

## ДОРОЖНІ УМОВИ ТА БЕЗПЕКА РУХУ

УДК 625.7/.8

Коваленко Л.О., канд. техн. наук

### АНАЛІЗ УМОВ ТА БЕЗПЕКИ РУХУ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ З УРАХУВАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ДОРОЖНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

**Анотація.** В статті розглянуто метод оцінки безпеки руху на автомобільних дорогах з урахуванням закономірностей поведінки водія та мотивації його діяльності. Розглянуто вплив показників транспортного потоку та інформаційних характеристик на умови та безпеки руху.

**Ключові слова:** автомобільна дорога, безпека руху, водій, транспортний потік, інформаційні характеристики.

**Аннотация.** В статье рассмотрен метод оценки безопасности движения на автомобильных дорогах с учетом закономерностей поведения водителя и мотивации его деятельности. Рассмотрено влияние показателей транспортного потока и информационных характеристик на условия и безопасность движения.

**Ключевые слова:** автомобильная дорога, безопасность движения, водитель, транспортный поток, информационные характеристики.

**Annotation.** The method of an estimation of traffic safety on highways in view of laws of behavior of the driver and motivation of his activity has been considered in this article. Influence of parameters of a transport stream and information characteristics on conditions and traffic safety has been considered.

**Key words:** highway, traffic safety, driver, transport stream, information characteristic.

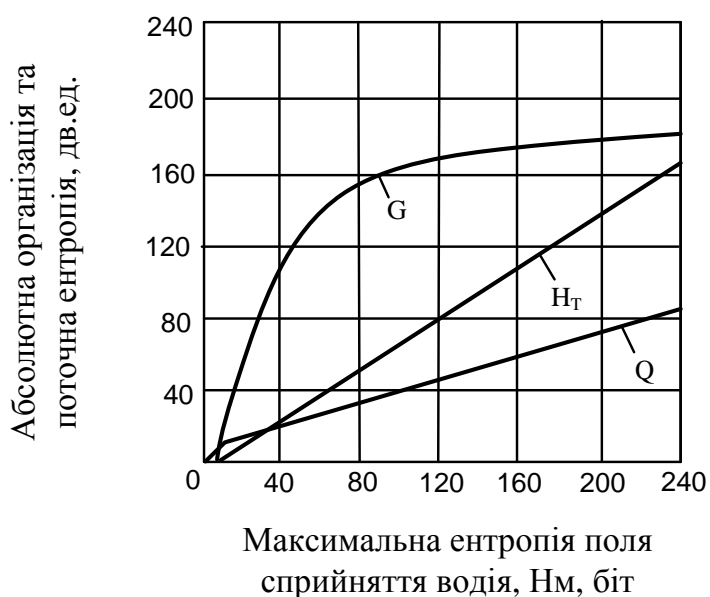
Зростання автомобільного парку та обсягів автомобільних перевезень в останні роки визвали нову хвилю збільшення числа дорожньо-транспортних пригод та їх жертв на дорогах України. Так, якщо в період з 1992 по 2000 рік спостерігалась тенденція до зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод, то з 2002 року почалось різке збільшення ДТП. За даними ДАІ в останні роки спостерігається тенденція щодо стабілізації кількості ДТП. Але залишається високий рівень аварійності в Закарпатській області, Миколаївській, АР Крим та Дніпропетровській області. В цілому по Україні тяжкість наслідків дорожньо-транспортних пригод зросла за останній рік на 4,5%.

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. Як правило дорожньо-транспортні пригоди виникають у тому разі, 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].

