

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Факультет транспортних систем
Кафедра організації і безпеки дорожнього руху



ЗБІРКА МАТЕРІАЛІВ

**83-ої міжнародної студентської наукової конференції
(12-16 квітня 2021 року)**

Секція «Організація і безпека дорожнього руху»

Харків, ХНАДУ – 2021

ЗМІСТ

<u>Каменєв Д. О., Семченко Н.О. Математичні моделі аналізу транспортних мереж і характеристик руху</u>	4
<u>Гнатушок Д. А., Холодова О. О. Новий підхід з визначення місць дислокації об'єктів паркування в містах</u>	7
<u>Коренєв В. Ю., Семченко Н. О. Вплив пандемії covid-19 на транспортну завантаженість міст</u>	12
<u>Федорова В. В, Птиця Г. Г. Особливості експериментальних досліджень параметрів транспортного потоку</u>	15
<u>Баркалов Д. С., Бажинів Ан. В. Забезпечення безпеки дорожнього руху в Китайській Народній Республіці</u>	19
<u>Нєсмеянов В. С., Бажинів Ан. В. Вплив дорожніх умов на ДТП</u>	23
<u>Шепеткова А. Ю., Бажинів Ан. В. Оцінка існуючих закономірностей теорії транспортного потоку для визначення кореляції між щільністю потоку і інтенсивністю руху</u>	27
<u>Мішиньов М. В., Бажинів Ан. В. Уточнення методології забезпечення безпеки руху багаторядних транспортних потоків на автомобільних дорогах</u>	31
<u>Ляшенко Олена, Бажинів Ан. В. Розумні дороги і перехрестя для розумного транспорту</u>	38
<u>Онопрієнко Д. М., Засядько Д. В. Зменшення завантаженості вулично-дорожньої мережі у центральних частинах міст</u>	42
<u>Партола Д. А., Капінус С. В. Аналіз функціонування автоматизованих систем управління дорожнім рухом</u>	47
<u>Дуплякін М., Абрамова Л. С. Здійснення аудиту безпеки дорожнього руху на ділянках вулично-дорожньої мережі</u>	52
<u>Боклажко Е. Б., Холодова О. О. Проблеми організації паркування біля крупного торгівельного центру</u>	56
<u>Рідний І. А., Запорожцева О. В. Прогноз урбанізації мегаполісів</u>	64
<u>Дегтярьов В. В., Запорожцева О. В. Аналіз методів визначення пропускної спроможності</u>	67
<u>Черненко В. О., Бугайова М. О. Імітаційне моделювання при дослідженні організації дорожнього руху на перехресті</u>	70
<u>Тищук Д. В., Левченко О. С. Впровадження системи автоматичної фіксації порушень Правил дорожнього руху в Україні</u>	74
<u>Гусаченко Р. А. Дослідження впливу тривалості циклу регулювання на пропускну спроможність перехрестя</u>	77
<u>Рябушенко О. В., Анухтіна Д. С. Дослідження розподілу швидкостей руху автомобілів, що потрапили в ДТП</u>	80
<u>Макухівський Г. А., Степанов О. В. Інтелектуальні транспортні системи та безпека дорожнього руху</u>	83
<u>Мосієнко Д. С., Степанов О. В. Розвиток транспортного комплексу в сучасних умовах</u>	87

<u>Маляр К. С., Степанов О. В. Психофізіологія транспортних конфліктів</u>	92
<u>Фесенко А. В. Конструктивна безпека автомобіля</u>	98

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ АНАЛІЗУ ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖ І ХАРАКТЕРИСТИК РУХУ

Каменєв Д. О., студент гр. Т-32-18
Семченко Н. О., канд.техн.наук, доцент

Математичне моделювання транспортних потоків (ТП) дозволяє визначати і розраховувати такі їх параметри, як інтенсивність, швидкість, затримки руху, втрати часу на ділянках, тощо.

Математичні моделі, що використовуються для аналізу транспортних мереж відрізняються по задачах, що вирішуються, математичному апарату, вихідних даних і ступеню деталізації опису руху, що використовуються.

Ґрунтуючись на функціональній ролі моделей їх можна умовно розділити на три основні класи:

- прогнозні моделі
- імітаційні моделі
- оптимізаційні моделі.

Прогнозні моделі призначені для визначення потоків на мережі. Вони включають розрахунок усереднених характеристик руху, таких як обсяги міжрайонних пересувань, інтенсивність ТП, розподіл автомобілів і пасажирів по шляхах руху при відомих вихідних даних: геометрії і характеристик транспортної мережі, а також розміщення потокоутворюючих і потокопоглинаючих об'єктів в місті. За допомогою цих моделей можна прогнозувати наслідки змін параметрів ТП на мережі в результаті впровадження різних заходів організації дорожнього руху (ОДР). Недоліком таких моделей є складність визначення параметрів потокоутворюючих і потокопоглинаючих об'єктів міста.

Імітаційне моделювання ставить своєю метою відтворення всіх деталей руху, включаючи розвиток процесу в часі. При цьому усереднені значення потоків і розподіл їх по шляхах (ділянках мережі) вважаються відовими і служать вихідними даними для цих моделей. Імітаційне моделювання дозволяє враховувати стохастичний характер функціонування ТП і за допомогою математичних співвідношень, дозволяє одержувати необхідну інформацію про характеристики функціонування ТП.

Прогноз потоків і імітаційне моделювання є напрямками, що доповнюють один одного. До класу імітаційних по їх функціональній ролі можна віднести моделі динаміки транспортного потоку. В моделях цього класу може застосовуватися різна техніка – від імітації руху кожного окремого автомобіля до опису динаміки функції щільності потоку автомобілів на дорозі.

Для динамічних моделей характерна велика деталізація опису руху і, відповідно, потреба у великих обчислювальних ресурсах. Використання цих моделей дозволяє оцінити динаміку швидкості руху, затримки на перехрестях, довжини і динаміку утворення "черг" або "заторів" і інші характеристики руху. Основні області практичного використання динамічних

імітаційних моделей — поліпшення організації руху, оптимізація світлофорних циклів та ін.

Моделі прогнозу потоків і імітаційні моделі ставлять за мету адекватне відтворення транспортних потоків. Існує, проте, велика кількість моделей, призначених для оптимізації функціонування транспортних мереж. В цьому класі моделей розв'язуються задачі оптимізації маршрутів пасажирських і вантажних перевезень, визначення оптимальної конфігурації мережі і ін.

Математичні моделі, що знайшли практичне використання в організації дорожнього руху можна класифікувати:

- залежно від рівня деталізації при описі процесу руху:
 - а) макроскопічні,
 - б) мезоскопічні,
 - в) мікроскопічні;
- за часовими рамками моделювання моделі бувають:
 - а) довгострокові (10 і більше років);
 - б) середньострокові (около 5 років);
 - в) короткострокові (аналіз наслідків заходів найближчих днів, тижнів, місяців);
 - г) оперативні (в реальному масштабі часу);
- залежно від параметрів, що використовуються, моделі носять:
 - а) безперервний характер;
 - б) дискретний характер;
- залежно від підходу моделі діляться на дві групи:
 - а) детерміновані;
 - б) ймовірнісні (стохастичні).

До детермінованих відносяться моделі, в основі яких лежить функціональна залежність між окремими показниками. Стохастичні моделі розглядають транспортний потік як процес ймовірнісний (випадковий);

- залежно від способу отримання результату – операціоналізації - моделі бувають:

- а) аналітичні (де рішення ряду диференціальних рівнянь, що описують систему руху, одержано аналітично (використовуючи числення)),
- б) імітаційні (де послідовні зміни системи руху протягом довгого часу (динаміка простір-час) відтворені (наближені) в моделі).

Аналітичні моделі можуть бути і статичними і динамічними, але звичайно, щоб отримати рішення, обчислюють результат, використовуючи чисельні методи.

Рівні деталізації в імітаційних моделях змінюються від макроскопічного, через мезоскопічний, до мікроскопічного. Макроскопічні моделі описують рух на високому рівні поєднання складових частин (транспортних засобів), як ціле (ТП), тоді як мікроскопічні моделі описують поведінку об'єктів, що становлять потік руху, так само як і їх взаємодію докладно. Мезоскопічні моделі розглядають потік на проміжному рівні деталізації, наприклад описуючи індивідуальні транспортні засоби, але не їх взаємодію.

Моделювання завантаження транспортної мережі для реалізації у складі міських автоматизованих систем управління дорожнім рухом відбувається на макорівні і включає наступні етапи:

- визначення матриць кореспонденцій для кожної пари районів;
- визначення розподілу кореспонденцій по транспортній мережі, тобто вибір шляху руху і об'ємів руху;
- визначення параметрів ТП на мережі на короткостроковий термін.

Поділ на етапи є умовним тому, що вони взаємозалежні і не можуть бути вирішені окремо. Ці моделі призначені для прогнозу кореспонденцій ТП і розрахунку основних усереднених характеристик руху в мережі міста.

Залежно від поставленої задачі моделювання завантаження транспортної мережі використовуються для прогнозування перспективної матриці кореспонденцій на основі даних ємностей відправлення і прибуття у зону, або відновлення існуючих матриць кореспонденцій за даними моніторингу інтенсивності руху на мережі.

Література

1. Введение в математическое моделирование транспортных потоков: учеб. пособие / [А. В. Гасников, С. Л. Кленов, Е. А. Нурминский, Я. А. Холодов, Н. Б. Шамрай]; под ред. А. В. Гасникова. – М.: МФТИ, 2010. – 362 с.
2. Швецов В. И. Математическое моделирование транспортных потоков / В. И. Швецов // Автоматика и телемеханика. – 2003. – №11. – С. 3 – 46.
3. Брайловский Н. О. Моделирование транспортных систем / Н. О. Брайловский, Б. И. Грановский – М.: Транспорт, 1978. – 125 с.
4. Михайлов А. Ю. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей городов / А. Ю. Михайлов, И. М. Головных. – Новосибирск: Наука, 2004. – 267 с.
5. Лобашов О. О. Моделювання впливу мережі паркування на транспортні потоки в містах / О. О. Лобашов. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 170 с.
6. Пржибыл П. Телематика на транспорте / П. Пржибыл, М. Свитек; пер. с чешского О. Бузека и В. Бузковой; под ред. проф. В. В. Сильянова. – М.: МАДИ (ГТУ), 2003. – 540 с.
7. Сильянов В. В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения / В. В. Сильянов. – М.: Транспорт, 1977. – 303 с.
8. Иносэ Х. Управление дорожным движением / Х. Иносэ, Т. Хамада; под. ред. М. Я. Блинкина [пер с англ.]. – М. Транспорт, 1983. – 248 с.
9. Inose H. Road traffic control theory based on a macroscopic traffic model / H. Inose, H. Fujisaki, T. Hamada // Journal of the institute of electrical engineers of Japan. – 1967. – vol. 87. – Pp. 1591 – 1600.
10. Powel W. A probabilistic model of bus route performance / W. Powel, Y. Sheffi // Transportation science. – 1983. – Vol. 17. – № 4. – Pp. 376 – 404.

НОВИЙ ПІДХІД З ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ ДИСЛОКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ПАРКУВАННЯ В МІСТАХ

Гнатушок Д. А., студент гр. Тд-51-20
Холодова О. О., канд. техн. наук, доц.

Суттєве зростання кількості хаотичних паркувань легковими автомобілями безпосередньо біля об'єктів мети поїздки (торгових об'єктів, офісів банків, компаній та ін.) є наслідком збільшення ділової активності населення та бажання «зручності» в користуванні об'єктами паркування (ОП). Це призводить до перевантаження вулично-дорожньої мережі великих і крупних міст, особливо в їх центральних ділових частинах (ЦДЧ), зменшення середньої швидкості руху транспортних засобів і росту часу їх переміщення або заторів. Ускладнення обумовлене ще й тим, що інфраструктура переважної більшості ЦДЧ міст України формувалася в період, коли рівень автомобілізації був незрівнянно малий і сучасних проблем розміщення ОП автомобілів фактично не існувало.

Суб'єктивний погляд користувачів на проблему розміщення ОП майже однозначний. Якщо при транспортному плануванні міст місця розміщення ОП не будуть достатньо «привабливими» для власників автомобілів, то значне їх число відмовиться від паркування, а саме будівництво стане економічно не оправданим. Розміщення ОП та їх кількість залежить від багатьох факторів: кількість об'єктів відвідування користувачами та потенційних користувачів, доступність та «зручність» користування цими об'єктами, наявність можливих місць в інфраструктурі населеного пункту, юридичні, адміністративні, фінансові обмеження та ін. Для визначення раціонального місця паркування враховується центр транспортного тяжіння, який залежить від місця дислокації об'єктів відвідування користувачами, кількості бажаючих скористатися ОП, пішохідної дистанції та часу підходу користувачів до об'єктів мети поїздки, а також вартості (тарифів) паркування. Серед названих мотивів для користувачів найбільш привабливим є загальний час підходу, який залежить від пішохідної дистанції (радіуса обслуговування) з врахуванням розташування дозволених пішохідних переходів та інтенсивності руху пішоходів. Тобто раціональне розміщення ОП вагомо залежить від величини пішохідної дистанції в ЦДЧ міста. Її забезпечення сприятиме прийняттю рішення потенційним користувачем скористатися пропонованим ОП та дозволить отримати економічне підґрунтя розміщенню таких об'єктів.

У джерелах науково-технічної інформації науковцями достатньо уваги надано питанню раціонального розміщення об'єктів паркування легкових автомобілів в ЦДЧ міст [1-11]. В результаті огляду джерел встановлено наступне.

1. Нормативні документи, що регламентують формування інфраструктури населених пунктів, лише рекомендують величину пішохідної дистанції для користувачів об'єктами постійного паркування автомобілів при

проектуванні нових житлових районів, без вказівки способу розміщення ОП і величини відстані пішохідної дистанції.

2. Дослідження науковцями питання щодо піших пересувань у містах показують бажання більшості користувачів автомобілів здійснювати переходи на короткі відстані, відбиваючи бажання економити час, що витрачається на пересування, уникати незручності, пов'язані з цими пересуваннями, знаходити місце для паркування якнайшвидше та платити за це якнайменше. Ця особливість повинна бути врахована при формуванні системи ОП автомобілів у центральних ділових районах міста.

3. Середня величина пішохідної дистанції, серед інших чинників, визначається як найбільш вагома та приваблива причина для вибору конкретного ОП потенційним користувачем і має бути меншою за середню відстань підходу до зупинки міського транспорту.

4. На сьогодні відсутній загальновизнаний підхід до вибору місць розташування ОП з привабливою для користувачів величиною пішохідної дистанції до об'єктів мети поїздки.

5. Відсутність забезпечення основної групи потенційних користувачів системи ОП з найбільш привабливою величиною пішохідної дистанції не дає гарантії, що їх більшість скористаються пропонованими ОП і, як наслідок, перспектив економічної доцільності їх розміщення та експлуатації.

Тому метою даного дослідження є розробка способу визначення максимально допустимої середньої величини пішохідної дистанції при обслуговуванні автомобілів об'єктами паркування в ЦДЧ великих і крупних міст, яка б давала певну гарантію прийняття рішення більшістю потенційних користувачів скористатися пропонованим об'єктом, а їх будівництво та експлуатація – економічно доцільним.

Для визначення максимально допустимої середньої величини пішохідної дистанції в ЦДЧ міст, як найбільш вагомої причини, що давала б певну гарантію прийняття рішення потенційним користувачем скористатися пропонованим об'єктом паркування, висунута гіпотеза про можливість використання критерію «центр ваги» для встановлення місця розташування та наступною його оптимізацією. Координати визначеного ОП беруть за відправну точку для призначення величини радіусу пішохідної дистанції. Таке рішення спрямоване на застосування в мікрорайонах міст з відсутніми або оптимізації розміщення існуючих ОП.

Застосування такого способу визначення місця розміщення ОП можливе лише з врахуванням особливості наявної інфраструктури та умов експлуатації автотранспорту, властивих ЦДЧ заданого міста, тобто:

- дозволяється рух автомобільного транспорту на заданій території;
- наявність проблем щодо паркування автотранспорту;
- відсутність надвеликих об'єктів (стадіон, супермаркет, парк відпочинку та ін.), віднесених до об'єктів уваги користувачів;
- наявність на території певної кількості офісів фірм, банків, готелів, театрів, медичних закладів, торгових закладів та інших об'єктів - мети поїздки користувачів;

- встановлена потенційна кількість користувачів (наприклад, за даними адміністрацій заданих об'єктів), які хотіли б скористатися місцем паркування біля кожного з об'єктів;

- розміщення кількох об'єктів паркування ЦДЧ міста, з відносно невеликою кількістю місць паркування, «більш реальне» завдання ніж розміщення одного крупного, оскільки ускладнюється вибір місця дислокації, суттєво збільшується величина витрат і ін.;

- умовний поділ території ЦДЧ міста на транспортні мікрорайони здійснений з врахуванням наявних чинників; історичних, інфраструктурних, місць розміщення об'єктів відвідування користувачами, кількості бажаючих скористатися ОП, пішохідної дистанції до об'єктів мети поїздки користувачів та ін.

На практиці транспортне мікрорайонування великих населених пунктів здійснюють із застосуванням деяких правил: межею є територія поштових відділень зв'язку; максимальна площа мікрорайону не повинна перевищувати величину, при якій пішохідна дистанція користувачів від ОП не перевищуватиме максимально допустимої; центр транспортних районів, по можливості, розташовують на рівній відстані від межі транспортного мікрорайону, не тільки по відстані, але і за часом підходу, зручності та ін. [12].

Для кожного транспортного мікрорайону, на основі натурних спостережень визначають координати, фіксують на мапі та встановлюють можливу кількість місць паркування біля об'єктів – мети поїздки користувачів. Отримані значення виступають в якості необхідних ємностей транспортних мікрорайонів і використовуються для розрахунку місця розташування ОП з необхідною кількістю місць паркування.

Доступність послуг для користувачів ОП може оцінюватися критеріями кількості споживачів і якості обслуговування, що можна оцінити за допомогою експертів.

На теперішній час критерій «центр ваги» є відомим способом вирішення на практиці різних задач стосовно встановлення координат та їх оптимізації: розміщення проміжних складів зберігання товарів, розподільних центрів, пунктів швидкої допомоги, стоянок протипожежного транспорту та ін. [13].

