

Коваленко Л.О., Урдзік С.М.

ОЦІНКА УМОВ ТА БЕЗПЕКИ РУХУ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

Зростання автомобільного парку та обсягів автомобільних перевезень в останні роки визвали нову хвилю збільшення числа дорожньо-транспортних пригод та їх жертв на дорогах України. Так, якщо в період з 1992 по 2000 рік спостерігалась тенденція до зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод, то з 2002 року почалось різке збільшення ДТП. За даними ДАІ у 2004 році в Україні відбулося на 17 % більше ДТП ніж у 2003 році. За 2005 рік на дорогах України в ДТП загинуло близько 7000 чоловік і більше 50 тисяч чоловік отримали поранення. Треба відмітити збільшення аварій з автобусами та мікроавтобусами. Прикладами можуть бути ДТП с пасажирськими автобусами, що сталися на дорогах Криму, Хмельницькій, Одеській та Львівській областей, які супроводжувались великими жертвами.

Статистичні дані Державтоінспекції свідчать про те, що у 25 % причиною ДТП є притуплення уваги учасниками руху, біля 20 % ДТП відбувається при порушенні правил маневрування, 15 % аварій виникають через перевищення швидкості руху, у 10 % ДТП причиною є виїзд транспортного засобу на зустрічну смугу руху, а 5 % аварій відбувається за участю нетверезих водіїв та пішоходів. Але недостатньо встановити, що аварія виникла за причини невірних дій учасників руху. Треба з'ясувати, чому саме водій скоїв похибку і які умови дорожнього руху сприяли цьому.

Біологи та психологи вважають, що людина як біологічна система досконала і має високу надійність

при виконанні будь-яких операцій. Так, П. Фитес (США) при вивченні надійності водіїв прийшов до висновку, що при швидкості 120 миль/год (192 км/год) імовірність наїзду на автомобіль лідер при обмеженій видимості за умов високої відповідальності водія складає усього лише 10 %. Це свідчить про те, що дорожньо-транспортні пригоди виникають коли учасники руху не справляються з середовищем дорожнього руху.

Для детального дослідження умов руху та їх впливу на безпеку руху водіїв на кафедрі вишукувань і проектування доріг ХНАДУ був застосований ергономічний метод [1]. Цей метод розглядає взаємодію елементів системи «водій - автомобіль - середовище руху». Для аналізу відповідності умов дорожнього руху можливостям водія були враховані закономірності поведінки водія, вплив мотивації діяльності та інформаційне завантаження водія. При визначенні оптимальних для водіїв швидкостей руху та дистанцій між автомобілями в конкретних дорожніх умовах розглядалась дія мотивів безпеки руху та вільних дій [1, 2].

Основний вплив на зміну умов та безпеки руху мають дорожні умови, інтенсивність і склад руху. Причому, саме ці показники формують характер інформаційного завантаження водія. Кількість інформації може бути охарактеризована величинами максимальної ентропії H_m , поточної ентропії H_T і абсолютної організації Q поля сприйняття водія. Співвідношення між ентропією й абсолютною організацією (коефіцієнт стохастичності G) може бути основою для оцінки умов і безпеки руху (табл.1). Інформаційні показники поля сприйняття водія тісно пов'язані між собою (рис. 1), [1, 3].