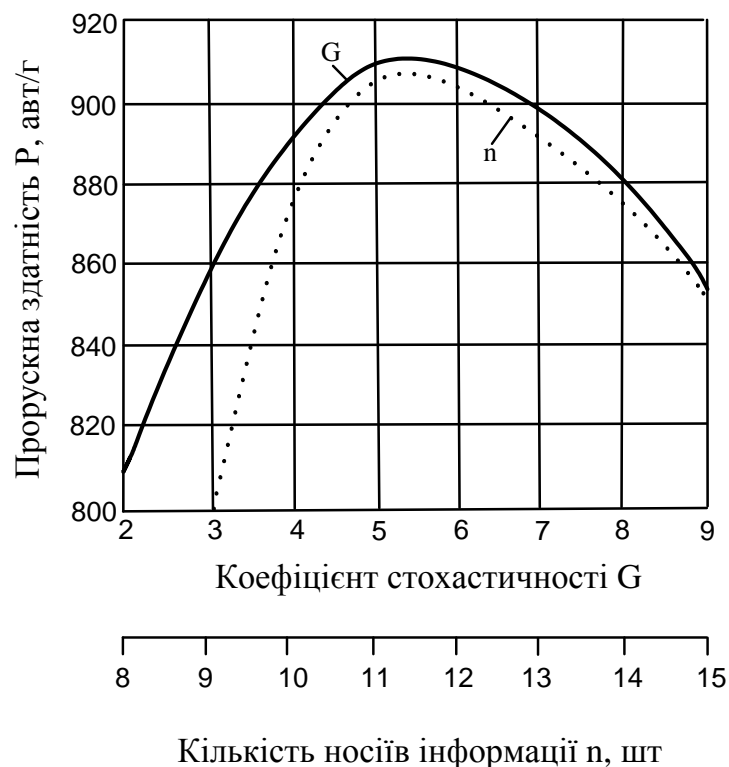


**Рисунок 1** – Залежність між інформаційними характеристиками поля сприйняття водія

**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	
			$\Delta\Phi, \%$	$\Delta\mathcal{E},$ ккал/хв	G	$V_{п},$ біт/с
Безпечні	<0,4	>0,8	10-16	1,5-2,0	4-6	3-4
Малонебезпечні	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).



**Рисунок 2** – Залежність величини пропускної здатності від інформаційних характеристик

Вивчення впливу інтенсивності руху як основного фактора емоційної 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 вольового 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.

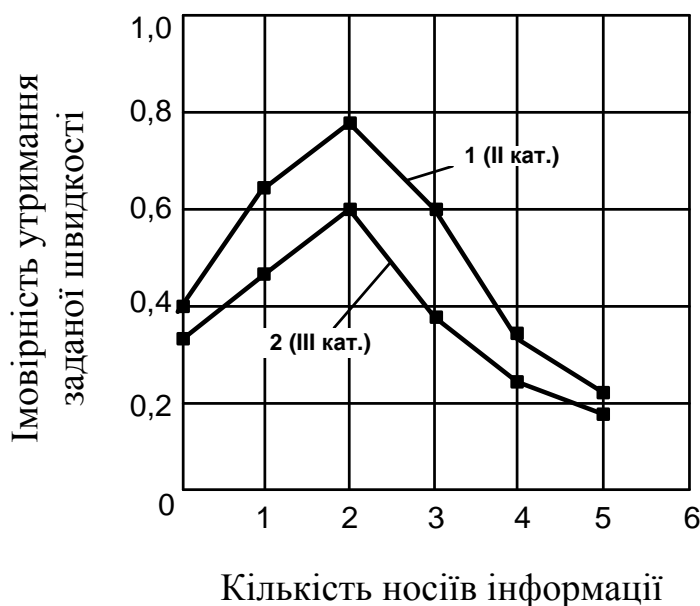
Інформація про швидкості і маневри зустрічних і попутних автомобілів, відстаней до них є найбільш значимою з погляду безпеки руху. Надійність роботи водія визначається відношенням пропущених або невірні розшифрованих символів до їх загальної кількості. Було встановлено, що більшість водіїв найвищу надійність 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. 3).

Короткочасне інформаційне перевантаження, при якому швидкість надходження інформації може бути близької до пропускної 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 пропускної 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 3** – Залежність надійності діяльності водія від кількості автомобілів в полі сприйняття

Досліди показують, що на жодній дорозі ще не вдалося створити умови, 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.

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.

По ступеню впливу дорожніх факторів на умови руху елементи дорожньої обстановки можна розташувати в такий спосіб: обмеження відстані видимості, населені пункти, близькість 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 пропускної 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 недостатньої кількості інформації, тобто монотонії [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 пропускної здатності дороги та покращити умови руху.

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 зчіпних якостей, улаштування перетинань у різних рівнях чи облаштування перетинань в одному рівні, розширення проїзної частини мостів, раціональне розміщення дорожніх знаків.

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. Системное проектирование автомобильных дорог : учебное пособие / Гаврилов Э.В., Гридчин А.М., Ряпухин В.Н. – Москва : Белгород : изд-во АСВ, 1998. – 138 с.
2. Коваленко Л.А. Влияние мотивации на выбор водителем дистанции между автомобилями / Л.А. Коваленко // Вестник ХНАДУ : сб. науч. тр. – Харьков : ХНАДУ. – 2000. – Вып. 12-13. – С. 183–185.
3. Гаврилов Э.В. Оценка безопасности движения в городских условиях / Гаврилов Э.В., Линник И.Э., Банатов А.В. // Вестник ХНАДУ : сб. науч. тр. – Харьков : ХНАДУ. – 2002. – Вып. 17. – С. 57–62.
4. Коваленко Л.А. Оценка пропускной способности автомобильных дорог / Л.А. Коваленко // Вестник ХНАДУ : сб. науч. тр. – Харьков : ХНАДУ. – 2002. – Вып. 19. – С. 62–64.