Подібний спосіб можна застосувати при оптимізації розміщення ОП для кожного з виділених мікрорайонів ЦДЧ міста. Пропонується визначати місце розташування ОП як координати центра ваги необхідної кількості місць паркування автомобілів, яка задовольняє потребу більшості користувачів і допоможе мінімізувати величину пішохідної дистанції

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n m_i}, \quad Y = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n m_i}, \quad (1)$$

де X, Y - координати центра ваги; n - кількість об'єктів користувачів; m_i - кількість необхідних місць паркування біля i -го об'єкту користувача; x_i, y_i - координати i -го об'єкту.

Звичайно, що використання критерію можливо лише за умови розвиненої вуличної мережі міста, наприклад, для радіально-кільцевої форми розміщення вулиць, а у випадку наявності чітко визначеного прямокутного розташування вулиць міста може застосовуватися так звана "Манхеттенська відстань", що передбачає врахування відстані між ОП і об'єктами мети переміщення потенціального користувача.

Місце розташування ОП за визначеним координатами не завжди можливе, оскільки перепорою можуть бути особливості наявної інфраструктури, транспортна доступність, плани міської адміністрації щодо використання території, правила будівництва, обмеження на висоту будівель, пожежна безпека й інші фактори [14]. Це призводить до збільшення видатків на будівництво та обслуговування ОП і, як результат, до пошуку остаточного рішення серед альтернативних місць розміщення з метою зменшення зазначених видатків. Тобто, має місце множина паретооптимальних альтернатив розміщення ОП.

Пошук оптимального місця розміщення можна здійснити з використанням функції суми віддалей $R_{x,y}$ від координат ОП до координат об'єктів - мети переміщення користувачів з урахуванням додаткових вагових коефіцієнтів на місця паркування [13]

$$R_{x,y} = \sum_{i=1}^n p_i \sqrt{(X - x_i)^2 + (Y - y_i)^2}, \quad (2)$$

де p_i, x_i, y_i - відповідна величина вагових коефіцієнтів щодо попиту та координати i -го об'єкту мети переміщення потенціального користувача; X, Y - координати ОП, встановлені за центрами ваги.

У моделях уточнення місця розташування ОП за функцією (5) серед варіантів розміщення ОП береться той, значення якого буде найменшим. Введення додаткових вагових коефіцієнтів (наприклад, що характеризують привабливість об'єкту за якістю обслуговування, важливість і терміновість поїздки користувача та ін.) супроводжується складністю їх визначення за певною точністю.

Таким чином, наступним кроком досліджень буде апробація даного підходу на прикладі вже запропонованих кафедрою організації і безпеки дорожнього руху ХНАДУ в м. Харків місць дислокації паркінгів.

Література

1. Пособие по размещению автостоянок, гаражей и предприятий технического обслуживания легковых автомобилей в городах и других населенных пунктах (к СНиП 11-60-75*). – М.: Стройиздат. – 1984. – 108 с.
2. СНиП 2.07.01-89* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – М.: ФГУП ЦПП, 2007. – 56 с.
3. Містобудування. Довідник проектувальника (ДНБ 360.92) / за ред. Т.Ф Панченко. – К.: Укрархбудінформ. 2001. – 192 с.
4. Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів: ДБН В.2.3-15:2007. [Чинний від 2007.08.01]. – К.: Мінбуд України, 2007. – 36 с. – (Національний Стандарт України).
5. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения: Справочник. Пер. с англ. / В.У Рэнкин, П. Клафи, С. Халберт, Дж. К. Оппенлендер, Г. С Левинсон и др. – М: Транспорт, 1981. – 592 с.
6. Parking facilities and the built environment: Impacts on travel behaviour Author: Christiansen P., Engebretsen O., Fearnley N., Hanssen JU. - Transportation research part a-policy and practice , 2017. - Tom: 95. - С. 198-206.
7. Голубничий В. А. Дослідження радіусу обслуговування об'єктів стаціонарного паркування легкових автомобілів / В. А. Голубничий / Містобудування та територіальне планування. Наук.-техн.збірник. – К.: КНУБА, 2012. - Вип. 12. - С. 31-41.
8. Игнатьев Ю. В. Возведение автомобильных стоянок и парковок в крупных городах / Ю. В. Игнатьев – Челябинск: Вестник ЮУрГУ. Серия: «Строительство и архитектура, 2012. - №17. - С. 68-72.
9. Холодова О. О. Щодо визначення радіусу зон обслуговування паркінгів/ Автомобиль и Электроника. Современные технологии: электрон. научн. специализир. изд. – ХНАДУ, 2015. – Выш. 8. – С. 90-94. Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/veit_2015_8_18.
10. Холодова О. О. Аналіз методик визначення допустимої пішохідної дистанції при обслуговуванні об'єктами паркування автомобілів / О.О. Холодова, О. О. Северин, О. О. Шуліка// Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. – Харків: ХНТУСГ. - 2018. – № 12. - С. 281-287.
11. Шештокас В. В. Город и транспорт / В.В. Шештокас. – М.: Стройиздат, 1984.–176 с.
12. Mary S. Smith, Thomas A. Butcher. How far should parkers have to walk? National association parking. – May, 2008. – P. 28-31.
13. Горбачев П. Ф. Основы теории транспортных систем / П. Ф. Горбачев, И. А. Дмитриев. – Х.: ХНАДУ, 2002. – 202 с.
14. Катренко А. В. Розв'язання задач оптимального розміщення об'єктів методом імітаційного моделювання / А. В. Катренко, Т. І. Антоняк // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2011. – № 715 : Інформаційні системи та мережі. – С. 150–162.

ВПЛИВ ПАНДЕМІЇ COVID-19 НА ТРАНСПОРТНУ ЗАВАНТАЖЕНІСТЬ МІСТ

Коренєв В. Ю., студент гр. ТД-51-20
Семченко Н. О., канд. техн. наук, доцент

Сучасна транспортна система складається з великої кількості персональних автомобілів, тому затори на дорогах, споживання палива і викиди відпрацьованих газів стали серйозною проблемою.

Збільшення кількості автомобілів і відсутність неефективної транспортної системи призводять до підвищення рівня завантаженості дороги рухом до його максимального значення, що в свою чергу призводить до втрат транспортного часу (затримок) на мережі міст, і тим самим впливає на економіку країн.

Інженери транспорту приділяють величезну увагу зниженню негативного впливу транспортних засобів на рух і навколишнє середовище. Їх методи включають збільшення пропускної здатності доріг, впровадження вартості пересування, гармонізації швидкості, оптимізації пристроїв керування рухом для зменшення частоти прискорень і уповільнень за рахунок оптимізації сигналів трафіку і т. ін. [1-9]. Однак ефект від таких поліпшень зазвичай незначний, оскільки існуюча транспортна система перевантажена.

Найбільш ефективне можливе рішення цієї проблеми — зниження попиту і кількості транспортних засобів в мережі вивчено попередніми дослідженнями недостатньо. Причина в тому, що теоретично це рішення ніколи не може бути досягнуто: людям потрібно подорожувати по роботі, на відпочинок, у справах і за іншими цілями. За даними Бюро транспортної статистики (BTS), загальний пробіг по автомагістралях збільшувався в середньому на 1 % щороку з 2000 по 2018 рік [10].

На початку 2020 року пандемія COVID-19 стала такою серйозною інфекцією, що весь світ почав відмовлятися від вже усталеного образу життя. Заборона масових скупчень населення; обмеження роботи підприємств і закладів, в тому числі підприємств громадського харчування, непродовольчих магазинів, спортивних установ і закладів культури; пересування на громадському транспорті; перехід на дистанційне навчання учнів і студентів призвели до «віддаленої» роботи, до зменшення кількості відвідувань магазинів, замість цього – до використання мережі Інтернет для здійснення покупок; до зниження кількості пересувань на особистому і громадському транспорті. Останнє означає зниження інтенсивності руху по вуличній мережі міст і відповідно зниження рівня їх завантаження.

Індекс трафіку TomTom Traffic Index [11] показує детальне уявлення про рівень затримок руху на дорогах в 416 містах по всьому світу протягом останніх 10 років. У звіті міста розташовані від найбільш завантажених до найменш завантажених. Аналіз заснований на реальних даних про дорожній рух в цих містах.

Щорічний індекс трафіку за даними TomTom Traffic Index [11] показує, що в 2020 році перевантаженість доріг в світі знизилася на 19 % по відношенню до 2019 року. Також у звіті [11] з докладним описом дорожньої ситуації в 2020 році підкреслюється зниження інтенсивності руху у містах порівняно з 2019 роком. Наприклад по містах Європи трафік знизився майже на 16 %, а рівень перевантаження при цьому – майже на 5 %.

Це пов'язано зі зміною мислення людей і ведення ними бізнесу, що змусило політиків і аналітиків задуматися про напрямки, які будуть визначати світ завтра. Ці дані про дорожні затори є помітним показником скорочення пересування людей, економічної активності та світової торгівлі протягом року.

У 2020 році чотири українських міста потрапили в рейтинг за найбільшим часом затримок в автомобільному трафіку 2020 року. Серед них Київ, Одеса, Харків і Дніпро. Якщо по всьому світу в результаті пандемії перевантаження знизилося, то в 50 % зазначених у рейтингу міст України або немає ніякого зниження (Харків), або ж спостерігається їх зростання (Дніпро).

Зменшення перевантаженості міських доріг впливає також на безпеку руху транспортних засобів. Наприклад, в Німеччині за даними Федерального статистичного відомства у 2020 році в Німеччині загинули на дорогах 2724 людини. У порівнянні з 2019 роком цей показник зменшився на 10,6 % (на 322 людини) [12]. Знизилася і кількість постраждалих в ДТП, а також кількість самих ДТП.

Така ситуація стала позитивним ефектом від значного скорочення транспортних потоків з початку поширення у і під час локдаунів. При цьому експерти вважають малоімовірним, що зниження кількості ДТП і загиблих на дорогах спостерігатиметься і в наступні роки. Представник товариства технічного контролю і нагляду TÜV Ріхард Гёбельт (Richard Goebelt) заявив, що показники знову зростуть, коли рух на дорогах нормалізується після відміни обмежень, прийнятих у зв'язку з пандемією [12].

У Києві у 2020 році в порівнянні з 2019 роком загальна кількість ДТП і кількість ДТП з загиблими і постраждалими знизилася на 3 % (на 1215 випадків) і 8,8 % (на 201 випадок) відповідно, загиблих у ДТП було 111 людей, що на 19 % менше (на 26 людей), кількість постраждалих також знизилася на 11,5 % (на 306 людей). Але в цілому по Україні, загиблих у ДТП у 2020 році було 3541 людини, що більше на 2,5 % (на 87 людей) ніж за той же період 2019 року. У той же час кількість ДТП у 2020 році не знизилася, а навіть зросла майже на 5 %, чим за той же період 2019 року, також незначно, але зросла кількість ДТП з загиблими і постраждалими (на 0,3 %) [13].

Висновки:

У 2020 році інтенсивність і завантаженість на дорогах знизилися, вони не стануть тенденцією після закінчення пандемії, якщо не будуть вжиті відповідні заходи. Коли люди повернуться до роботи і повернуться до колишнього розпорядку дня рівень інтенсивності і завантаженості знову

зросте. Ось чому зараз настав час, коли містобудівники, фахівці з організації дорожнього руху, політики, працедавці і водії повинні намітити шляхи, щоб і в подальшому зробити дороги менш завантаженими

Література

1. J. Du, H. A. Rakha, F. Filali, H. Eldardiry. COVID-19 pandemic impacts on traffic system delay, fuel consumption and emissions. *Int. J. Transp. Sci. and Tech.*, (2020). Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2046043020300769#coi005>
2. FORBES, 2020. FORBES, 2020. Traffic Congestion Costs U.S. Cities Billions of Dollars Every Year. 2020. Режим доступу: <https://www.forbes.com/sites/niallmccarthy/2020/03/10/traffic-congestion-costs-us-cities-billions-of-dollars-every-year-infographic/#20eda7cb4ff8>
3. S. Cairns, S. Atkins, P. Goodwin Disappearing traffic? The story so far. *Municip. Eng.*, 13–22 (2001).
4. H. K. Lo, W. Y. Szeto Road pricing modeling for hyper-congestion. *Transport. Res. A: Pol. Pract.*, 39 (7) (2005), pp. 705-722.
5. TRB Highway Capacity Manual (6th Edition.) (2016)
6. Ma, R.B.X.J., Szeto, W.Y., 2017. Emission modeling and pricing on single-destination dynamic traffic networks. *Transport. Res. B: Methodol.* 100, 255–283.
7. Litman, T., 2018. Generated Traffic and Induced Travel. Implications for *Transport Planning*, Victoria Transport Policy Institute. April 24th, 2018.
8. H. R. Al-Masaeid Traffic capacity of interchange circular loops. *Jacobs J. Civil Eng.*, 2 (1) (2019), p. 010.
9. A. J. Calle-Laguna, J. Du, H.A. Rakha. Computing optimum traffic signal cycle length considering vehicle delay and fuel consumption. *Transport. Res. Interdiscipl. Perspect.*, 3 (2019), Article 100021.
10. BTS, 2019. National Transportation Statistics, U.S. Vehicle-Miles. 2020. Режим доступу: <https://www.bts.gov/content/us-vehicle-miles>.
11. TomTom Traffic Index. Режим доступу: https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/
12. Пандемия: число погибших на дорогах ФРГ снизилось до исторического минимума. Режим доступу: <https://www.dw.com/ru/pandemija-chislo-pogibshih-na-dorogah-frg-snizilos-do-istoricheskogo-minimuma/a-56701411>
13. Статистика ДТП в Україні за період з 01.01.2020 по 31.12.2020. Режим доступу: <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/>

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ

Федорова В. В, студент гр. Т-32-18

Птиця Г. Г., канд. техн. наук

Дані про характеристики транспортних потоків є основною вихідною інформацією при розробці комплексних транспортних схем і інженерних проектів організації дорожнього руху. Також, данні реальних спостережень за параметрами транспортних потоків використовуються для розвитку та вдосконалення вулично-дорожніх мереж міст. Зокрема, у світовій практиці має місце застосування транспортного планування та моделювання (пакет імітаційного моделювання Rockwell Arena; пакет імітаційного моделювання AnyLogic; пакет імітаційного моделювання PTV VISION VISSIM), які повинні здійснюватися на основі достовірних та перевірених даних про параметри транспортних потоків.

Основними характеристиками транспортних потоків прийнято вважати їх інтенсивність, швидкість, щільність і склад. Дані параметри носять кількісний характер. Якісну ж оцінку характеристик руху розкривають такі параметри, як інтервал часу між автомобілями, темп руху і відстань між автомобілями. У цілому ряді випадків більш важливим є знання розподілу інтервалів і дистанцій, чим інтенсивності і щільності, тому що вони більш повно розкривають суть характеру руху транспортного потоку. Разом з тим найбільш простим і дешевим є вимір інтенсивності руху. Однак, у транспортному потоці, визначеної інтенсивності, інтервал і дистанція можуть мати дуже широкі діапазони зміни в залежності від конкретних умов руху на тій або іншій ділянці дороги.

Вивчення цих параметрів частіш за все проводиться в ранковий та вечірній час “пік”. Циклічність за часом доби тих самих параметрів процесу руху, магістральна частота транспортних засобів у визначений час показує стохастичний характер транспортних потоків, його ймовірне поведення у визначені часи доби. Завдяки цьому стає можливим стабілізувати процес керування по заздалегідь розроблених програмах для кожної ситуації.

У вітчизняній і зарубіжній практиці досліджень дорожнього руху відомо багато методів дослідження дорожнього руху, починаючи від найпростіших, виконання яких здійснюється однією людиною без спеціального оснащення, і закінчуючи складними і трудомісткими, виконання яких можливе лише при застосуванні електронно-обчислювальної техніки [1, 2, 3, 4, 5]. Різноманіття методів пояснюється, з одного боку, великою кількістю завдань, що входять в організацію руху, і параметрів, що впливають на характеристики руху, а з іншого боку, постійним вдосконаленням апаратури, що застосовується як для отримання первинних даних, так і для подальшої їх обробки. Вагомі зміни в дослідженнях параметрів дорожнього руху вносить застосування кібернетичних систем управління рухом, основою яких є постійний автоматичний збір і аналіз

інформації про стан транспортних потоків [6]. Однак, для вирішення окремих оперативних завдань організації руху навіть на територіях включених в систему автоматизованого управління, необхідні і більш прості способи дослідження, що передбачають безпосередню участь людини.

Класифікація найбільш поширених методів дослідження параметрів та умов дорожнього руху, в основу якої покладено спосіб отримання необхідної інформації, представлена на рисунку 1. За цією ознакою методи можна підрозділити на три основні групи: документальне вивчення; натурні дослідження; моделювання [7].



Рисунок 1 – Структурна схема класифікації основних методів дослідження дорожнього руху

1) Документальне вивчення. Основною ознакою цього методу є вивчення матеріалу в кабінетних умовах, тому цей метод іноді називають камеральним. Документальне вивчення можна здійснювати як на базі спеціально зібраних даних, так і обробкою існуючих та призначених для інших цілей матеріалів. Так, досить докладні відомості про очікувані транспортні потоки в зонах передбачуваного великого будівництва можуть бути складені на основі вивчення проектних і планових матеріалів у відповідних організаціях. Іншим прикладом може служити аналіз документів, що характеризують роботу маршрутного пасажирського транспорту, які можна отримати у відповідному транспортному підприємстві. При цьому можна скласти характеристики руху рухомого складу в різні періоди доби, не проводячи безпосереднього спостереження.

2) Натурні дослідження. Натурні дослідження полягають у фіксації конкретних умов і показників дорожнього руху, яке фактично відбувається протягом заданого періоду часу. Ця група методів в даний час найбільш поширена і відрізняється великим різноманіттям. Натурні дослідження є єдиним способом отримання достовірної інформації про стан доріг і дозволяють дати точну характеристику існуючих транспортних і пішохідних потоків. Натурні дослідження характеристик дорожнього руху можуть бути з

точки зору методу отримання та характеру одержуваної інформації поділені на дві підгрупи: 1) вивчення на стаціонарних постах, що дозволяють отримати багато характеристик та їх зміну в часі, проте тільки на тих ділянках вулично-дорожньої мережі, де вони розташовані; 2) вивчення за допомогою рухомих засобів, що дозволяє отримати просторову і просторово-часову характеристику різних параметрів дорожнього руху.