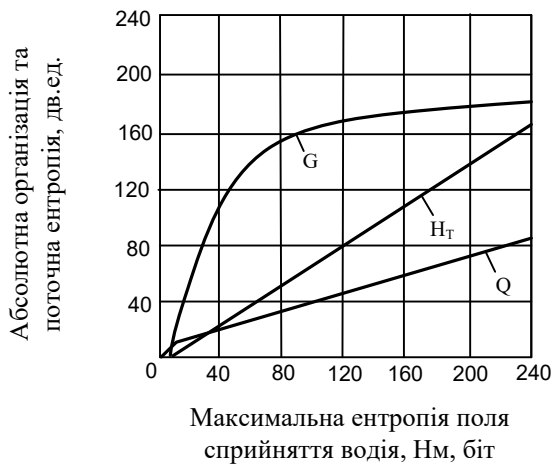


Рисунок 1 - Залежність між інформаційними характеристиками поля сприйняття

Таблиця 1 - Градація умов руху за ступенем небезпеки

Модална оцінка умов руху	Показники стану умов руху					
	Коефіцієнт пригод	Імовірність утримання заданої швидкості руху	Функціональний стан організму		Інформаційні показники	
			$\Delta\Phi$, %	ΔE , ккал/хв	G	$V_{п}$, біт/с
Безпечні	<0,4	>0,8	10-16	1,5-2,0	4-6	3-4
Мало-небезпечні	0,4-0,8	0,8-0,61	16-20	2,0-3,0	6-8	4-6
Небезпечні	0,8-1,2	0,61-0,40	20-30	3,0-6,5	8-16	6-13
Дуже небезпечні	>1,2	<0,4	>30	>6,5	>16	>13

Досліди впливу дорожніх умов на динаміку розвитку стомлення водія та імовірність скоєння їм ДТП показали, що найбільш значним фактором є інтенсивність руху та монотонні умови роботи. Перший фактор визначає емоційну напруженість роботи водія та рівень його уваги, а другий - суб'єктивне відчуття стомлення та уповільнення процесів сприйняття. При інтенсивності руху та кількості інформації, що забезпечують оптимальну емоційну напругу водія, спостерігається найбільш довгий період оптимальної надійності роботи та відповідна їй найбільша швидкість переробки інформації. Кращі умови роботи водія спостерігаються при рівні завантаження дороги рухом 0,3 - 0,35, гірші умови роботи водія були отримані на дорогах з рівнем завантаження рухом 0,1-0,2 та 0,5-0,7 (рис. 2, 3).

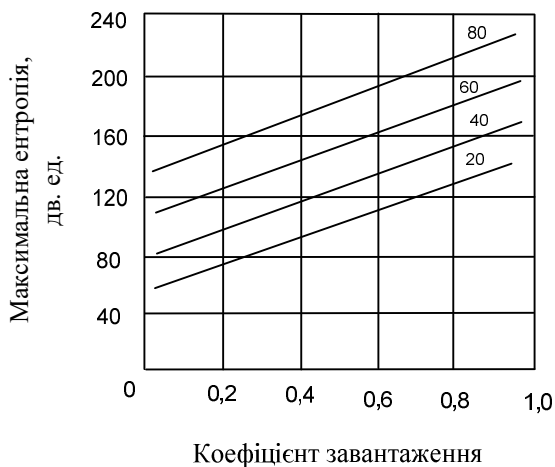


Рисунок 2 - Залежність максимальної ентропії від коефіцієнта завантаження дороги рухом (цифри на кривих - швидкість руху)

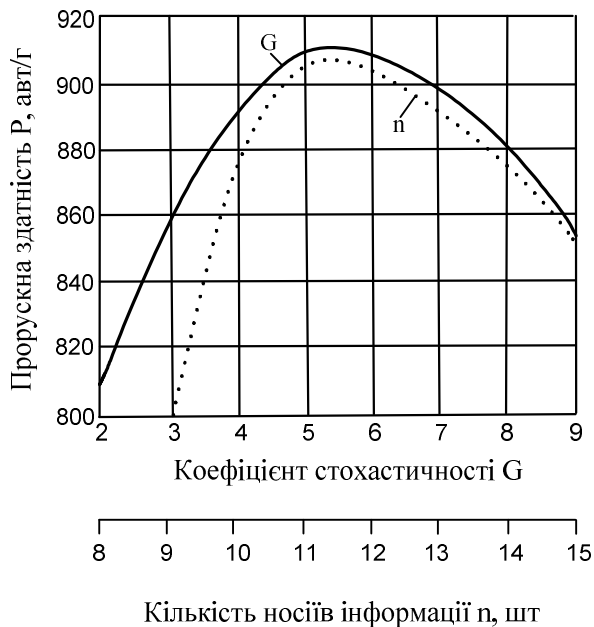


Рисунок 3 - Залежність величини пропускної здатності від інформаційних характеристик

Вивчення впливу інтенсивності руху як основного фактора емоціональної напруги показали, що найбільша тривалість роботи водія з оптимальною надійністю практично без появи ознак стомлення спостерігається при рівні завантаження дороги рухом 0,2-0,4. Ця ж сама щільність руху відповідає оптимальному рівню емоційного напруження водія, що дозволяє за рахунок незначного волевого зусилля компенсувати зниження продуктивності роботи центральної нервової системи, що визвано стомленням, та не відчувати відчуття перевантаження.

