробці цього потоку в його психофізіологічній системі і в прийнятті єдиного правильного рішення щодо тактики руху.

Аналіз досліджень та публікацій

Техніко-економічні та техніко-експлуатаційні показники функціонування системи ВАДС, а також загальна характеристика системи ВАДС та її підсистем розглянуті в роботах [1, 2].

Основний зміст

Таким чином, водій є психофізіологічним елементом руху, і робота водія полягає в безперервному пристосуванні потоку інформації до його психофізіологічних можливостей.

Слід зазначити, що основні параметри інформаційного потоку водія від зовнішнього середовища задаються і створюються дорожниками.

Виходячи з вищенаведеного, зовнішнє середовище являє собою інформаційне поле, а інформаційний потік виникає при переміщенні водія в інформаційному полі. Він викликає у водія нервову напругу і чим більше інтенсивність і щільність цього потоку, тим більша нервова напруга водія.

Для того, щоб оперувати нервовою напругою, введено поняття емоційної напруги:

$$\varepsilon = E_1 - E_0, \quad (1)$$

де ε - величина напруги; $E_1 - E_0$ - зміщення нервової напруги від дії інформаційного потоку.

Таким чином, процес роботи водія, з точки зору психофізіології, перетворюється в процес накопичення емоційної напруги.

Існує оптимальний об'єм інформації, при якому водій впевнено керує автомобілем і своєчасно реагує на зміни зовнішнього середовища. Перевантаження водія інформацією може зумовити появу стану, при якому водій не сприймає змін об'єму інформації і, як наслідок, не може правильно оцінити ситуацію. Такий обсяг інформації називається порогом насичення. За цим порогом психофізіологічна система водія не реагує на дію подразників.

Емоційна напруга водія за час його роботи накопичується за законом: $\varepsilon(t) = \sum_{i=1}^n [\varepsilon_i S_i(t)]$, (2)

де $\varepsilon(t)$ - величина емоційної напруги, накопиченої водієм за час t ; $\varepsilon_i(t)$ - емоційна напруга від i -го подразника; $S_i(t)$ - функція змишень емоційної напруги від різних подразників, $0 < S_i(t) < 1$.

Функція $S_i(t)$ пов'язана з особливостями експонування подразників:

$$S_i(t) = \frac{1}{\varepsilon_i} 0,4 \sqrt{\frac{t}{t_n}} \text{ при } 0 < t < t_\varepsilon; \quad S_i(t) = \exp[-\alpha(t - t_b)] \cos \theta(t - t_d) \text{ при } t_\varepsilon < t < t_k; \\ S_i(t) = 0,4 \exp[-\alpha(t - t_k)] \text{ при } t_k < t < t_\varepsilon; \quad (3)$$

де $t_n = 2,5 + 0,785(v + v_1)$; v, v_1 - швидкості руху автомобіля і об'єкта оточуючого середовища в км/год; t_ε - час, на протязі якого водій бачить подразник, в год ($t_\varepsilon = t_n \varepsilon_i^{0.4}$); t_k - час, на протязі якого протікає коливальне затухання емоційної напруги, в період післядії подразника; $\alpha = 0,92(t_k - t_\varepsilon)$; t_ε - час повного впливу подразника на водія, год; $\theta = 2\pi / (t_k - t_\varepsilon)$.

На підставі (3), застосовуючи певні методи (як наприклад при визначенні експонування подразника), можна записати по іншому функцію $S_i(t)$. Записавши функцію $S_i(t)$ дещо в іншому вигляді, застосовуючи метод найменших квадратів, отримуємо:

$$S_i(t) = e^{-\alpha(t-t_\varepsilon)} \cos \theta(t-t_\varepsilon), \quad t_\varepsilon < t < t_k, \quad \theta = 2\pi(t_k - t_\varepsilon), \quad S_i(t) = 0,4 e^{-\alpha(t-t_k)}, \quad t_k < t < t_\varepsilon,$$

де t_ε - час, за який водій бачить подразник; t_k - час затухання дії подразника; t_ε - час повного подразнення.

Лінеаризувавши дану функцію, отримаємо $\ln S_i(t) = \ln 0,4 - \alpha X$, тобто $Y = A + BX$
 $A = \ln 0,4$, $B = -\alpha$, $X = t - t_\varepsilon$, застосовуючи метод найменших квадратів:
 $\sum_j (Y - A - BX)^2 \rightarrow 0$, $j = \overline{1, m}$ - кількість спостережень, отримаємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{\partial Y}{\partial A} = -2 \sum (Y - A - BX) = 0 \\ \frac{\partial Y}{\partial B} = -2 \sum (Y - A - BX) X = 0 \end{cases}$$

Якщо час експонування подразника $t - x \rightarrow \infty$, то функція змищень емоційної напруги $S_i(t) \rightarrow 0$, а звідси можна зробити висновок, що водій зовсім не сприймає експонування подразників оточуючого середовища. Тобто, за допомогою вищенаведеного, можна прогнозувати, як буде поводити себе водій в тій чи іншій ситуації.

Кожна людина має певний максимум емоційної напруги, за межами якого людина втрачає відповідальність за свої дії. Це гранична величина емоційної напруги.

Згідно [2], досягнення водієм у процесі його роботи граничної величини емоційної напруги $\varepsilon_{гран}$ є соціально небезпечним і тому не повинне допускатись. Але треба мати на увазі, що час роботи водія до досягнення $\varepsilon_{гран}$ практично повністю залежить від особливостей інформаційного поля, в формуванні якого провідну роль відіграє дорожня служба.