При пасивному методі (простому спостереженні) фіксуються лише фактично сформовані режими руху, і дослідник не втручається і не змінює їх, тобто отримує "фотографію" існуючого становища. Разом з тим у багатьох випадках певні показники транспортного та пішохідного потоку можуть істотно змінюватися навіть при відносно невеликому поліпшенні організації руху, наприклад, при введенні необхідної інформації для учасників руху. Тому в багатьох випадках необхідне проведення активного експерименту, тобто при такому обстеженні дослідник не обмежується фіксацією існуючого положення, а й забезпечує перевірку варіантів при частковій зміні умов руху.

3) Моделювання руху. Моделювання руху полягає в штучному відтворенні процесу руху фізичними або математичними методами. Широке застосування імітаційне моделювання отримало для оцінки якості організації руху, а також при вирішенні різних завдань, пов'язаних з проектуванням автоматизованих систем управління дорожнім рухом, наприклад, при вирішенні питання про оптимальну структуру системи. До числа недоліків імітаційного моделювання відносять великі витрати машинного часу для отримання статистично достовірного рішення.

Корінні зміни в методи досліджень параметрів дорожнього руху та їх використання вносять АСУД. Вони дозволяють в автоматичному режимі збирати і обробляти велику інформацію про стан транспортних потоків (здійснювати "моніторинг"). Для такого типу дослідження використовують спеціальні датчики – детектори транспорту. Одним з найрозповсюджених є датчик інтенсивності транспортного потоку (рис.2).



Рисунок 2 – Приклад виконання системи автоматичного дослідження параметрів транспортного потоку
[<https://www.itc.by/its-solution/adaptive-control/arken/>]

Датчик інтенсивності транспортного потоку забезпечує незмінно точні дані для систем контролю і управління дорожнім рухом як при сповільненому, так і при інтенсивному транспортному потоці, володіє великою роздільною здатністю, дальністю виявлення (до 80-100 метрів) і здатністю одночасно контролювати декілька смуг руху на проїзній частині (до 22 смуг). Датчики з «виявленням на базі смуги руху» (рис.3), такі, як магнітні петлі і відеодетектори, здатні виявляти все, що проходить через зазначену зону на смузі руху.

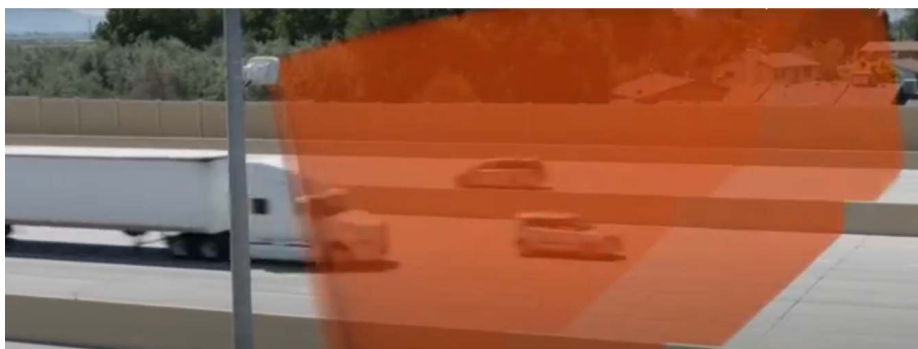


Рисунок 3 – Зона детекції датчика інтенсивності транспортного потоку [<https://www.itc.by/its-solution/adaptive-control/arken/>]

Результати обстеження інтенсивності руху та складу транспортного потоку, а також технічних засобів регулювання дорожнього руху є основою для розробки картограм транспортних і пішохідних потоків за напрямками руху транспорту, а також розробки схем пофазного роз'їзду ТЗ в межах перехрестя.

Література

1. Эльвик Рунэ, Боргер Мюсен Аннэ, Ваа Труле. Справочник по безопасности дорожного движения: Пер. с норвеж. / Под редакцией проф. В.В.Сильянова. - М.: МАДИ (ГТУ), 2001. - 754 с.
2. Roundabouts. Improving road safety and increasing capacity // TR News. – 1997. – № 191. – С. 13 – 15, 27.
3. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов. – М.: Транспорт, 1990.
4. Кликовштейн Г. И., Афанасьев М. Б. Организация дорожного движения: Учеб. для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 2001. – 247 с.
5. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / за заг. ред. В.П. Поліщука; О. О. Бакуліч, О. П. Дзюба, В. І. Єресов та ін. – К.: Знання України, 2011. – 467 с.
6. Сборник. Принципы и инструменты для повышения безопасности дорожного движения на дорогах общего пользования Международный опыт. Россия-Финляндия. 2008. – 269 с.
7. Фишельсон М. С. Транспортная планировка городов : Учеб. пособие для вузов / М. С. Фишельсон. – М.: Высш. школа, 1985. – 239 с.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В КИТАЙСЬКІЙ НАРОДНІЙ РЕСПУБЛІЦІ

Баркалов Д. С. студент гр. Т-42-17
Бажинов Ан. В., канд. техн. наук, доц.

Порівняння з мурашником якнайкраще характеризує дорожній рух в густонаселених китайських містах.

Хаотичне і стрімке переміщення незліченної безлічі дво-, три - і чотириколісних транспортних засобів по звивистих вулицях виглядає так, немов не підпорядковане ніяким законам.

Знайти правильний шлях на вулицях Китаю, де дорожній рух, як правило, надзвичайно стрімкий і щільне, без карти і навігатора дуже складно.

У великих містах КНР учасниками жвавого дорожнього руху, крім автомобілів, моторолерів і мотоциклів є міський транспорт, незліченні велосипеди, рикші і таксі.

У провінції доповнюють моторні вози і гужовий транспорт. Весь набір цих транспортних засобів безперервно рухається, перебудовується, дзвенить, гудить і сигналізує.

Тому логічно охарактеризувати умови автомобільного руху по дорогах КНР вкрай складно. При водінні по китайським вулицях, доводиться бути гранично зібраними і уважним, намагатися кожен секунду контролювати ситуацію. Як і в будь-якій незнайомій місцевості, розумно і безпечно виконувати рух по дорогах КНР в потоці.

У КНР діють правила дорожнього руху, мають ряд відмінностей від правил, поширених в країнах Європи.

Найзначнішою особливістю цих правил є прийняте там правосторонній рух з правилом лівостороннього обгону. Перед тим як виконати обгін необхідно включити світловий сигнал лівого повороту і супроводити його звуковим сигналом, а в темну пору доби - виконати багаторазове перемикання ближнього і дальнього світла.

Обов'язковою при русі вдень і вночі, в населеному пункті і за його рисою, є: включене ближнє світло фар; пристебнути ремені безпеки для водіїв та всіх пасажирів, а для дітей до 12 років, або зростом нижче 135 см — використання спеціальних дитячих фіксують пристосувань.

Заборонено: палити; вживати їжу і розмовляти під час водіння; керувати транспортним засобом в тапочках.

По дорогах рух в КНР здійснюється з обмеженням швидкості: в населених пунктах - до 30 км/год для доріг з односмуговим рухом в кожному напрямку, і до 70 км/год - для інших трас (за винятком швидкісних рівнів, де швидкість може досягати 100 км/год); за межею населених пунктів - до 120 км/год при русі по швидкісних трасах і до 80 км/год — на інших дорогах. Також в КНР введена власна система дорожніх знаків, яка відрізняється від прийнятої в країнах Європи. Вона включає основні групи:

- попереджувальних знаків, виконаних у вигляді жовтого три- кутника з чорним малюнком;
- знаків напрямків: представлених, крім звичних білих з чорними зображеннями, зеленими - для шосейних доріг, голубі - для інших, а також коричневими - для пам'яток;
- знаків, що забороняють рух і розпорядчих - переважно схожих на західні аналоги круглої форми, блакитного кольору або з червоною окантовкою.

Нерідко при русі по дорогах КНР можна зустріти і незвичні знаки з великими графічними зображеннями, більше схожими на соціальну рекламу. Більшість з них призначені для залучення уваги водіїв до дотримання елементарних правил обережності в дорозі. Вони рекомендують не забувати користуватися ременями безпеки і відмовитися від телефонних розмов за кермом.

Для автомобілів в Китаї прийнята колірна градація номерних знаків: синього, чорного і білого кольорів.

Найпоширеніший колір номерів — синій. Вони застосовуються практично на всіх китайських автомобілях, що належать більшості громадян країни.

Білі номери, які дають перевагу при будь-яких ситуаціях дорожнього руху, як правило, використовуються на урядових машинах або поліцейському транспорті.

Номери чорного кольору присвоюють автомашинам, які зареєстровані на приїжджих іноземців.

Як покарання за порушення правил дорожнього руху, тут застосовується система штрафів з оцінкою їх за 12 бальною шкалою. Кожному водієві видається діючі протягом одного року 12 балів, які витрачаються при фіксуванні порушень ПДР.

При будь-якому залишку цих балів на кінець року, на початку наступного їх число знову відновлюється до 12-ти. Витрачення за виділений термін усієї кількості штрафних очок загрожує перездачею іспиту на водійські права.

Дванадцять штрафних балів водій отримує в разі: керування транспортним засобом без відповідної категорії водійських прав; керування транспортним засобом в стані алкогольного сп'яніння; приховування з місця ДТП; керування транспортним засобом без номерних знаків; руху по смузі для зустрічного напрямку і розворот через перетин розділової смуги на автомагістралях.

Шість штрафних балів водій отримує за: керування транспортним засобом в разі вилучення водійського посвідчення; рух в порушення сигналів світлофора; перевищення швидкості менш ніж на 20 % на автомагістралях, міських швидкісних дорогах при управлінні вантажним автомобілем, автобусом, транспортним засобом, що перевозять небезпечний вантаж; перевищення швидкості більш ніж на 20 %, але менше ніж на 50 % при русі по інших дорогах (крім автомагістралей, міських швидкісних доріг);

незаконний рух по спеціальній виділеній смузі при русі по автомагістралі або міський швидкісній дорозі.

Три штрафні бали водій отримує в разі: управління вантажним транспортним засобом з перевищенням максимальної вантажопідйомності менш ніж на 30 %; руху по автомагістралі зі швидкістю нижче мінімальної; порушення правил обгону або рух по смузі для зустрічного руху; порушення правил буксирування; якщо водій не включив аварійну сигналізацію і не виставив знак аварійної зупинки після ДТП або аварійної зупинки.

Два штрафні бали водій отримує в разі порушення правил зупинки і стоянки поблизу перехрестя; за керування мотоциклом без шолома; через не пристебнутий ремінь безпеки при русі по автомагістралі або міський швидкісній дорозі; та ін.

Один штрафний бал — порушення правил випередження, правил використання світлових сигналів, правил перевезення габаритних вантажів.

Якщо водій протягом місяця не сплатив два, або більше штрафів, йому автоматично нараховується 12 балів за порушення.

Така ж кількість очок знімається при затримці оплати виписаного штрафу понад три місяці.

Співробітників китайської ДАІ рідко зустрінеш на дорозі, вони в основному виїжджають на дорожньо-транспортні пригоди або регулюють рух на особливо завантажених перехрестях.

За дотриманням правил дорожнього руху стежать камери, які встановлені всюди, вони фіксують порушення і відправляють SMS повідомлення порушнику про штраф.

Забезпечити безпечний дорожній рух — центральна задача китайської поліції. Автопарк в Китаї шириться і зростає прискореними темпами, сягнувши, за деякими даними, понад 300 млн. автомобілів. Разом з тим збільшилась і кількість дорожньо-транспортних пригод.

Статистика невблаганна — на китайських дорогах, в основному з вини водіїв, щогодини під колесами автомобіля гине сім чоловік.

У зниженні настільки трагічних показників значну роль китайська влада відводить посилення покарань за дорожні правопорушення, проведення масових профілактичних перевірок і соціальній рекламі.

Складні ділянки доріг і розв'язки забезпечуються регулювальниками руху.

З метою привернення уваги громадян до даної проблеми, щороку в грудні в Китаї проводиться національний День безпеки дорожнього руху.

У цей день з боку відповідальних державних служб звучать зобов'язання про заходи наведення порядку на дорогах в країні, яка переживає автомобільний бум.

При цьому вони обіцяють збільшити число перевірок і зберегти колишні розміри штрафів.

Література.

1. Горев, А. Е. Організація та безпека дорожнього руху: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / А. Е. Горев, Е. М. Олещенко. - Москва: ИЦ Академия, 2012. - 256 с.
2. Китайська Народна Республіка. Закони. Про Китайську Народну поліцію: Федеральний закон № 40-З: [прийнятий на 12-му засіданні постійного комітету 8-го Всекитайського з'їзду народних представників 28 лютого 1995 року: оприлюднений указом Голови КНР від 28 лютого 1995 року схвалений Радою Федерації 24 вересня 2003 року].

ВПЛИВ ДОРОЖНІХ УМОВ НА ДТП

Нєсмеянов В. С. студент гр. Т-46-17
Бажинов Ан. В., канд. техн. наук, доц.

Проблема безпеки руху існує довгий час, її витoki тягнуться ще з епохи гужового транспорту, а в даний час набуває глобальних масштабів.

Рівень автомобілізації з кожним роком істотно збільшується, разом з тим і більш гостро постає питання безпеки дорожнього руху. Перевантаження доріг знижує ефективність використання автомобільного транспорту, середні швидкості, кількість ДТП.

Дорожні умови так само роблять значний вплив на режим і безпеку руху, як окремих автомобілів, так і всього потоку транспортних засобів в цілому. Велика роль в забезпеченні безпеки руху належить основними техніко-експлуатаційними показниками автомобільних доріг [1].

Водії прагнуть все частіше оцінити дорогу, перш за все, за якістю та станом її покриття. Гладке покриття дороги є серйозним недоліком, так як різко знижується коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою. Тому покриття автомобільних доріг повинне мати шорсткість з виступами і поглибленнями в межах від 3 до 5 міліметрів.

Оптимальне використання ширини проїзної частини автомобілями досягається тільки при наявності укріплених узбіч на ширину приблизно 1,5 - 1,8 метрів.

Видимість є одним з найважливіших факторів, що визначають безпеку руху по проїжджій частині.

З недостатньою видимістю найчастіше пов'язані ДТП при обгонах на підйомах або спусках, звивистій дорозі і т.д.

При достатній видимості водій отримує своєчасну інформацію про обстановку на дорозі, що дозволяє йому завчасно вжити заходів такі як знизити швидкість або перебудуватися.

Рухаючись по звивистій дорозі, по дорозі на спуск або підйом, перед пішохідними переходами водій не завжди може розраховувати, що буде забезпечена повна видимість, він повинен бути особливо уважним, готовим за короткий час прийняти оптимальне рішення.

Приклад обмеженої видимості представлений на рис. 1.

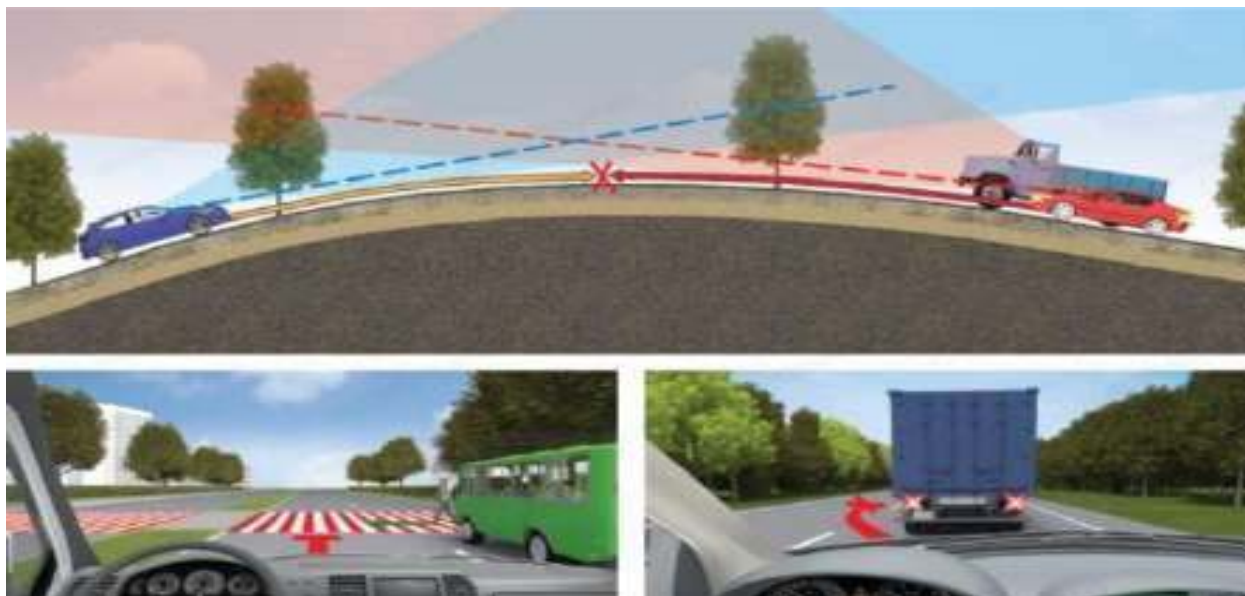


Рис.1 - Обмежена видимість

Перетин автомобільних доріг в одному рівні створює підвищену небезпеку для руху, зменшує пропускну здатність обох пересічних доріг.

Безпека руху на пересічних залежить від забезпечення видимості пересічної дороги і наближаються по ній транспортних засобів.

Нормальна видимість забезпечується в разі, коли в місці перетину доріг є прямий або увігнутий поздовжній профіль, а опуклий профіль дороги значно погіршує видимість.

На таких перетинаннях для підвищення безпеки встановлюють дорожні знаки головною і другорядною дороги.

Водій автомобіля, що рухається по головній дорозі, має право переважного проїзду, однак це не може знімати з нього обов'язки бути уважним на даному небезпечній ділянці [2].

Розв'язка автомобільних доріг в різних рівнях дає можливість уникнути перетинання зустрічного потоку транспортних засобів при лівому повороті або розвороті, тим самим збільшуючи пропускну здатність на даному перетині, а, отже, і підвищує безпеку руху. Для забезпечення безпеки необхідно при під'їзді до складної дорожньої розв'язки, чітко визначити схему руху по ній і виконувати всі вимоги дорожніх знаків і розмітки.

Істотно зростає небезпека виникнення аварійної обстановки на ділянках доріг, де змінюється усталений режим руху транспортного потоку.

Зниження швидкості руху потоку, змушує водіїв до різких гальмувань, що призводить в більшості випадків до попутним зіткнень.

На підвищення безпеки дорожнього руху істотний вплив роблять: дорожні знаки, розмітка і інші засоби організації дорожнього руху (ОДР).