При рівні завантаження рухом, більшим за 0,4, швидкість розвитку стомлення збільшується через необхідність роботи тривалий час на високому рівні психічного напруження. Стомлення впливає насамперед

на рухливість психічних процесів: здатності до перемикання уваги, зміни інтенсивності розумової праці, зорового пошуку, сприйняття та обробки інформації. Як показали досліди після 10 годин роботи водія, з інтенсивністю руху, що відповідає рівню загрузки 0,7-0,75, навіть за рахунок значних вольових зусиль він не в змозі буде забезпечити надійність роботи, що наближається до оптимальної. При той же тривалості роботи на дорозі з рівнем загрузки рухом 0,25-0,3 на випадок необхідності водій міг на протязі 30 хвилин показувати найвищу надійність роботи.

Інформація про швидкості і маневри зустрічних і попутних автомобілів, відстаней до них є найбільш значимою з погляду безпеки руху. Надійність роботи водія визначається відношенням пропущених або невірнo розшифрованих символів до їх загальної кількості. Було встановлено, що більшість водіїв найвищу надійність в переробці інформації показують при швидкостях від 3 до 6 біт/с. При цьому спостерігалась й оптимальна емоційна напруга, частота пульсу 110-125% відносно фону.

Вплив інтенсивності руху на зміну умов руху зв'язано зі зміною числа автомобілів, що попадають у межі поля сприйняття водія (число перемінних носіїв інформації). При числі перемінних носіїв інформації в межах від 2 до 4 зменшується і стабілізується величина психічного примушення водія і зменшуються питомі витрати абстрактної праці, збільшується надійність водія та складаються найбільш безпечні умови руху (рис. 4, 5).

Короточасне інформаційне перевантаження, при якій швидкість надходження інформації може бути близької до пропускнуої здатності людини в її переробці, переноситься водієм безболісно за рахунок використання резервних можливостей організму і практично не викликають зниження надійності роботи. Однак, тривала робота в умовах інформаційного перевантаження веде до підвищення психічної напруги,

розвитку стомлення, зниженню швидкості руху і зменшенню величини пропускнуї здатності дороги та погіршенню умов руху для транспортних потоків [3]. Особливо це виявляється при інтенсивності руху більше 7000 авт/добу. З усіх елементів простору тільки інформація про рух автомобілів несе для водія постійну новизну. Уся інша інформація прив'язана до дороги та змінюється як якісно, так і кількісно при зміні дорожніх умов.

При інтенсивності руху менше 3000 авт/добу основна частина інформації, що надходить до водія, зв'язана з дорожніми умовами. Швидкість надходження цієї інформації невелика і не потрібно великих зусиль водія по її переробці. У таких умовах при відсутності перемінних носіїв інформації які періодично можуть з'являтися робота водія стає монотонною, рівень уваги і надійність водія значно знижується, погіршуються умови роботи для водіїв.

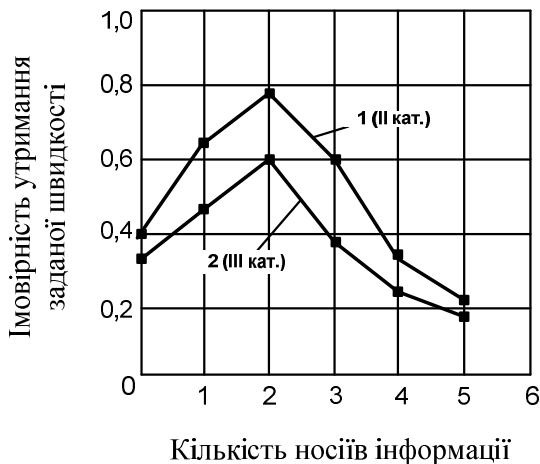


Рисунок 4 - Залежність надійності діяльності водія від кількості автомобілів в полі сприйняття