При різних параметрах закону накопичення емоційної напруги час до досягнення водієм $\varepsilon_{гран}$ буде різний (t_1, t_2, t_3). Тому одне із завдань дорожньої служби якраз і полягає у формуванні такого інформаційного поля, яке гарантувало б водіям величину часу до досягнення $\varepsilon_{гран}$ задалегідь більшу від максимально можливого часу їх роботи за кермом.

Водій, як психофізіологічний елемент руху, намагається працювати на оптимумі емоційної напруги. Цей оптимум водій забезпечує собі шляхом підтримування необхідної інтенсивності інформаційного потоку за рахунок регулювання швидкості руху автомобіля. Для цього при насиченому інформаційному полі водій буде зменшувати швидкість руху, при менш насиченому - підвищувати. Якщо ж інформаційне поле дороги бідне, то водій може підвищувати швидкість руху і до недопустимої величини, з якою потім може і не справитись. Між іншим, в основі досить значної кількості ДТП лежить ця закономірність.

Потрібно мати на увазі, що використання даної закономірності в практиці експлуатації доріг є ефективним засобом регулювання швидкісного режиму доріг. Обов'язково це враховують при обґрунтуванні і формуванні ряду підсистем дороги - інформаційного забезпечення руху, інженерного оснащення доріг, архітектурно-художнього оформлення та ін.

Основними характеристиками оптимальності структури поля сприйняття є найбільша точність розрізнення водієм сигналів, які поступають із поля сприйняття; найбільша швидкість реакції водія; найбільш короткий час реалізації ланцюжка "подразнення - сприйняття"; тривале збереження працездатності водія (висока виносливість водія); найбільш короткий час пристосування водія до виконання ним функціональних і професійних обов'язків; найбільша стабільність проявлення функцій водія.

Для оцінки відповідності зовнішнього середовища вимогам водія використовують декілька показників.

1. Інтегральним показником відповідності зовнішнього середовища вимогам водія є рівень

$$\text{емоційної напруги } K_{\varepsilon} [2]: \quad K_{\varepsilon} = \frac{\varepsilon_{\phi}}{\varepsilon_{opt}} \rightarrow 1,0 \quad (4)$$

де ε_{ϕ} - величина емоційної напруги водія; ε_{opt} - оптимальна емоційної напруги для водія.

Якщо $K_{\varepsilon} > 1$ або $K_{\varepsilon} < 1$, то: реакція водія погіршується; час на протікання ланцюжка "подразнення сприйняття" різко збільшується; з водієм можуть виникати специфічні аномалії, внаслідок яких спотворюється процес сприйняття.

$$2. \text{ Коефіцієнт відповідності часу експонування подразників: } m = \frac{t_{\phi}}{t_{nop}} > 1,0 \quad (5)$$

де t_{ϕ} - час експонування подразників на дорозі; t_{nop} - пороговий час сприйняття подразників.

Під пороговим часом розуміється час реалізації ланцюжка "подразнення - сприйняття".

Якщо $m < 1$, то водій працює на межі переляку.

$$3. \text{ Коефіцієнт варіації амплітуд емоційної напруги: } \mu_1 = \frac{\sigma_{\varepsilon}}{\varepsilon_{сep}}, \text{ де } \sigma_{\varepsilon} - \text{СКВ амплітуд}$$

емоційної напруги $\sigma_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{\sum(\varepsilon_i - \varepsilon_{сep})^2}{n-1}}$, $\varepsilon_{сep} = \frac{\sum \varepsilon_i}{n}$, де ε_i - величина емоційної напруги; n - кількість значень ε_i , використаних при аналізі.

$$4. \text{ Коефіцієнт варіації інтервалів часу між дією окремих подразників } \mu_2 = \frac{\sigma_t}{t_{сep}}, \text{ де } t_{сep} -$$

середній час між дією подразників; σ_t - СКВ інтервалів часу між дією подразників.

Зовнішнє середовище визначає умови трудової діяльності водія. Чим ближче ці умови відповідають психофізіології водія, тим вище в цілому продуктивність роботи водія і тим вище техніко-економічні показники всієї системи ВАДС.

Висновки

Розглянуті в даній роботі параметри мікро-моделі транспортного потоку – слідування за лідером впливають на техніко-економічні показники системи ВАДС та на техніко-експлуатаційні характеристики автомобільної дороги не безпосередньо, а через інші показники, що характеризують стан проїзної частини або безпосередньо впливають на функціонування системи ВАДС та її підсистем, тому жоден із техніко-експлуатаційних показників не можна розглядати окремо, а обов'язково комплексно з іншими показниками функціонування системи ВАДС.

Список літературних джерел

1. Кизима С.С. Основи експлуатації автомобільних доріг. К.: МОНУ/НТУ, 2002. – 232 с.
2. Кизима С.С. Експлуатація автомобільних доріг. К.: МОНУ/НТУ, 2009. – 272 с.
3. Білятинський О.А., Заворицький В.Й., Старовойда В.П., Хом'як, Я.В. Проектування автомобільних доріг. Підручник у двох частинах, частина 1. – Київ: Вища школа, 1997. – 518 с.
4. Білятинський О.А., Заворицький В.Й., Старовойда В.П., Хом'як, Я.В. Проектування автомобільних доріг. Підручник у двох частинах, частина 2. – Київ: Вища школа, 1998. – 416 с.
5. Гук В.И. Элементы теории транспортных потоков и проектирования улиц и дорог: учеб. пособие. – Киев : УМК ВО, 1991. – 255 с.