На ділянках доріг з правильно нанесеною дорожньою розміткою середня швидкість руху транспортних засобів вище, а число ДТП значно знижується.

Позначати узбіччя дороги необхідно напрямними стовпчиками зі світловідбивними елементами, що буде сприяти скороченню числа ДТП в темну пору доби. Дорожні умови, які в тій чи іншій мірі супроводжують ДТП, представлені на рис. 2.

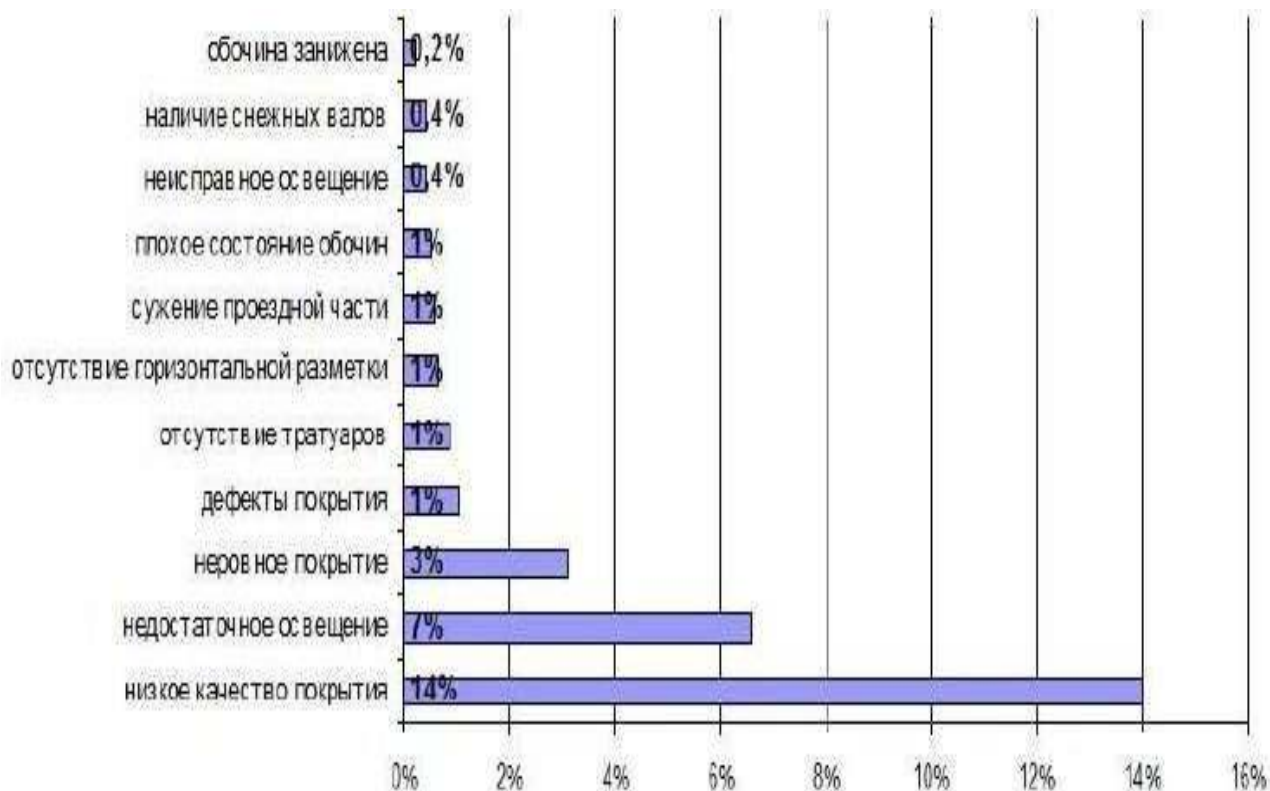


Рис. 2 - Дорожні умови, що підвищують ймовірність виникнення ДТП

Безпека доріг в містах безпосередньо залежить від того, наскільки ізольовані пішоходи і велосипедисти від транспорту, про що свідчить наявність тротуарів, пішохідних і велосипедних доріжок, обладнаного пішохідні переходи, огорожі. Також безпеку доріг залежить від ОДР на вулицях, особливо на перехрестях (наявність освітлення, світлофорів і т.д.). Особливу небезпеку для руху транспорту представляють ділянки, де виробляються дорожні роботи. Для забезпечення безпеки на таких ділянках необхідно здійснювати своєчасне оповіщення учасників дорожнього руху такими способами як установкою відповідних дорожніх знаків; реконструюються місця рекомендується захищати бар'єрами або переносними блоками. При реконструкції ділянки дороги слід надати учасникам дорожнього руху альтернативу проїзду, а саме, встановити схеми об'їзди. Наявність вибоїн, ямок і інших нерівностей на дорожньому покритті призводить до втрати контролю водієм над траєкторією руху і керованістю автомобіля, що підвищує ймовірність виникнення ДТП (рис. 3).



Рис. 3 - Незадовільні дорожні умови

Великі вибоїни на дорожньому покритті збільшують знос транспортних засобів і можуть викликати їх поломку, для запобігання негативних факторів проводиться ремонт дорожнього полотна [1]. Сучасна автомобільна дорога не може забезпечити однакові умови безпеки руху на всьому своєму протязі.

Деякі елементи дороги та прилеглі до них ділянки заздалегідь вважаються небезпечними і вимагають підвищеної уваги водіїв, в такому випадку уздовж проїжджої частини встановлюються спеціальні знаки. До числа таких елементів можна віднести звуження проїзної частини. Кожне звуження дорожнього полотна, навіть якщо воно і не зменшує ширини проїзної частини, викликає зниження швидкості руху, це пов'язано, перш за все із зоровим сприйняттям водія.

Література

1. Заторовые явления. Возможности предупреждения / Л. Е. Гай, А. И. Шутов, П. А. Воля, С. В. Кущенко. // Вест- ник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2013. – № 3. – С. 166-169.
2. Лобанов, Е. М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя / Е. М. Лобанов. – Москва: Транспорт, 1981. – 311 с.

ОЦІНКА ІСНУЮЧИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ТЕОРІЇ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОРЕЛЯЦІЇ МІЖ ЩІЛЬНІСТЮ ПОТОКУ І ІНТЕНСИВНІСТЮ РУХУ

Шепеткова А. Ю. студентка гр. Т-46-17
Бажинов Ан. В., канд. техн. наук, доц.

На основі аналізу даних останніх десятиліть темпи зростання рівня автомобілізації значно випереджають прогнозовані на етапі проектування міських вулиць і доріг. Даний факт відбивається не тільки на підвищенні транспортної доступності об'єктів інфраструктури і великому виборі маршруту переміщення, але й на збільшенні дисбалансу між протяжністю шляхів сполучення і транспортним попитом. Особливо дана проблема яскраво виражена в найбільших містах і тяжіють до них. Для вирішення зазначеної проблеми необхідно наявність актуальних репрезентативних даних про стан і характеристики транспортних потоків (ТП). Одним з основоположних параметрів ТП є інтенсивність руху транспортних засобів. На підставі числових значень даної характеристики з застосування законів теорії ТП стає можливим отримання вторинних характеристик ТП. У ході дослідження були детально проаналізовані існуючі методики визначення шуканої величини по щільності транспортного потоку.

Існуючі залежності представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Існуючі методики визначення інтенсивності руху через щільність транспортного потоку

Автор методики	Пропонована залежність
Сільянов В. В. [2]	$N_1 = 85 - 1,41\rho + 0,0052\rho^2$ $N_2 = 75 - 1,3\rho + 0,0054\rho^2$
Хом'як Я. В. [3]	$N_1 = 85\rho - 1,41\rho^2 + 0,0052\rho^3$ $N_2 = 75\rho - 1,3\rho^2 + 0,0054\rho^3$
Зенченко В. А., Ременцев А. Н., Павлов А. В., Сотсков А. В. [4]	$N = -0,2104\rho^2 + 48,546\rho + 1533$

Проведена перевірка застосовності наявних рівнянь визначення інтенсивності руху. У ході перевірки рівнянь при сучасному рівні автомобілізації, фактичні значення інтенсивності та щільності були зафіксовані на різних вулицях найбільших і великих міст. Для наочної демонстрації роботи існуючих залежностей були розраховані дані на прикладі конкретної вулиці: м. Харків, вулиця Московський проспект, час фіксації – 21⁰⁰, щільність потоку – 100 авт./км, інтенсивність руху – 1020 авт./год. За розрахунком відповідно до методики Сільянова В. В. [1] при щільності потоку 100 авт./км, інтенсивність руху приймає негативне значення (-4 та -1 авт./год відповідно) (рис. 1).

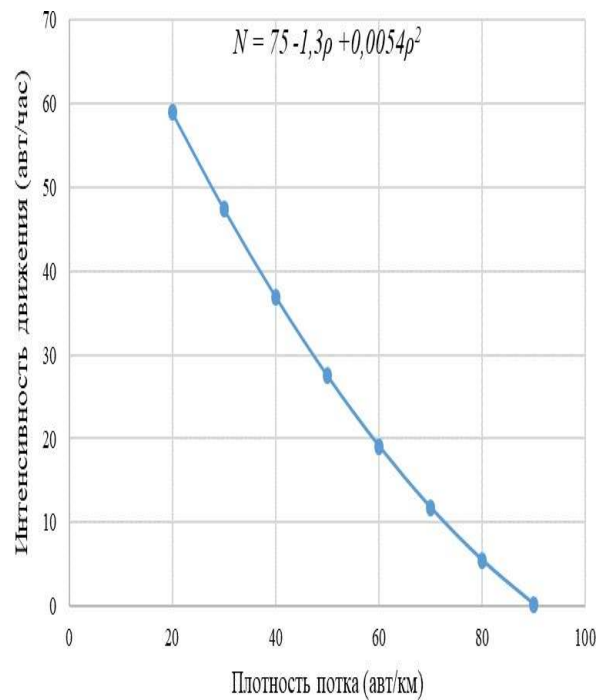
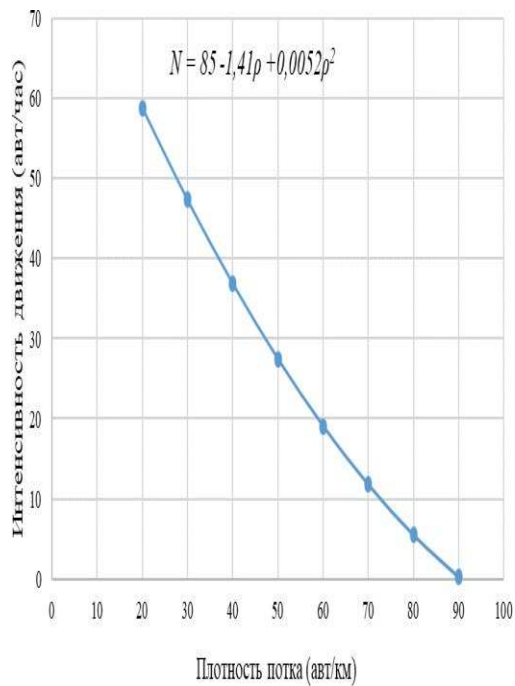


Рис. 1- Визначення інтенсивності руху методом В. В. Сільянова

Якщо підставити ідентичні значення щільності, при використанні методу Хом'яка Я. В. [2] інтенсивність руху приймає значно більше значення, але також не належать до меж застосовності (-400; -100 авт./год відповідно) (рис. 2).

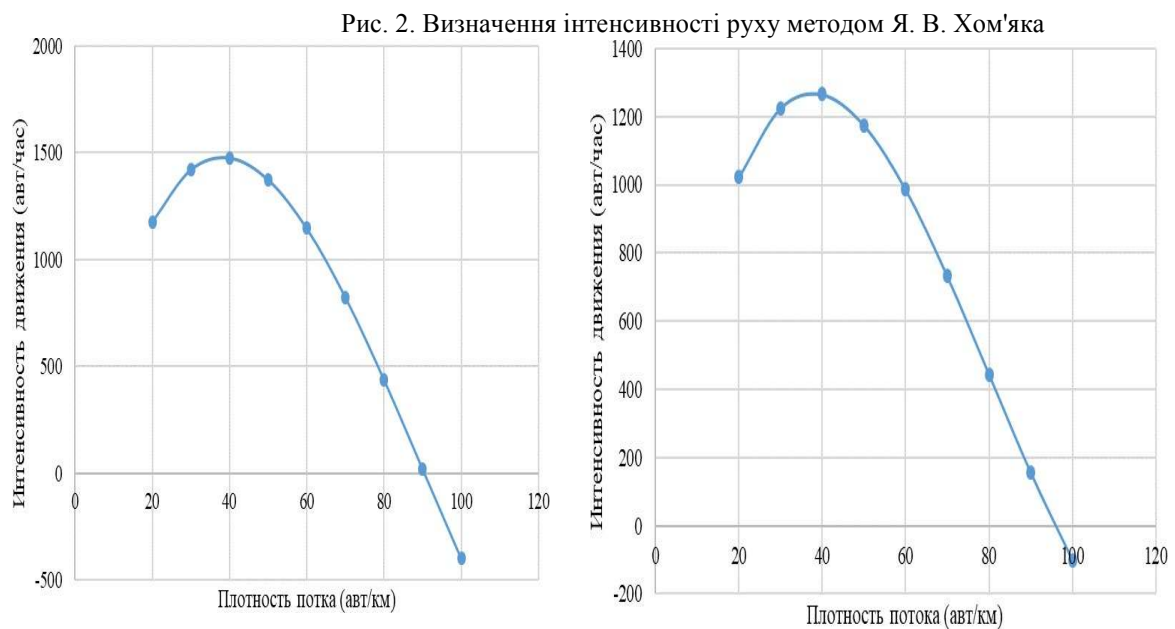


Рис. 2. Визначення інтенсивності руху методом Я. В. Хом'яка

За методикою, запропонованною Зенченком В. А., якщо щільність потоку дорівнює 100 авт / км, інтенсивність руху склала 4284 авт./год (рис. 3), що значно вище значень, знятих при натурних вимірах.

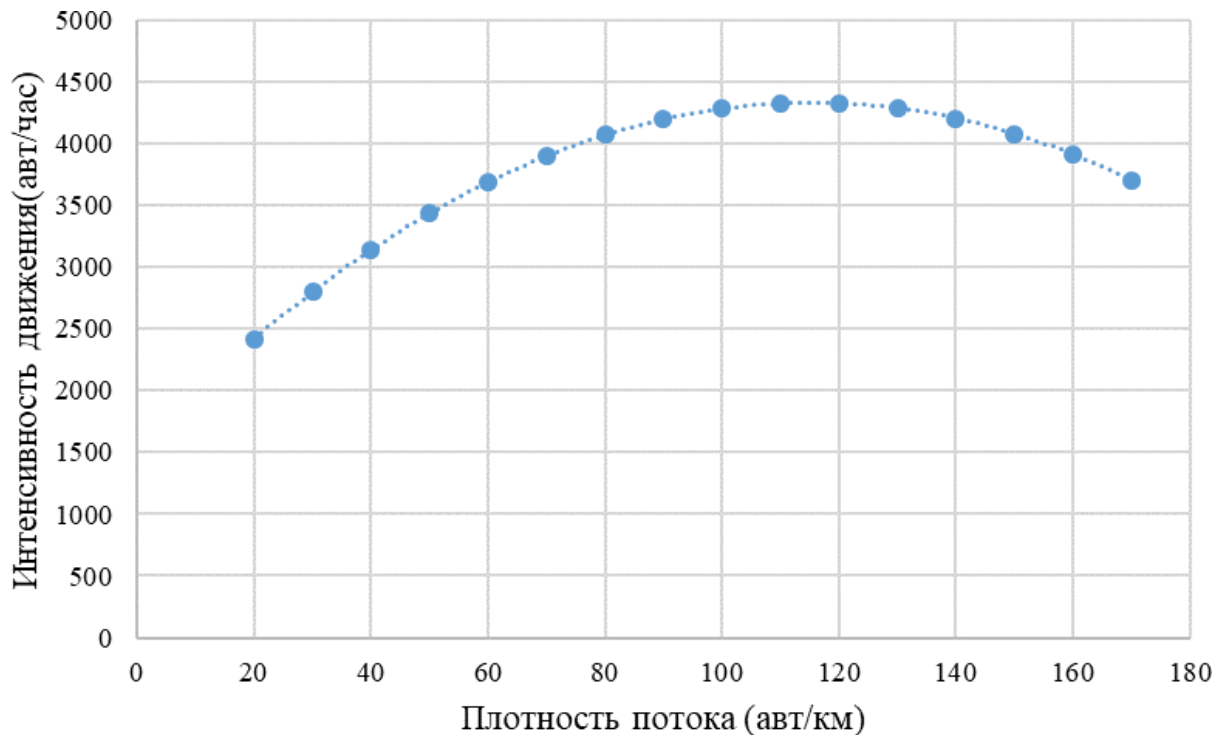


Рис. 3 - Визначення інтенсивності руху методом В. А. Зенченка

Як видно на графіках, побудованих на основі проаналізованих методів визначення первинних параметрів ТП, рівняння мають дуже обмежену придатність. Зокрема, перші дві методики при певних числових величинах приймають неприйнятні значення, остання з розглянутих методик при апроксимації також виявиться непридатною. Дані висновки зумовили необхідність створення власного методу визначення параметрів транспортного потоку. Пропонований метод дистанційного супутникового моніторингу ґрунтується на отриманні інформації за допомогою персонального комп'ютера і всесвітньої інформаційної мережі.

За допомогою загальнодоступних картографічних ресурсів із захопленого зображення довжиною в 1 км знімається значення щільності транспортного потоку

$$\rho = \frac{\sum N}{L}, \quad (1)$$

де ρ - щільність транспортного потоку

$\sum N$ - кількість автомобілів, що знаходяться на 1 км. дороги

L - довжина ділянки дороги, яка дорівнює 1 км.

Потім відповідно до постулатів теорії ТП стає можливим визначення значень інтенсивності руху транспортних засобів. У процесі створення рівнянь, оптимально описують залежності інтенсивності руху і щільності транспортного потоку були проаналізовані різні математичні функції. Оцінка

проводилася із застосуванням розділу математичної статистики, а саме за допомогою оцінки величини коефіцієнта апроксимації на прикладі проспекту Московський в м. Харків (табл. 3).