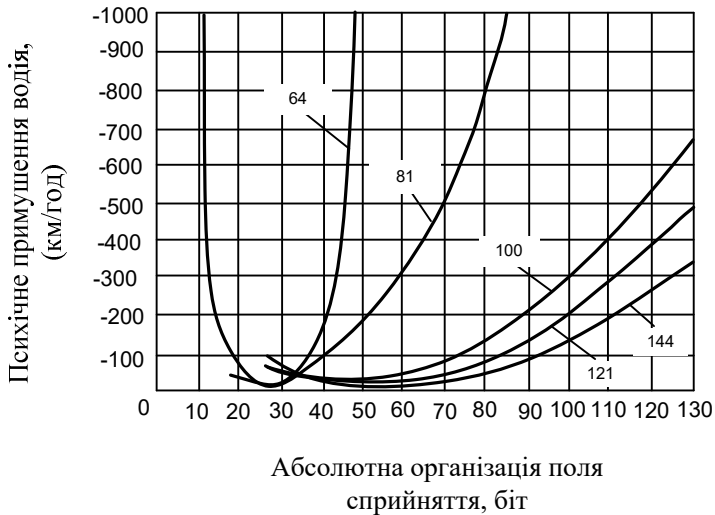


Рисунок 5 - Залежність психічного примушення водія від абсолютної організації поля сприйняття

Досліди показують, що на жодній дорозі ще не вдалося створити умов, що забезпечують роботу водія при оптимальному рівні емоціонального напруження. На двосмугових дорогах частіше необхідно мати справу з перевантаженням водія, а на автомагістралях - з монотонністю руху та інформаційним голодом.

Вплив складу транспортного потоку на умови руху виявляється, у першу чергу, у кількості легкових автомобілів, а також наявності автопоїздів. Очевидно, що при збільшенні числа легкових автомобілів, спостерігається ріст швидкості руху, пропускної здатності дороги та покращення умов руху. При зменшенні числа легкових автомобілів менш 50 % транспортного складу спостерігається різке падіння пропускної здатності та ускладнення умов руху транспортних потоків. Це ж спостерігається при збільшенні числа автопоїздів, особливо, якщо їхня кількість перевищує 20 % складу (рис. 6).

Рівень психічної напруги водія при сприйнятті інформації залежить від двох факторів: цінності і кількості інформації. Кількість інформації залежить в основному від швидкості й інтенсивності руху. Найбільш цінною інформацією є та, котра в більшому ступеню впливає на прийняття водієм рішень, зв'язаних із забезпеченням безпеки руху.

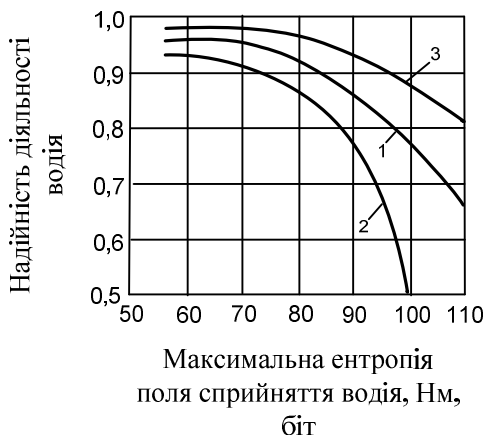


Рисунок 6 - Залежність надійності діяльності водія від кількості носіїв інформації (цифри у кривих - частка вантажних автомобільних в складі руху: 1 - 0,8; 2 - 0,5; 3 - 0,2)

По ступеню впливу дорожніх факторів на умови руху елементи дорожньої обстановки можна розташувати в такий спосіб: обмеження відстані видимості, населені пункти, слизькість проїзної частини, перетинання в одному рівні, звуження проїзної частини, поганий стан узбіч, криві в плані малих радіусів, поздовжні ухили. Чим вище в даному розподілі знаходиться елемент, тим більше його вплив.