Таблиця 3. Коефіцієнт апроксимації для різних математичних рівнянь

Функція	Стан покриття			
	Сухе	Мокре	Полій	Сніговий накат
Поліноміальна 2 порядку	0,7832	0,7691	0,7066	0,7621
Поліноміальна 3 порядку	0,7941	0,8294	0,7094	0,8281
Лінійна	0,3270	0,4491	0,4522	-2,1240
Логарифмічна	0,7112	0,7035	0,6347	0,7311
Степенева	0,7553	0,6497	0,6110	0,7472
Експоненційна	0,6036	0,3844	-0,1240	-0,5888

Детальна оцінка значень, наведених у таблиці 3 дозволяє зробити висновок, що поліноміальна функція другого і третього порядку найбільш точно описують існуючу дорожню ситуацію. Вибираючи між квадратичної і кубічної функцією була прийнята квадратична так як згідно з графічними залежностям інтенсивності руху від щільності потоку, у певний момент інтенсивність руху досягає пікового значення, яке може пропустити дорога.

При досягненні зазначеного значення інтенсивність повинна піти на спад, тому що зі збільшенням щільності транспортного потоку інтенсивність руху повинна скорочуватися, оскільки транспортні засоби не можуть здійснювати маневри, і проїзд неможливий, внаслідок наявності на смузі руху безлічі інших автомобілів [3]. У результаті виконаного аналізу була розроблена сукупність рівнянь із застосуванням квадратичної функції, що враховує транспортні, дорожні та метеорологічні умови. Застосування запропонованої методики, заснованої на даних функціональних залежностях дозволить значно знизити вартісний показник і трудомісткість визначення первинних і вторинних характеристик ТП.

Література.

1. Сільянов, В. В. Теорія транспортних потоків у проектуванні доріг та організації руху: підручник / В. В. Сільянов – Москва: Транспорт, 1977. – 303 с.
2. Хом'як, Я. В. Організація дорожнього руху: підручник для ВНЗ / Я. В. Хом'як – Київ: Вища школа. Загальний видавничий дім, 1986. – 271 с.
3. Zenchenko, V. A. Оцінка параметрів навколишнього середовища і основних транспортних потоків, що визначають ситуацію на вуличних дорожньої мережі / В. А. Zenchenko, А. Н. Ременцов, А. В. Павлов, А. В. Сотсков // Сучасні наукомісткі технології. – 2012. – № 2. – С. 52-59.

УТОЧНЕННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ БАГАТОРЯДНИХ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

Мішньов М. В. студент гр. Т-32-18
Бажинов Ан. В., канд. техн. наук, доц.

Багаторядний рух передбачає необхідність уточнення класичного поняття транспортного потоку, як сукупність транспортних засобів, які рухаються по дорозі [4], так як воно, перш за все, не відображає присутню в русі рядності транспортного потоку. Проаналізовані дослідження [1, 2, 3, 6] мікроскопічних, макроскопічних та інженерно-психологічних рівнів і відповідних методів, та їх методик дослідження транспортного потоку додатково показали, що транспортний потік не може формуватися без відповідного напрямку руху, необхідної ділянки дороги певної довжини, де спостерігається зазначена сукупність транспортних засобів.

З урахуванням зазначеного, уточнення поняття транспортного потоку, необхідно виконувати в рамках введення в нього обліку ознак спрямованості руху транспортного потоку та обліку ознак визначеності ділянки дороги, на якому спостерігається відповідна сукупність транспортних засобів.

На основі сформульованих вимог до вдосконалення поняття транспортного потоку, необхідно сформулювати поняття однорядного транспортного потоку в наступному вигляді: «однорядний транспортний потік — це сукупність транспортних засобів, які рухаються послідовно одне за іншим в одному напрямку, що утворює відповідний ряд руху, на ділянці дороги певної довжини».

Введене поняття однорядного транспортного потоку дозволяє сформулювати поняття багаторядного транспортного потоку, у наступному вигляді: «багаторядний транспортний потік — це сукупність транспортних засобів, які рухаються в одному напрямку з послідовним розташуванням транспортних засобів у відповідних рядах руху на ділянці дороги певної довжини».

Введення в поняття транспортного потоку ознаки «ділянку дороги певної довжини» дозволяє також розкрити безпосередній зв'язок з поняттям дорожньо-транспортної ситуації у вигляді наявного стану сукупності транспортних засобів у певний час на ділянці дороги певної довжини. Певна довжина ділянки встановлює межі сукупності транспортних потоків і дозволяє виділити дорожньо-транспортні ситуації в необхідні моменти часу.

Безпека руху у класичному розумінні — характеристика дорожнього руху, яка визначається аварійністю [4], дорожній рух — процес руху по дорогах транспортних засобів та учасників дорожнього руху [4].

На основі класичних понять аварійність є супутнім, не основним, результатом процесу руху по дорогах. ДТП класично визначають, за відповідними результатами у вигляді матеріальних і соціальних збитків, але сама подія є процесом, який розкривається в просторі та часі в рамках

ударної взаємодії між транспортними засобами, транспортними засобами і дорожніми спорудами, між транспортними засобами та іншими учасниками дорожнього руху. Вказаний процес зароджується у межах процесу дорожнього руху, відбувається і закінчується в ньому.

Безпека руху, у класичному розумінні, оперує тільки кінцевими результатами зазначених процесів здійснення подій. Такий підхід повністю ототожнює безпеку руху з результатами аналізу аварійності та нівелює очікувану ємність поняття по його назві, додатково ускладнює дослідження.

Поняття безпеки руху має можливість подальшого удосконалення свого змісту. Поняття безпеки руху необхідно розглядати з позицій повного відображення їм негативних явищ у процесі дорожнього руху. Одним з головних негативних явищ у процесі дорожнього руху прийнято вважати явище ДТП [2].

Здійснення ДТП можна розглядати як процес послідовної зміни станів дорожнього руху в рамках певної ділянки дороги у вигляді послідовних змін відповідних дорожньо-транспортних ситуацій:

- вихідні умови: присутній дорожній рух, що має певний стан за усередненими характеристиками (інтенсивність, швидкість, щільність, склад); спостереження за дорожнім рухом проводиться на фіксованій ділянці дороги;

- в послідовних інтервалах часу, на фіксованій ділянці дороги у належному стані дорожнього руху присутня певна дорожньо-транспортна ситуація, в якій не спостерігається наявність негативних явищ, які могли б привести до виникнення ДТП;

- виникає помилка у водія певного транспортного засобу в сприйнятті та відповідному прогнозуванні розвитку дорожньо-транспортної ситуації, яка склалася, у вигляді дії або бездіяльності, свідомо чи без усвідомлення, - формується конфліктна ситуація [6], яку пропонується назвати «правова конфліктна ситуація», між зазначеним транспортним засобом та іншими учасниками процесу дорожнього руху, які були сприйняті неадекватно;

- зазнавши змін у просторі та часі, дорожньо-транспортна ситуація перетворюється у нову, де присутня нова конфліктна ситуація (склалася ситуація, при якій транспортні засоби настільки зближуються, що у подальшому постійному русі, ризик зіткнення різко зростає [6]), що характеризується наявністю конфліктної взаємодії між хоча б двома учасниками дорожнього руху (або учасником і елементом дорожньої обстановки), у вигляді невластивого для зазначеного стану дорожнього руху зближення одного з іншим, - формується конфліктна ситуація, яку пропонується назвати «геометрична конфліктна ситуація», між зазначеним транспортним засобом та іншими учасниками процесу дорожнього руху, які перебували в «правовій конфліктній ситуації»;

- зазнавши змін у просторі та часі, дорожньо-транспортна ситуація перетворюється у нову, де присутня передаварійна ситуація [5] (виникає ймовірність ДТП), яка характеризується наявністю конфліктної взаємодії між хоча б двома учасниками дорожнього руху (або учасником і елементом

дорожньої обстановки), у вигляді невластивого для зазначеного стану дорожнього руху зближення одного з іншим учасників, з певними траєкторіями зближення точкою перетину ліній курсів руху, що має часткове відображення і в понятті конфліктної точки [1], при цьому водій або водії мають технічну можливість попередити ДТП, - формується конфліктна ситуація, яку пропонується назвати «перед аварійна конфліктна ситуація» між зазначеним транспортним засобом та іншими учасниками процесу дорожнього руху, які перебували в «геометричній конфліктній ситуації»;

- зазнавши змін у просторі та часі, дорожньо-транспортна ситуація перетворюється у нову, де присутня аварійна ситуація [5] (ДТП стає неминучим), що характеризується наявністю конфліктної взаємодії між хоча б двома учасниками дорожнього руху (або учасником і елементом дорожньої обстановки), які мають нехарактерне для зазначеного стану дорожнього руху зближення одного з іншим учасників, з певними траєкторіями зближення і точкою перетину ліній курсів руху, водій або водії не мають технічну можливість попередити ДТП, здійснюється початкова фаза [5] ДТП, - формується конфліктна ситуація, яку пропонується назвати «аварійна конфліктна ситуація» між зазначеним транспортним засобом та іншими учасниками процесу дорожнього руху, які перебували в «перед аварійній конфліктній ситуації»;

- зазнавши змін у просторі та часі, дорожньо-транспортна ситуація перетворюється у нову, де присутній безпосередній механічний контакт між хоча б двома учасниками дорожнього руху (або учасником і елементом дорожньої обстановки), які мають на поточний момент відповідні обсяги кінетичної енергії, яка почала перетворюватися в пластичні і пружні деформації матеріальних об'єктів учасників дорожнього руху, крихке руйнування, нанесення травм, формуються максимальні пошкодження учасників дорожнього руху, здійснюється кульмінаційна фаза [5] ДТП, - формується конфліктна ситуація, яку пропонується назвати «руйнівна конфліктна ситуація» між зазначеним транспортним засобом та іншими учасниками процесу дорожнього руху, які перебували в «аварійній конфліктній ситуації»;

- зазнавши змін у просторі та часі, дорожньо-транспортна ситуація у вигляді ДТП перетворюється у нову, де припиняється або присутній безпосередній механічний контакт між хоча б двома учасниками дорожнього руху (або між учасником і елементом дорожньої обстановки), які мають чи не мають на поточний момент відповідні обсяги кінетичної енергії, яка витрачається на подальше переміщення учасників дорожнього руху, здійснюється кінцева фаза [5] ДТП, формується конфліктна ситуація, яку пропонується назвати «Післяаварійна конфліктна ситуація» між зазначеним транспортним засобом та іншими учасниками процесу дорожнього руху, які перебували в «руйнівній конфліктній ситуації»;

- зазнаючи зміни, дорожньо-транспортна ситуація у вигляді ДТП перетворюється у нову, де припиняється рух учасників дорожнього руху (або учасника), які не мають на поточний момент відповідні обсяги кінетичної

енергії, зазначені учасники дорожнього руху вибувають зі складу процесу дорожнього руху і стають нерухомими перешкодами у дорожній обстановці руху, - формується «деградація конфліктної ситуації» між зазначеним транспортним засобом та іншими учасниками процесу дорожнього руху, які знаходяться в «післяаварійній конфліктній ситуації». Сформульовані етапи здійснення ДТП, у процесі дорожнього руху, дозволили ввести ряд понять, які відображають послідовну зміну природи конфлікту у пригоді, у вигляді процесу поетапного переходу конфлікту в просторі та часі у відповідні дорожньо-транспортні ситуації. «Процес здійснення ДТП» — це поява та послідовний розвиток у просторі і часі конфлікту між учасниками дорожнього руху, в рамках відповідних конфліктних ситуацій. Тобто, процес здійснення ДТП, за проведеним аналізом, можна продемонструвати у вигляді послідовного розвитку конфлікту між учасниками дорожнього руху за відповідними ситуаціями:

- «правова конфліктна ситуація»;
- «геометрична конфліктна ситуація»;
- «передаварійна конфліктна ситуація»;
- «аварійна конфліктна ситуація»;
- «руйнівна конфліктна ситуація»;
- «післяаварійна конфліктна ситуація»;
- «деградація конфліктної ситуації».

Зазначений процес послідовної зміни конфліктних ситуацій має особливість, яка розкривається у певних його етапах, що мають властивість оборотності або незворотності:

- оборотний етап розвитку конфлікту між учасниками дорожнього руху включає в себе: «правову конфліктну ситуацію», «геометричну конфліктну ситуацію», «перед аварійну конфліктну ситуацію»;

- незворотний етап розвитку конфлікту між учасниками дорожнього руху включає в себе: «аварійну конфліктну ситуацію», «руйнівну конфліктну ситуацію», «післяаварійну конфліктну ситуацію», «деградацію конфліктної ситуації».

Схема процесу здійснення ДТП приведена на рис. 1.

Оборотний етап розвитку конфлікту між учасниками дорожнього руху розкриває сутність безпеки руху на рівні попередження виникнення ДТП, незворотний етап розкриває сутність безпеки руху на рівні зниження тяжкості, відбувшись ДТП.

Поняття безпеки руху має враховувати всі зазначені етапи процесу здійснення ДТП, у класичному розумінні з цих етапів в аварійності враховується тільки факт механічних взаємодій учасників дорожнього руху та масштаби викликаної матеріальної (соціальної) шкоди. Поняття безпеки руху необхідно орієнтувати на попередження виникнення і розвитку першого етапу здійснення процесу ДТП, зниження інтенсивності і часу розвитку другого етапу. Пропонується наступне формулювання поняття: «безпека руху — відсутність у процесі дорожнього руху можливості виникнення аварійної конфліктної ситуації з відповідним її розвитком до руйнівної

конфліктної ситуації, шляхом послідовного попередження розвитку перед аварійній конфліктної ситуації, геометричній конфліктної ситуації і правової конфліктної ситуації з відповідним попередженням виникнення останньої, а також зменшення інтенсивності розвитку конфлікту в аварійній, руйнівній, після аварійної конфліктних ситуаціях ».

Сформульоване поняття багаторядного транспортного потоку спільно з зазначеним поняттям безпеки руху дозволяє ввести поняття безпеки руху багаторядних транспортних потоків, пропонується наступне його визначення.

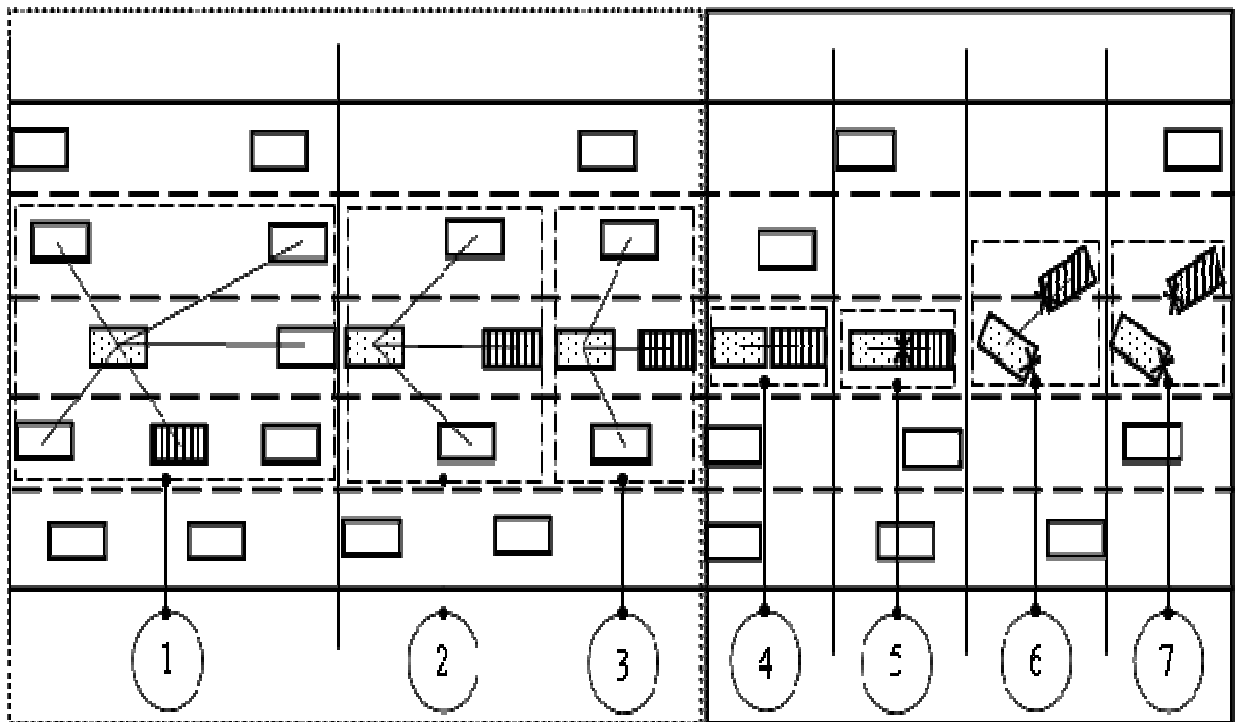


Рис. 1 - Схема розвитку конфлікту між учасниками дорожнього руху у процесі здійснення ДТП за відповідними ситуацій:

- 1 - область «правова конфліктна ситуація»; 2 - область «геометрична конфліктна ситуація»; 3 - область «перед аварійна конфліктна ситуація»; 4 - область «аварійна конфліктна ситуація»; 5 - область «руйнівна конфліктна ситуація»; 6 - область «Після аварійний конфліктна ситуація»; 7 - область «деградація конфліктної ситуації».

«Безпека руху багаторядних транспортних потоків — це відсутність у процесі руху сукупності транспортних засобів, які рухаються в одному напрямку з послідовним розташуванням транспортних засобів у відповідних рядах руху на ділянці дороги певної довжини, можливості виникнення аварійної конфліктної ситуації з відповідним її розвитком до руйнівної конфліктної ситуації, шляхом послідовного попередження розвитку передаварійної конфліктної ситуації, геометричної конфліктної ситуації і правової конфліктної ситуації з відповідним попередженням виникнення останньої, а також зменшення інтенсивності розвитку конфлікту в аварійних, руйнівних, після аварійних конфліктних ситуаціях ».

Запропоноване поняття безпеки руху багаторядних транспортних потоків спільно з зазначеної понятійної базою дозволяє сформулювати

чотири методи забезпечення безпеки руху багаторядних транспортних потоків у вигляді методологічних теоретичних основ подальшого вирішення сформульованої наукової проблеми щодо забезпечення безпеки руху багаторядних щільних транспортних потоків:

- метод 1 «забезпечення безпеки руху багаторядних транспортних потоків досягається шляхом попередження у процесі руху сукупності транспортних засобів, які рухаються в одному напрямку з послідовним розташуванням транспортних засобів у відповідних рядах руху на ділянці дороги певної довжини, можливості виникнення аварійної конфліктної ситуації з відповідним її розвитком до руйнівної конфліктної ситуації »;

- метод 2 «забезпечення безпеки руху багаторядних транспортних потоків досягається шляхом попередження у процесі руху сукупності транспортних засобів, які рухаються в одному напрямку з послідовним розташуванням транспортних засобів у відповідних рядах руху на ділянці дороги певної довжини, можливості виникнення перед аварійній конфліктної ситуації з відповідним її розвитком до аварійної конфліктної ситуації »;

- метод 3 «забезпечення безпеки руху багаторядних транспортних потоків досягається шляхом попередження у процесі руху сукупності транспортних засобів, які рухаються в одному напрямку з послідовним розташуванням транспортних засобів у відповідних рядах руху на ділянці дороги певної довжини, можливості виникнення геометричній конфліктної ситуації з відповідним її розвитком до передаварійній конфліктної ситуації»;

- метод 4 «забезпечення безпеки руху багаторядних транспортних потоків досягається шляхом попередження в процесі руху сукупності транспортних засобів, які рухаються в одному напрямі з послідовним розташуванням транспортних засобів у відповідних рядах руху на ділянці дороги певної довжини, можливості виникнення правової конфліктної ситуації з відповідним її розвитком до «геометричної конфліктної ситуації ».

Деякі автори вводять поняття небезпеки руху [6] і потенційну небезпеку руху [6] у вигляді існуючої, або прогнозованої сукупності негативних явищ, які можуть призводити до виникнення ДТП.

Небезпека відображає можливість перетворення наявної дорожньо-транспортної ситуації, яка склалася у результаті змін у дорожньому русі, у рамках оборотного етапу процесу здійснення ДТП.

За запропонованим загальним формулюванням чотирьох методів формуються відповідні напрями подальшого дослідження у вирішенні наукової проблеми.

Висновки.

Сформульовано методологічні основи досліджень безпеки руху транспортних потоків на автомобільних дорогах загального користування державного значення.

Сформульовано чотири методи забезпечення безпеки руху багаторядних транспортних потоків, які передбачають послідовно попереджати виникнення і розвиток конфліктних ситуацій оборотного етапу процесу здійснення ДТП в рамках: «аварійної конфліктної ситуації», «перед аварійної конфліктної ситуації», «геометричної конфліктної ситуації» і «правової конфліктної ситуації».

Література

1. Бабков, В. Ф. Сучасні автомобільні магістралі / В. Ф. Бабков. - Москва: Транспорт, 1974. – 279 с.
2. Дмитриченко, М. Ф. Системологія на транспорті Кн. IV: Про організацію дорожнього руху / Е. В. Гаврилов, М. Ф. Дмитриченко, В. К. Доля та ін. - Київ : Знання України, 2005. – 452 с.
3. Дрю, Д. Теорія транспортних потоків і управління ними / Д. Дрю. – Москва: Транспорт, 1972. – 424 с.
4. ДСТУ 2935-94 Безпека дорожнього руху. Терміни та визначення. – Київ: Держстандарт України, 1994. – 16 с.
5. Іларіонов, В. А. Експертиза дорожньо-транспортних подій / В. А. Іларіонов. – Москва: Транспорт, 1989. – 255 с.
6. Шештокас, В. В. Конфліктні ситуації і безпеку руху в містах / В. В. Шештокас, Д. С. Самойлов. - Москва: Транспорт, 1987. – 207 с.

РОЗУМНІ ДОРОГИ І ПЕРЕХРЕСТЯ ДЛЯ РОЗУМНОГО ТРАНСПОРТУ

Ляшенко Олена, студентка Т-31-18
Бажинов Ан. В., канд. техн. наук, доц.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, щорічно в результаті дорожньо-транспортних аварій помирає більше 1,25 млн осіб. До 2030 року ДТП можуть стати сьомою за значимістю причиною смерті. Самокеровані автомобілі можуть докорінно змінити цю статистику. Вони зможуть обходитися без світлофорів, дорожньої розмітки та смуг руху. Такий транспорт дозволить усунути одну з головних причин ДТП — людський фактор. Для самокерованого транспорту необхідно проектувати розумну дорожню інфраструктуру.

Дорогу самокерованим автомобілям. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, щорічно в результаті дорожньо-транспортних аварій помирає більше 1,25 млн осіб. Дорожньо-транспортні травми є основною причиною смерті молодих людей у віці 15-29 років. Крім того, ДТП обходяться більшості країн у 3 % їх валового внутрішнього продукту. Згідно з прогнозами, за відсутності послідовних контрзаходів ДТП 2030 р. стануть сьомою за значимістю причиною смерті. Дорожньо-транспортний травматизм можна попереджати, вважають експерти ВООЗ. Урядам необхідно вживати заходів для забезпечення безпеки на дорогах, серед яких - проектування безпечнішої інфраструктури. Аналітики міністерства транспорту США припустили, що країна могла б щорічно економити \$ 340 млрд втрат ВВП, викликаних дорожніми аваріями. Кількість аварій при цьому значно скоротилася б. Наприклад, у 2015 році в США третина аварій сталася через п'яних водіїв, а кожна десята — через неувважність водіїв. У результаті 25 тис. людей загинули. У 2016 році в ДТП в США загинули 40 тис. чоловік.

За прогнозами аналітиків, 5 % світового ВВП, або \$ 5,6 трлн , дозволять щорічно економити самоврядні автомобілі за умови 100 % поширення. Для здійснення цієї мети необхідно перетворити звичайні дороги у складні технічні споруди, підключити до них об'єкти дорожньої інфраструктури, налагодити «спілкування» між автомобілями. Це дозволить викорінити пробки, усунути ДТП, оптимізувати паркувальний простір, підвищити рівень міської безпеки і зробити пересування доступним навіть для інвалідів.

За допомогою автономних систем управління машина не просто підказує водієві, які маневри краще зробити, а сама приймає рішення, отримуючи дані по системі V2V. Самоврядні автомобілі зможуть обходитися без світлофорів, дорожньої розмітки та смуг руху. Усі знаки будуть являти собою інтегровані у дорожню інфраструктуру підключені пристрої. Дороги для машин з автопілотом будуть являти собою складні технічні споруди.

Обмін даними між автомобілями дозволить оптимізувати дорожні потоки і скоротити час простою в пробках.

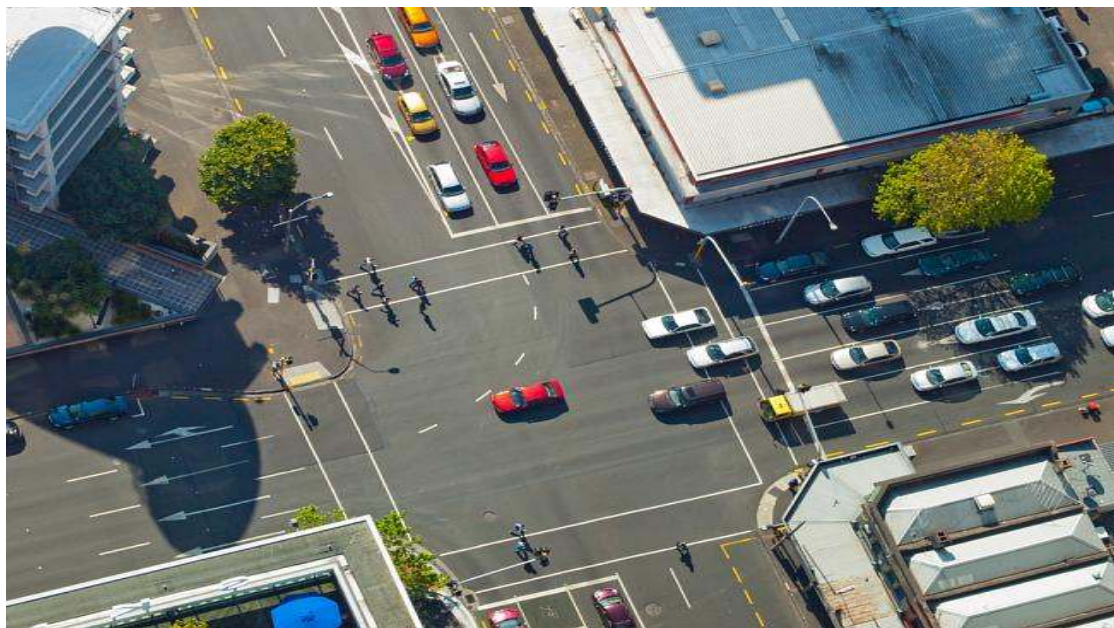


Рис. 1 – Перехрестя

Майбутнє розумних перехресть. Senseable City Lab у співпраці зі Швейцарським технологічним інститутом і Італійським національним дослідницькою радою розробили технологію, завдяки якій традиційні світлофори можуть зникнути. Їх замінять датчики в автомобілях і близько пішохідних доріжок. Транспорт, оснащений датчиками, на перехрестях обмінюється інформацією з пішохідними доріжками та іншими машинами, розраховується безпечну відстань. Тому машинам не доведеться стояти в очікуванні зеленого сигналу світлофора. У щільних міських районах система враховує потреби велосипедистів та пішоходів, чи буде простір ефективно розмежовано. У березні 2016 року вчені з Массачусетського технологічного інституту (MIT) пропонують позбутися від світлофорів. Дослідники готують альтернативу цим пристроям. Зараз вчені розробляють концепцію дорожньої мережі на основі тимчасових слотів. Такий тимчасовий слот, як в авіації, виділяється кожному транспортному потоку. Обов'язкова умова для роботи подібної «розумної» магістралі полягає в тому, що всі автомобілі в потоці повинні бути «підключеними». Завдяки мережевим технологіям, кожна машина отримує від системи управління дорожньої мережі інформацію про дотримання необхідної швидкості, з якою він приїде до призначеного перехрестя у заброньований для нього час.

Система управління синхронізує дані з автомобілів у потоці, які рухаються в одному напрямку, і тому безпомилково виділяє слоти для кожного учасника руху. Технології, що застосовуються в авіації, на думку вчених, дозволять значно знизити рівень травматизму на дорогах через людський фактор, скоротити викиди шкідливих речовин в атмосферу за рахунок скорочення часів простою машин у пробках та інше.

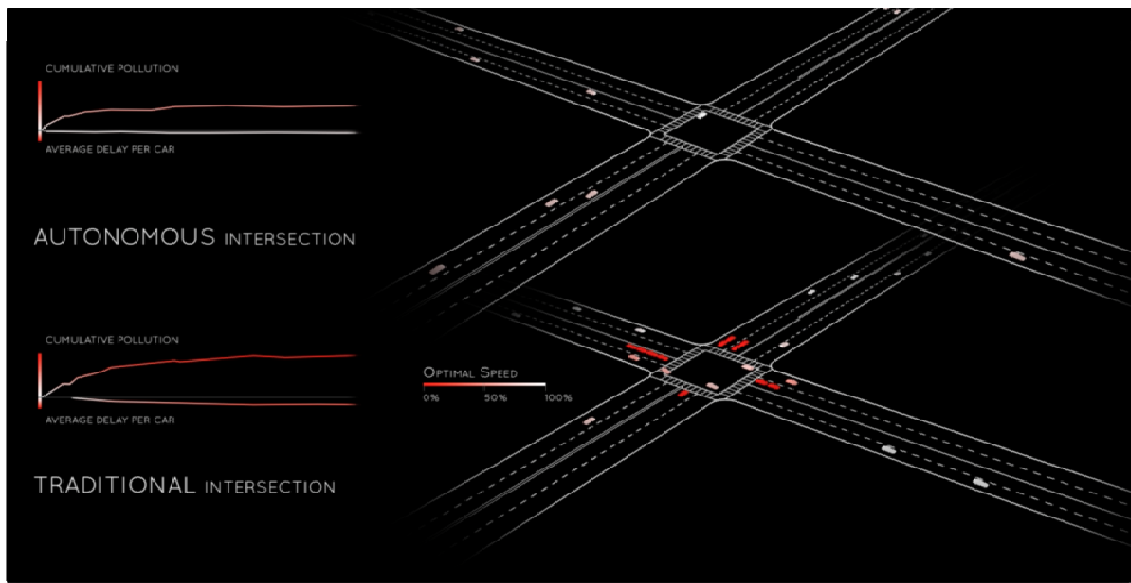


Рис. 2 – Порівняння типів регулювання перехресть

У жовтні 2018 року компанія Honda представила «Smart Intersection» — нову технологію зв'язку для взаємодії автомобіля з навколишнім середовищем, покликану запобігти більшості зіткнень на перехрестях.

Це одна з перших технологій типу V2X (vehicle-to-everything) для реальних дорожніх умов.

Пілотний проект був розроблений у співпраці з владою міста Мерісвілл, яка перейнялася тим, що 40 % від усіх аварій відбуваються саме на перехрестях, і в них гинуть 20 % усіх жертв дорожньо-транспортних пригод у США.

Технологія «Smart Intersection» використовує передове програмне забезпечення, яке зв'язується з системою камер за допомогою функцій зв'язку.

Усе це дозволяє автомобілям «бачити» крізь стіни і будівлі у будь-яких погодних умовах, щоб ідентифікувати загрозу потенційного зіткнення та попередити про це водія.

Чотири камери, розташовані над світлофорами по кутах перехрестя, знімають зображення дороги з висоти, фіксуючи транспортні засоби та пішоходів на відстані до 100 метрів.

Софт для обробки зображення створює 360-градусну картину перехрестя з усіма рухомими об'єктами і передає її всім автомобілям по коротковолновому сигналу.

Інтелектуальні системи бортового комп'ютера розшифровують отриману інформацію і при необхідності попереджають водіїв про можливі загрози за допомогою звукових або візуальних сигналів, допомагаючи тим самим уникнути зіткнення.

Література

1. Алексєєв А. А. Автоматизація процесу об'їзду перешкод автотранспортним засобом: автореферат / А. А. Алексєєв. - М, 2013. – 25 с.
2. Ярова М. Запорізькі розробки розумного автомобіля [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://ain.ua/2016/>.
3. Технології майбутнього [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://habrahabr.ru/>.

ЗМЕНШЕННЯ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ У ЦЕНТРАЛЬНИХ ЧАСТИНАХ МІСТ

Онопрієнко Д. М., студент гр. Т-32-18
Засядько Д. В., ас. каф. ОіБДР

Розвиток автомобільного транспорту окрім безумовно позитивних для суспільства переваг приносить також і багато проблем, однією з яких є транспортні затори у великих містах. Причини транспортних заторів є різноманітними: нестача пропускної спроможності певних ділянок вулично-дорожньої мережі, недоліки у організації дорожнього руху, недоліки містобудівного характеру, зокрема у транспортному плануванні міста. Значна кількість великих міст мають радіальну або радіально-кільцеву планувальну схему [1]. Перевагами такої схеми є можливість порівняно швидко дістатися центральної частини міста з периферійних районів [1]. Недоліком такої схеми є те, що через центр міста проходять також транзитні потоки, тобто, ті транспортні кореспонденції, для яких центр міста не є ані місцем виникнення, ані місцем призначення. І частка таких кореспонденцій може сягати 70% [2]. Ситуація ускладнюється також тим, що зазвичай центр міста має давню історичну забудову, через що його вулиці мають недостатню ширину та пропускну спроможність. Крім того, ця пропускна спроможність додатково знижена через припарковані вздовж тротуарів автомобілі.

Шляхи розв'язання проблеми транспортних заторів у центрі міста можна умовно розділити на п'ять груп [3]:

- а) збільшення пропускної спроможності наявних вулиць та побудова нових проїздів;
- б) зниження інтенсивності транспортних потоків через заборону чи обмеження в'їзду у центр міста та паркування у ньому певним категоріям транспортних засобів за певними критеріями;
- в) удосконалення організації дорожнього руху у місті без побудови нових доріг та обмежень в'їзду;
- г) удосконалення міського пасажирського транспорту;
- д) комбінація вищезгаданих груп заходів.

Нажаль, кожна з цих груп заходів має свої складності в реалізації. Так, розширення проїжджої частини вулиць у центрі часто неможливе через необхідність знесення або переміщення будівель, які є історичною цінністю. Обмеження у пересуванні автомобілем у центрі міста погіршує соціальну та бізнесову активність, що негативно впливає на економічні показники.

Одним зі шляхів зниження транспортного навантаження на центр міста у містах з радіальним та радіально-кільцевим транспортним плануванням є створення транспортних кілець саме навколо центру, іноді у вигляді естакад, а також діаметрально розташованих естакад, які беруть на себе основні транзитні відносно центру міста транспортні потоки, що надходять до центру по радіальних магістральних вулицях [4]. У даному випадку критерієм віднесення певної ділянки території міста до центральної частини окрім

географічного розташування та ділової активності є також наявність транспортних заторів та проблем із паркуванням [4, 5].

При побудові таких естакад або наземних транспортних кілець основними питаннями є вибір місць розташування цих транспортних зв'язків та потрібна пропускна спроможність цих ділянок. Вибір місць проходження ділянок кільця чи естакад є комплексною проблемою, оскільки потребує залучення фахівців не лише з організації дорожнього руху, але й геодезистів, архітекторів, та ін.

У загальному випадку бажано розміщувати ці транспортні кільця якомога ближче до центру міста, оскільки при цьому зменшуються пробіги автомобілів та час пересування між діаметрально розташованими периферійними районами у порівнянні з пересуванням по кільцевій дорозі, що розташована далеко від центра (див. рис. 1).

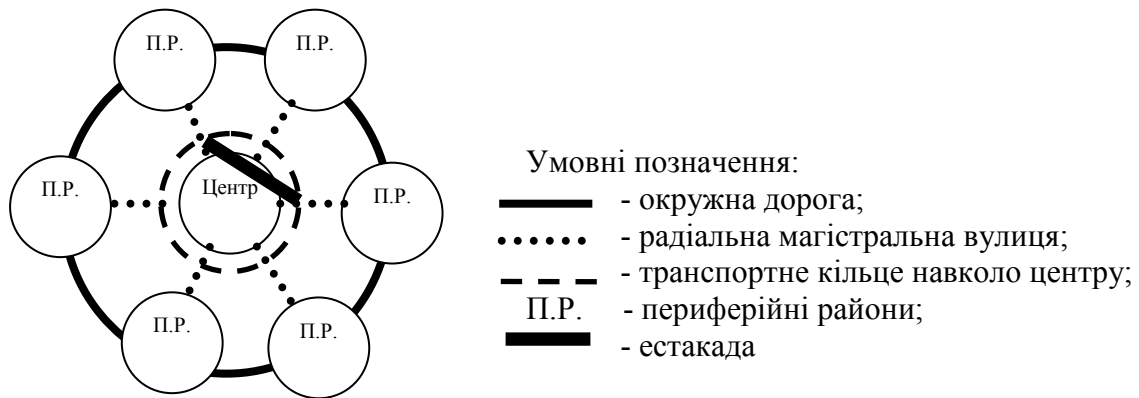


Рисунок 1 – Планувальна схема міста

Величина необхідної пропускної спроможності майбутньої дороги визначає потрібну ширину її проїжджої частини, що в свою чергу, впливає на кошторис будівництва та вірогідну необхідність знесення або переміщення навколишніх будівель та інших споруд у місті.