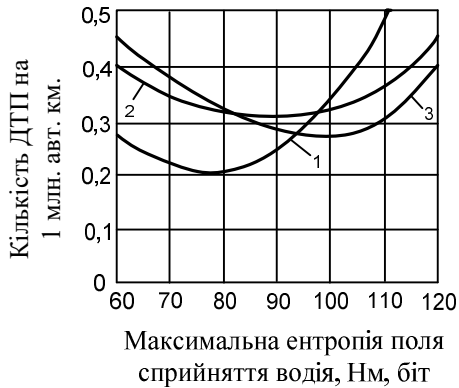
При сприятливих дорожніх умовах інформаційне завантаження водія формується числом носіїв інформації. Найбільші значення сумативних норм швидкостей руху, величин пропускнуї здатності та

найбільш безпечні умови руху спостерігаються при числі носіїв інформації в межах поля сприйняття водія в інтервалі від 7 до 13. Зменшення числа носіїв інформації менш 7 веде до недостатнього інформаційного завантаження водіїв і розвитку стану монотонії. Збільшення числа елементів поля сприйняття водія понад 13 супроводжується ускладненням умов руху.

Оптимальні умови руху спостерігаються при числі носіїв інформації в межах від 9 до 11. При цьому надійність водія утримується на рівні 85 - 95 %, а величина психічного примушення мінімальна. Крім того, дослідження, виконані на кафедрі вишукувань та проектування доріг проф. Гавриловим Е.В та іншими показали, що між інформаційними показниками та рівнем аварійності на ділянках дороги існує тісний зв'язок (табл. 1). Причому, як свідчить аналіз фактичної кількості ДТП, збільшення аварійності спостерігається як у випадку інформаційного перевантаження водія, так і при недостатній кількості інформації, тобто монотонії (рис. 7) [1, 4].

При постійному числі носіїв інформації характер умов руху залежить від коефіцієнта стохастичності й абсолютної організації поля сприйняття водія. При будь-якому числі носіїв інформації максимум надійності діяльності водія спостерігається при коефіцієнті стохастичності $G = 3 - 6$.

Збільшення швидкості руху і покращення умов руху можливо при збільшенні величини абсолютної організації поля сприйняття і зміні імовірності погрози аварії за рахунок окремих об'єктів дорожнього середовища. Оскільки найбільший вплив на величину ентропії й абсолютної організації мають об'єкти поля сприйняття з імовірністю знаходження в небезпечному для руху стані (P_i) близькими до 0,5, то впливаючи на ці об'єкти можна істотно вплинути на величину швидкості руху і пропускну здатності дороги та покращити умови руху.



*Рисунок 7 - Залежність кількості ДТП від числа елементів поля сприйняття
(цифри у кривих - частка вантажних автомобілів в складі руху: 1 - 0,8; 2 - 0,5; 3 - 0,2)*

Тому до числа заходів, що регулюють умови руху варто віднести: збільшення дальності видимості в плані і профілі, збільшення відстані від проїзної частини до забудови, підвищення шорсткості покриття і зчпних якостей, улаштування перетинань у різних рівнях чи облаштування перетинань в одному рівні, розширення проїзної частини мостів, раціональне розміщення дорожніх знаків.

Висновок

Таким чином, аналіз інформаційних показників середовища руху (коефіцієнту стохастичності, швидкості надходження інформації, кількості носіїв інформації) дозволяє надати кількісну оцінку безпеці руху на автомобільних дорогах та встановити аварійно небезпечні ділянки дороги. Заходи з підвищення безпеки руху повинні бути спрямовані на створення середовища руху, що забезпечує оптимальне інформаційне завантаження водія та рух транспортного потоку с оптимальними швидкостями.

Література

1. Гаврилов Э.В., Гридчин А.М., Ряпухин В.Н. Системное проектирование автомобильных дорог. ч. 1.: Учебное пособие - Москва - Белгород: изд - во АСВ, 1998. - 138 с.

2. Коваленко Л.А. Влияние мотивации на выбор водителем дистанции между автомобилями // Вестник ХНАДУ: Сб. науч. тр. - Харьков: ХНАДУ. - 2000. - Вып. 12-13. - с. 183 - 185.

3. Гаврилов Э.В., Линник И.Э., Банатов А.В. Оценка безопасности движения в городских условиях // Вестник ХНАДУ: Сб. науч. тр. - Харьков: ХНАДУ. - 2002. - Вып. 17. - с. 57 - 62.

4. Коваленко Л.А. Оценка пропускной способности автомобильных дорог // Вестник ХНАДУ: Сб. науч. тр. - Харьков: ХНАДУ. - 2002. - Вып. 19. - с. 62 - 64.