Для визначення величини необхідної пропускної спроможності кожної майбутньої кільцевої ділянки необхідно заздалегідь розрахувати величину максимальної інтенсивності транспортних потоків на ділянках та передбачити певний запас пропускної спроможності задля уникнення заторів на цих ділянках при подальшому зростанні автомобілізації. Пропонується це проводити у чотири етапи:

1. Обстеження сучасного стану вулично-дорожньої мережі та транспортних потоків на ній.
2. Визначення величини транзитних відносно центральної частини міста транспортних потоків, розрахунок величин та напрямків транзитних транспортних кореспонденцій.
3. Створення моделі транспортної мережі з урахуванням нових майбутніх ділянок.

4. Розрахунок інтенсивності транспортних потоків на майбутніх кільцевих ділянках та визначення необхідної пропускної спроможності та ширини проїжджої частини кожної ділянки.

Збирання інформації щодо поточного стану та топології вулично-дорожньої мережі проводиться за допомогою аерофотозйомки, відеозйомки під час руху ділянками мережі та за допомогою пересувних (ходових) лабораторій [6]. Визначення параметрів транспортних потоків робиться за допомогою натурних спостережень у ключових місцях вулично-дорожньої мережі (на перерізах основних вулиць, на важливих перехрестях, тощо). Рекомендується використовувати детектори транспорту різних типів [7].

Для спрощення першого етапу досліджень пропонується змінити підхід до представлення вулично-дорожньої мережі та подальшого її моделювання. Модель вулично-дорожньої мережі створюємо за допомогою теорії графів. Мережу можна представити як плоский орієнтований граф [2], вершинами якого є перехрестя або умовні центри тяжіння транспортних районів, а ребрами графа є ділянки вулиць та доріг.

Оскільки нас цікавлять лише ті транспортні кореспонденції, маршрути яких проходять транзитом через центр міста, то немає сенсу створювати точну модель транспортної мережі з відображенням у моделі всіх перехресть, ділянок доріг та окремих транспортних районів чи вузлів, оскільки це збільшує складність отримання вихідних даних для подальших розрахунків при побудові моделі мережі, але не впливає значною мірою на точність моделювання. Тож слід створити укрупнену модель транспортної мережі, виділивши в ній периферійні транспортні райони, основні магістральні вулиці, транспортні кільця (наявні та проєктовані) та центральну частину як елементи моделі. При цьому навколо кожної радіальної магістральної вулиці формується свій укрупнений периферійний транспортний район. Розташування умовних узагальнених центрів транспортного тяжіння кожного периферійного району розраховується за середньозваженими координатами локальних центрів транспортного тяжіння (паркінгів, великих магазинів, громадських закладів, житлових забудов, тощо). Межами укрупнених периферійних районів можуть бути природні перешкоди (річки, паркові зони, тощо) та умовні лінії, які проходять еквідистантно від суміжних радіальних магістральних вулиць [2]. Межею центральної частини міста в даній задачі можна вважати умовну лінію, яка охоплює діловий центр міста, та за якою спостерігаються транспортні проблеми із паркуванням автомобілів та значне збільшення коефіцієнту завантаженості дороги рухом [8].

На другому етапі визначаємо ємності периферійних транспортних районів та центральної частини міста по відправленню та прибуттю транспортних засобів. Для периферійних районів ємність по відправленню дорівнюватиме інтенсивності транспортних потоків, які виїжджають з району по його основній радіальній магістральній вулиці у напрямку центру міста, а ємність по прибуттю дорівнюватиме інтенсивності транспортних потоків у зворотному напрямку. Для центру міста ємності можна визначити у

непрямий спосіб як різницю між сумарною інтенсивністю транспортних потоків, що входять у центр та сумарною інтенсивністю транспортних потоків, що виходять із центру міста. Оскільки інтенсивності транспортних потоків протягом доби змінюються відповідно до ритму людського життя, то вимірювання інтенсивностей та розрахунки транспортних ємностей треба виконувати окремо для вранішнього та вечірнього пікових періодів.

На схемі вулично-дорожньої мережі визначаємо маршрути, якими здійснюються транспортні кореспонденції між всіма периферійними районами та між периферійними районами та центром міста, позначаємо ті кореспонденції, маршрути яких проходять через центр міста. Для розрахунку маршрутів використовуємо теорію графів та алгоритм Дейкстри [9].

Матрицю транспортних кореспонденцій, тобто таблицю значень кореспонденцій між окремими периферійними районами та периферійними районами та центром міста можна розрахувати за допомогою гравітаційної моделі [10], згідно з якою величина кореспонденції залежить від транспортних ємностей пари районів відправлення та прибуття та від т. зв. функції транспортного тяжіння [11], яка в свою чергу, відображає залежність величини транспортної кореспонденції від відстані між районом відправлення та прибуття, часу на пересування та інших факторів.

На третьому етапі у модель додаються ребра графа, які відповідають майбутнім проєктованим ділянкам транспортного кільця та(або) естакадам. Місця розташування ділянок та їхня довжина визначаються у кожному випадку окремо та з урахуванням локальних містобудівних та геодезичних особливостей, які обумовлюють можливість побудови цих ділянок. На цьому етапі можна розробити декілька варіантів розташування ділянок.

На четвертому етапі виконується розрахунок нових потенційних маршрутів реалізації транспортних кореспонденцій з урахуванням майбутніх ділянок та розподілення елементів матриці транспортних кореспонденцій по цих маршрутах, і врешті, підрахунок суми кореспонденцій на кожній ділянці транспортного кільця чи естакади. Значення інтенсивності транспортних потоків на майбутніх проєктованих ділянках визначаються як сума транспортних кореспонденцій, маршрути яких проходять через дану ділянку.

Таким чином, задача зменшення транспортного завантаження у центральних частинах міст з радіальним транспортним плануванням може бути вирішена не лише шляхом обмеження в'їзду в центр, але й шляхом відведення транзитних відносно центру транспортних кореспонденцій за допомогою транспортного кільця, розташованого якомога ближче до центру та (або) естакад. А потрібну пропускну спроможність майбутніх ділянок можна розрахувати із використанням теорії графів та гравітаційної моделі для розрахунку матриці транспортних кореспонденцій.

Література

1. Поліщук В. П. Транспортне планування міст / В. П. Поліщук, О. В. Красильнікова, О. П. Дзюба / Київ:Знання України, 2014. - 371 с.
2. Засядько Д. В. Оценка транспортных корреспонденций, проходящих через центр города / Д. В. Засядько // "Транспорт, экология - устойчиво развитие" XIII научно-техническа конференция с международно участие. Сборник доклади. Ековарна 2017, Варна, Болгария. - С. 69-74
3. Вучик В. Р. Транспорт в городах, удобных для жизни // Вукан Вучик. М: Территория будущего. 2011. –576с.
4. Гецович Е. М. Транспортное районирование мегаполисов / Гецович Е. М., Засядько Д. В., Холодова О. А. // Вестник ХНАДУ, вып. 50, 2010, Харьков:ХНАДУ, 2010. – С. 7-11
5. Гецович Е. М. Методика определения потребной вместимости паркингов в мегаполисе / Гецович Е. М., Холодова О. А. // Вестник ХНАДУ. 2009. №47, Харьков:ХНАДУ, 2009. С. 34-39.
6. Смолянчук Р. В. Сучасні пересувні лабораторії для оцінки споживчих властивостей автомобільних доріг // Проектування, будівництво та експлуатація нежорстких дорожніх одягів. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, яка присвячена 80-річчю ХНАДУ та дорожньо-будівельного факультету. – Харків: ХНАДУ. – С. 138 – 146.
7. Кір'янов О. Ф., Мороз М. М. Інформаційні технології на автомобільному транспорті: навчальний посібник. Кременчук, Кременчуцький національний університет ім. М.Остроградського, 2013. – 300 с.
8. Холодова О. О. Определение границ центральной деловой части на транспортной сети города / О. О. Холодова, Н. О. Семченко, О. С. Левченко // XXVI научно-техническа конференция с международно участие. Сборник доклади. Том 27 част 1 / Варна (България):Издательство ТУ Варна, 2020. – С. 18-21
9. Jesse Russell, Ronald Cohn Алгоритм Дейкстры, М:Bookvika publishing, 2012. – 112 с.
10. Hansen, W. G. Evaluation of gravity model trip distribution procedures. Highway research board bull. 347, 1962. - pp. 67-76
11. Якимов М. Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография / М.Р. Якимов. – М.: Логос, 2013. – 188 с.

АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ДОРОЖНІМ РУХОМ

Партола Д. А., студент гр. Тд-51-20
Капінус С. В., канд. техн. наук, доц.

Різке збільшення кількості транспортних засобів, обсягів вантажоперевезень, а також постійно змінювана обстановка на вулично-дорожній мережі (ВДМ) призводить до погіршення пропускної здатності ВДМ, зниження швидкості руху транспорту, появи заторових ситуацій і погіршення екологічної обстановки в місті. У комплексі заходів, спрямованих на вирішення завдання забезпечення безпеки дорожнього руху в місті, одне з провідних місць займає автоматизація управління дорожнім рухом.

Автоматизована система управління дорожнім рухом (АСУДР) повинна забезпечувати збір, зберігання і обробку інформації про стан вулично-дорожньої мережі, технічних засобах організації дорожнього руху (ТЗОДР), транспортних потоках і оптимальне управління цими потоками. АСУДР за специфікою вирішуваних завдань можна розділити на кілька рівнів.

Інформаційний рівень — збирання та зберігання інформації про ВДМ міста з дислокацією ТЗОДР (дорожні знаки, світлофори), розмітки та елементів інженерного облаштування дороги, дорожньо-транспортних пригодах та інші правопорушення.

Операційний рівень — обробка оперативних даних про стан ВДМ, технічних засобах організації дорожнього руху, аварійності та ін.

Управлінський рівень — рішення задач експертизи дислокації ТЗОДР, завдань локального, оптимального і координованого управління транспортними потоками, завдань логістики і т.п. [1].

Неможливо уявити АСУДР без технічних засобів організації дорожнього руху.

Технічні засоби організації руху за їх призначенням можна розділити на дві великі групи. До першої відносяться технічні засоби, що безпосередньо впливають на транспортні та пішохідні потоки з метою формування їх необхідних параметрів. Це – дорожні знаки, дорожня розмітка, світлофори і напрямні пристрої. До другої групи належать засоби, що забезпечують роботу засобів першої групи за заданим алгоритмом. Це – дорожні контролери, детектори транспорту, засоби обробки і передачі інформації, обладнання керуючих пунктів АСУДР, засоби диспетчерського зв'язку і т. д. Характер впливу технічних засобів першої групи на об'єкт управління може бути двояким. Некеровані дорожні знаки, розмітка проїжджої частини і напрямні пристрої забезпечують постійний порядок руху, змінити який можна лише відповідною заміною цих засобів (наприклад, установкою іншого знаку або застосуванням іншого виду розмітки). Навпаки, світлофори і керовані дорожні знаки здатні

забезпечувати змінний порядок руху (по черзі пропуск транспортних потоків через перехрестя за допомогою сигналів світлофора або, наприклад, тимчасова заборона руху в якомусь напрямку шляхом зміни символу керованого знаку). Робота останніх пов'язана з використанням технічних засобів другої групи [2].

Основними показниками ефективності АСУДР є:

- час затримки транспортних засобів на перехрестях (в'їздах);
- число зупинок транспортних засобів на перехрестях
- витрати палива;
- середня швидкість руху транспортних засобів;
- пропускна здатність дорожньої мережі;
- рівень безпеки руху.

У той же час можна виділити основні керуючі параметри, використання яких в принципі можливо при світлофорному регулювання на перехресті:

- розподілення напрямків по фазах,
- послідовність фаз в циклі регулювання,
- тривалість циклу регулювання,
- структура проміжних тактів,
- тривалість фаз,
- величина зсуву [3, 4].

Результати проведеного порівняльного аналізу АСУДР наведені в таблиці 1 [5,6].

Таблиця 1 - Результати порівняльного аналізу АСУДР.

АСУ	Функції	Технічні засоби
1	2	3
КОМКО Н АСУДР	Здійснювати диспетчерське та координоване управління світлофорними об'єктами, контролювати їх режим роботи, виникнення несправностей і аварійних ситуацій.	Дорожні контролери, інформаційні табло, детектори транспорту і т.д., локальна обчислювальна мережа з виділеними серверами і робочими станціями
АСУДР «Зелена вулиця»	Адаптивне централізоване і локальне керування транспортними та пішохідними потоками; збору, накопичення та обробки статистичної інформації про транспортні потоки (класифікації за типами і інтенсивності); відеоконтролю обраного сегмента АСКДР в реальному часі; забезпечення пріоритетного пропуску громадського транспорту; забезпечення учасників дорожнього руху необхідною інформацією за допомогою табло і спеціалізованих знаків.	Мережевий програмно-апаратний комплекс, що складається з периферійних пристроїв (дорожні контролери, інформаційні табло, детектори транспорту і т.д.) і центру управління (локальна обчислювальна мережа з виділеними серверами і робочими станціями)

1	2	3
АСУ	автоматичної корекції тривалості дозвільних сигналів і часів координації групи світлофорних об'єктів в залежності від ситуації на магістралі.	Дорожні контролери, інформаційні табло, детектори транспорту і т.д., локальна обчислювальна мережа з виділеними серверами і робочими станціями
АСУДР "СТАРТ"	Автоматичне координоване управління світлофорними об'єктами. Координація полягає в організації узгодженої роботи світлофорів на суміжних перехрестях, при цьому за допомогою відповідних математичних моделей виконується багатокритеріальна оптимізація на мережі вулиць. Перемикання програм координації здійснюється за розкладом (за часом доби і дням тижня), або за параметрами транспортних потоків (адаптивно); Оперативне диспетчерське управління рухом транспорту в екстремальних ситуаціях, завдання спеціальних режимів світлофорного регулювання; Телевізійний нагляд за транспортною ситуацією в найбільш напружених вузлах дорожньо-вуличної мережі, в тому числі Оперативне виявлення дислокації і причин виникнення предзаторових і заторових ситуацій, Візуальна підтримка прийняття рішень при диспетчерському управлінні технічними засобами регулювання руху, Спостереження за оперативною обстановкою при проведенні спеціальних заходів, Контроль роботи співробітників ДПС та інших служб, Аналіз ДТП, надзвичайних ситуацій і інших змін умов руху транспорту за наявною відеоінформації. Автоматичний моніторинг транспортних потоків (збір та аналіз даних про інтенсивність, швидкості руху, зайнятості та складі потоку від різних детекторів транспорту); Автоматичне і оперативне диспетчерське управління рухом транспорту на швидкісних магістралях міста, в тому числі: Автоматичне координоване управління в'їздами і виїздами з метою забезпечення безперервного руху в основному напрямку, Автоматичне виявлення заторів і ДТП, Управління рухом в тунелях; Автоматизоване інформування учасників руху за допомогою динамічних інформаційних табло і керованих дорожніх знаків про дорожньо-транспортної ситуації, в тому числі про: Ускладненні дорожньо-транспортної ситуації	Дорожні контролери, інформаційні табло, детектори транспорту і т.д., локальна обчислювальна мережа з виділеними серверами і робочими станціями

	(ДТП, затори, дорожні роботи, проходження колон збиральної техніки) по ходу руху; Тимчасові зміни в організації дорожнього руху при проведенні масових заходів, операцій правоохоронних органів і т. п. Обмеження швидкості руху, в тому числі по метеорологічним причин; Контроль і діагностика периферійного обладнання та каналів зв'язку.	
АСУДР "КС"	Система забезпечує моніторинг стану керуючого обладнання та світлосигнальної апаратури, збір свідчень різних датчиків, а також координоване управління світлофорними об'єктами за річним графіком з урахуванням сезонних змін, днів тижня і часу доби і диспетчерське управління для проводок транспорту і розвантаження магістралей, дистанційну діагностику використовуваного обладнання, можливість формування звітів про роботу системи за будь-якими критеріями і ін.	Дорожні контролери, інформаційні табло, детектори транспорту і т.д., локальна обчислювальна мережа з виділеними серверами і робочими станціями

В умовах постійного зростання інтенсивності руху автомобільного транспорту, на магістральних вулицях міст знижується ефективність організації руху існуючими методами управління потоками. Сьогодні дуже важливо впровадження нових, більш гнучких систем управління.

Очевидно, що основною метою застосування будь-якого із способів світлофорного регулювання (будь то жорстке програмне або гнучке адаптивне регулювання) є досягнення мінімальних затримок автомобілів в процесі руху по вулично-дорожньої мережі міст.

З цим пов'язані такі позитивні моменти: по-перше, менше значення затримок автомобілів на кожному з перехресть дозволяє водіям заощадити деякий час при пересуванні; по-друге, менший час пересування сприяє менших витрат паливно-мастильних матеріалів (ПММ), і, перш за все, палива; по-третє, зниження витрат ПММ сприяє зниженню викидів отруйних газів, токсичних та інших забруднюючих речовин в атмосферу, що сприяє зниженню захворюваності населення і т.д.

Очевидно, що якщо врахувати всі перераховані плюси, то в кінцевому підсумку ми добиваємося реального економічного ефекту у вигляді зниження різних витрат.

Розроблені в 80-х роках минулого століття автоматизовані системи управління дорожнім рухом (АСУДР), свого часу за технічними характеристиками відповідали світовому рівню, але з тих пір транспортна ситуація в містах кардинально змінилася, різко підвищився рівень автомобілізації. Застарілі технології управління вже не можуть впоратися з виросли в кілька разів транспортними потоками. Розвинені країни зіткнулися зі зростанням автомобілізації раніше і знайшли відповідь – це АСУДР, засновані на принципах мережевого адаптивного управління [3,6].

Мережеве адаптивне управління передбачає автоматичний моніторинг характеристик транспортних потоків за допомогою детекторів транспорту і автоматичний розрахунок керуючих параметрів світлофорної сигналізації. Численні дослідження, проведені в країнах Євросоюзу, підтвердили більш

високу ефективність систем, заснованих на принципах мережевого адаптивного управління в порівнянні з системами, заснованими на жорсткому регулюванні.

Обставинами, що перешкоджає впровадженню нових технологій управління на базі вже існуючих «традиційних» вітчизняних систем, є спочатку закладена їхня функціональна обмеженість, вузькоспеціалізована орієнтованість ліній зв'язку та природний знос устаткування. Підтримка в працездатному стані систем з вузькоспеціалізованим способом передачі даних обмежує можливості гнучкого застосування всього спектру сучасних стандартних комунікаційних технологій. Воно стає не виправдано дорогим і обмежує можливості нарощування функціональності системи.

У той же час, не дивлячись на високу ступінь опрацювання технічних рішень зарубіжних систем, стримуючими їх застосування факторами є висока вартість обладнання та програмних засобів, орієнтованість на повну заміну існуючого вітчизняного парку периферійних контролерів, закритість зарубіжних систем для їх подальшого розвитку та супроводу силами вітчизняних колективів.

Література

1. ГОСТ 24.501-82 «Автоматизированные системы управления дорожным движением. Общие требования». [Действующий от 1983-01-01]. Москва: Стандартинформ, 2009. 5 с.
2. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения / Учеб. для вузов. - М.: Транспорт, 1995. - 255 с.
3. Печерский М. П., Хорович В. Г. Автоматизированные системы управления дорожным движением в городах. М.: Транспорт, 1979. 176 с.
4. Капитанов В.Т., Хилажев Е.Б. Управление транспортными потоками в городах. – М.: Транспорт, 1985 – 94с.
5. Полищук В. П. Проектирование автоматизированных систем управления движением на автомобильных дорогах / В. П. Полищук, Б.М. Четверухин. - К.: КАДИ, 1983. – 95 с.
6. Петров В. В. Автоматизированные системы управления дорожным движением в городах: учебное пособие. Омск: Изд-во СиБАДИ, 2007. 104 с.

ЗДІЙСНЕННЯ АУДИТУ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ДІЛЯНКАХ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ

Дуплякін М., студент гр. Тд-51-20
Абрамова Л. С., проф., д.т.н.

Концепція аудиту дорожньої безпеки вперше виникла у 80-х роках ХХ століття у Великобританії на підставі розвитку методів розслідування ДТП і практики їх усунення, а також послідовних змін законодавства, які дозволяли дорожнім службам здійснювати необхідні заходи щодо зниження ризиків виникнення ДТП. Висока результативність аудиту дорожньої безпеки сприяла розповсюдженню цього методу в багатьох державах: США, Великобританії, Канаді, Данії, Нідерландах, Сінгапурі, Новій Зеландії, Австралії, ПАР.

В багатьох країнах північної Європи офіційно термін «аудит дорожньої безпеки» не прийнято, втім, супроводження контролю за параметрами автомобільних доріг, починаючи від стадії проектування до стадії їх експлуатації містить в собі усі елементи аудиту. Досвід закордонних країн, в яких виконується аудит дорожньої безпеки, свідчить про доцільність проведення такої роботи, адже в цих країнах, згідно міжнародної статистики найбезпечніші автомобільні дороги, а в регіонах, де тільки-но розпочинають застосовувати аудит, спостерігається стабільне зниження рівня аварійності на дорогах.

Провідними країнами СНД стосовно впровадження аудиту дорожньої безпеки в автомобільно-дорожній галузі являються Росія і Україна, втім існуючий стан його розвитку на значно нижчому рівні порівняно з іншими країнами, в яких застосовується ця процедура. Так в Україні у 2012 році державним підприємством «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» розроблено галузевий документ М 03450778 – 700:2012 «Методика проведення аудиторських перевірок з безпеки дорожнього руху на стадії експлуатації автомобільних доріг загального користування». Але ці документи мають сферу обмеженого застосування, так як концепція аудиту передбачає отримання оцінки безпеки дорожнього руху (БДР) не тільки на стадії експлуатації, але і на всіх стадіях «життєдіяльності» дороги - від проектування до експлуатації.

На підставі цього розроблено стратегію проведення аудиту безпеки дорожнього руху (АБДР) на автомобільних дорогах, яка передбачає проведення аналізу з оцінкою БДР ділянок дороги на різних стадіях для розробки заходів щодо підвищення безпеки на них.

Принципова відмінність аудиту від існуючої оцінки БДР (таблиця 1) полягає в системному підході вирішення поетапних завдань із застосуванням спеціальних методик визначення необхідних параметрів умов руху, які впливають на безпеку. Аудит проводиться фахівцями інжинірингу БДР незалежно від проектувальників і замовників дороги з обов'язковим обговоренням результатів на розширених засіданнях при участі фахівців

центру організації ДР в області та представників ДАІ. До відмітних особливостей проведення аудиту належить визначення оцінки БДР з урахуванням поведінки ділянок ДР.

Таблиця 1 – Відмінності аудиту від традиційної оцінки безпеки дорожнього руху

Оцінка безпеки дорожнього руху проекту	Аудит дорожньої безпеки проекту
Проводиться проектувальником або на замовлення проектувальника	Проводиться незалежно від проектувальника
Оцінка відповідності стандартам і нормам	Оцінка впливу на безпеку з урахуванням особливості поведінки і психофізіологічного сприйняття дорожньої ситуації учасниками дорожнього руху
Проводиться переважно дорожниками	Проводиться спеціально підготовленими спеціалістами з безпеки дорожнього руху
Безпека дорожнього руху проекту не підлягає розгляду на розширених засіданнях спеціалістів	Безпека дорожнього руху проекту підлягає спеціальному розгляду на розширених засіданнях за участю центру організації руху у місті, групи аудиту, замовника, проектувальника, відділів нац.поліції
Застосовує методи оцінки, що надають опосередковане уявлення про безпеку проектних рішень	Застосовує спеціально розроблені методики системного аудиту проекту, що містять аналіз сукупності параметрів і факторів дорожнього руху

Отже, задача аудиту полягає не тільки у виявленні ділянок дороги з потенційним ризиком виникнення ДТП та з урахуванням можливих помилок людини, але і в підготовці рекомендації щодо усунення або зменшення ризику ще до виникнення ДТП.

Розроблена стратегія аудиту БДР полягає в комплексному підході до вирішення пріоритетних питань [1]:

- дорога повинна бути передбачувана за параметрами руху і зрозуміла по дорожніх умов, повинен бути забезпечений необхідний обсяг інформації щодо напрямів і режимів руху;
- забезпечення безпеки руху в темний час доби;
- забезпечення безпеки для уразливих учасників дорожнього руху;
- забезпечення пом'якшення наслідків ДТП в разі їх виникнення;
- зниження витрат на кожному наступному етапі технологічного проекту будівництва дороги за рахунок виявлення та усунення недоліків і дефектів на попередніх етапах;
- визначення рівня БДР та розробка рекомендацій щодо підвищення безпеки на дорозі.

На підставі стратегії розглянемо цілі аудиту БДР для кожного з етапів виробництва такого продукту, як дорога.

На етапі планування основною метою є визначення показників безпеки концептуального проекту дороги відповідно до стандартів проектування і призначення дороги.

На етапі ескізного проектування проводиться оцінка відносної аварійності на ділянках дороги.

Перед здачею в експлуатацію необхідно виявити небезпечні ділянки дороги шляхом визначення їх рівня аварійності.

У період експлуатації необхідно оцінити вплив експлуатаційних параметрів дороги на поведінку учасників дорожнього руху з метою забезпечення необхідного рівня безпеки.

Аналіз прилеглої території проводиться з метою оцінки місцеположення придорожніх об'єктів і ступінь їхнього впливу на ДР.

Для досягнення поставлених цілей необхідно вирішити такі задачі:

- На етапі планування:

1. Оцінити відповідність категорії дороги перспективній інтенсивності і швидкості ТП між населеними пунктами.

2. Визначити прогнозовані показники БДР.

3. Визначити просторову плавність і якість дороги.

- На етапі ескізного проектування:

1. Визначити вплив геометричних параметрів дороги на БДР.

2. Визначити взаємозв'язок поздовжнього і поперечного ухилів дороги з оцінкою їх впливу на БДР.

3. Виконати оцінку безпеки схем організації ДД і параметрів освітлення проїжджої частини дороги.

4. Визначити ризики виникнення ДТП.

- На етапі експлуатації:

1. Визначити сприйняття дороги учасниками дорожнього руху.

2. Оцінити сприйняття дороги учасниками дорожнього руху.

3. Здійснити контроль наявності необхідних технічних засобів регулювання дорожнього руху.

4. Визначити показники аварійності.

- На етапі оцінки безпеки прилеглої території:

1. Визначення безпечної відстані від забудови до проїзної частини.

2. Оцінити місце розташування пішохідних переходів.

3. Здійснити контроль розташування технічних засобів регулювання на додаткових примиканнях, з'їздах і на перехідних смугах руху.

На самому початку реалізації проекту має бути підготовлено Технічне завдання на проведення аудиту, в якому зазначені: обсяг робіт, ролі і розподіл відповідальності усіх зацікавлених сторін (Замовника, Групи проектування, Команди аудиторів).

Технічне завдання може бути типовим, або спеціально розробленим документом. В ньому мають зазначатися особливі вимоги до проведення аудиту (наприклад, у нічний час або в зимовий період). В процесі аудиту має здійснюватися координація дій всіх учасників проекту, що дозволить виконати аудит найбільш ефективним чином і отримати бажаний результат.

На підставі опису етапів і цілей аудиту, розробка методичних рекомендацій щодо проведення поетапної оцінки безпеки є необхідною процедурою. Обов'язковою є формування аркушів контролю аудиторам для подальшого аналізу коефіцієнтів аварійності, а також для прийняття рішень з підвищення безпеки небезпечних ділянок та усунення дефектів на дорозі.

Об'єктом проведення аудиту було обрано перехрестя пр. Науки та вул. Отакара Яроша.

№ п/п	Описова характеристика	Параметр задовільний	Задоволення параметра під	Примітка
1	Чи помітне перехрестя з усіх підходів з умов зупинки автомобіля, що рухається з реальною швидкістю?	так	Відповідає значенню, вказаному в таблиці	
2	Чи потрібні попереджувальні знаки?	так	Відповідає	
3	Чи висвітлена дорога? Якщо так, то чи потрібне поліпшення освітлення, контрастне освітлення на перехресті?	так		Дорога освітлена
4	Чи достатньо вказівних знаків (направляючих стрілок)?	так	Відповідає	
5	Стан ТЗРДР на перехресті?	задовільний		Відповідає
6	Чи достатньо забезпечено перехрестя ТЗРДР, з позиції ОДР?	так		Відповідає
7	Чи правильні типорозміри знаків?	так		Відповідає
8	Чи правильно нанесена розмітка?	так		Відповідає
9	Чи не погіршуються видимість знаків наявністю будь-яких постійних перешкод або відволікаючих увагу предметів (дерев, опор освітлення) на тротуарах?	так	Відповідає	Відповідає
10	Чи не погіршують видимість тимчасові об'єкти (зупинки громадського транспорту, транспортні засоби, що стоять)?	так	Відповідає	Відповідає
11	Чи потрібно обслуштування пішохідного переходу по типу «зебра»?	так	Відповідає	Відповідає
12	Чи потрібні огороження на тротуарах для пішоходів?	так	Відповідає	Відповідає
13	Чи достатня ширина проїжджої частини для обслуштування - прямого (звичайного) переходу з/без острівців безпеки	так	Відповідає	Відповідає
14	Чи є обмеження швидкісного режиму на дорогах?	так	Відповідає	Відповідає

23	Чи немає необхідності в перенесенні опор штучного освітлення для підкреслення силуетів пішоходів, які переходять дорогу?	так	Відповідає	Відповідає
24	Чи поширюється світло ліхтарів на тротуарі біля пішохідного переходу?	так	Відповідає	Відповідає
25	Чи не допоможе поліпшити видимість установка прожекторів на перехіді або контрастне освітлення?	так	Відповідає	Відповідає
26	Чи приверне увагу до «зебри» пристрій маячок?	так	Відповідає	Відповідає
27	Чи потрібно залишати світлофори вимкненими в нічний час доби?	так	Відповідає	Відповідає
28	Чи достатня ширина тротуару для пішоходів?	так	Відповідає	Відповідає
29	Чи не перешкоджає обладнання регулювання пішоходами і водіям бачити один одного?	так	Відповідає	Відповідає
30	Чи є необхідність у зміні розмітки проїжджої частини?	так	Відповідає	Відповідає
31	Чи мають тротуари опущений бордюр на пішохідних переходах?	так	Відповідає	Відповідає
32	Чи є з'їзди для інвалідних колясок?	так	Відповідає	Відповідає
33	Чи є на шляху руху пішоходів по перехрестю оглядові колодязі?	так	Відповідає	Відповідає
34	Чи потрібна установка огорожень, якщо перехід розташований не там, де хотілося б пішоходам? Чи слід замінити існуючі огороження на нові, що забезпечують кращий огляд?	так	Відповідає	Відповідає
35	Перевірте ще раз п.п. 3,4,5,8,9,10,12,22 в години пік, світлий/темний час доби.	так	Відповідає	Відповідає
36	Який стан покриття на підходах до перетину? Чи немає необхідності в улаштуванні поверхневої обробки, кольорового контрасту?	так	Відповідає	Відповідає
37	Чи не слід збільшити фазу зеленого сигналу для даного переходу?	так	Відповідає	Відповідає
38	Чи прийнято в розрахунок рух дітей, престарілих, інвалідів?	так	Відповідає	Відповідає
39	Чи достатня ширина дороги для розміщення острівця безпеки шириною 1.5 м (переважна ширина 2.0 м, якщо острівці розташовані на пішохідному переході)?	так	Відповідає	Відповідає
40	Чи можна поліпшити безпеку примикань другорядних доріг за допомогою острівців?	так	Відповідає	Відповідає
41	Чи не перешкоджають дерева, опори освітлення і т.д. водіям бачити пішоходів на тротуарі навпроти острівця безпеки на пішохідних переходах?	так	Відповідає	Відповідає

У ході виконання аудиту було виявлено, що найбільш проблемною зоною на перехресті «пр. Майдан - вул. Оманська» є пішохідний перехід на вул. Оманська з боку тротуару вул. Давиденко (рис. 1.6). На даному перехіді водіями обслушувалися водії, що забавлялися водінням автомобілів, тобто, водіями було переїзджено чотирьох пішохідних переходів. Також до уваги слід взяти те, що водіями було забавлялося водінням автомобілів по вулиці Майдан. Також на даному пішохідному переході необхідно є встановлення світлофора, який збільшить безпеку руху на перехіді. Необхідним є встановлення дорожньої розмітки на вулиці Оманська з боку вулиці Майданської. Також необхідно буде встановлення світлофорів на пр. Майдан з боку центру та на вул. Оманська з боку вул. Давиденко на великій висоті. До громадських транспортних засобів також на вул. Оманська, забавлялися водінням автомобілів на вул. Оманська з боку вул. Давиденко, а також на вул. Майданської. Необхідним є встановлення знаку «ТОУГА» (рис. 1.4). Та він забавлявся слухом світлофора для водіїв. Також став помітним та нехитрий засіб регулювання дорожнього руху на перехресті є задовільним, яким, використовуючи лямпади, поліпшався стан дорожнього руху.

Рисунок 1 – Результати заповнення листа аудиту БДР на вузлі ВДМ

Спираючись на отримані результати можливим є розроблення рекомендацій щодо підвищення ефективності функціонування вузла ВДМ м. Харків.

Література

1. Аудит безпеки дорожнього руху: підручник / Л.С. Абрамова, І.С. Наглюк, В.В. Ширін, С.В. Капінус, Г.Г. Птиця; під заг. ред. І.С. Наглюка. – Х.: ХНАДУ, 2016. – 260 с.

ПРОБЛЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПАРКУВАННЯ БІЛЯ КРУПНОГО ТОРГІВЕЛЬНОГО ЦЕНТРУ

Боклажко Е. Б., студент гр. Т-32-18
Холодова О. О., канд. техн. наук, доц.

На сьогодні практично всі люди знають про актуальну проблему зростання кількості автомобілів та збільшення кількості їх власників. Особливо чітко цю проблему можна спостерігати у великих містах України — Києві, Харкові, Одесі, тощо. Транспортні шляхи і розв'язки дуже перевантажені, через що багатогодинні пробки стали буденною справою, а транспортним засобам (ТЗ), що стоять на тротуарах ніхто давно не дивується. Особливо ця проблема помітна в містах, які мають радіальне планування. Це обумовлюється тим, що при будівництві міст на велику кількість автомобілів ніхто навіть не розраховував. Гаразд, якщо власник автомобіля вже встиг звикнути залишати свій ТЗ в порожньому закутку біля своєї роботи або будинку, і не обурюється з цього приводу, але перед магазином або торгівельним центром (ТЦ) обов'язково повинна бути зручна парковка для його користувачів. Адже саме магазин/ТЦ - це, те місце, куди запрошують покупців, де їх готові райдужно зустріти і забезпечити виконання всіх потреб людини, натомість на його грошові кошти.

Важко заперечити твердження, що якщо у магазину немає парковки - то у нього відповідно немає клієнтів, а значить, немає і торгівлі. На парковці ні в якому разі не можна економити і сподіватися на те, що «у більшості магазинів немає, і існують вони без неї добре, так навіщо вона і мені?». Водій не буде шукати собі місце, щоб зупинитися вздовж проїзної частини, йому набагато легше буде проїхати до наступного магазину/ТЦ. Скинути проблему відсутності парковки біля магазину ніяк не вийде на плечі покупця — це проблема власника і її потрібно вирішувати самостійно.

Парковка — це та частина магазину/ТЦ, яку видно одночасно з фасадом, і саме ці елементи торгової точки створюють перше враження про себе. Якщо парковка буде порожня, то у потенційного клієнта утворюється думка, що ваш магазин/ТЦ не користується популярністю у людей, а значить і йому туди йти не варто. До всього іншого, якщо людина винищить собі настрої пошуками вдалого місця для паркування, то бажання що-небудь купувати у нього геть відпаде. Щоб облаштувати парковку біля свого магазину, в першу чергу потрібно знати як покупець оцінює парковку. Для кожного водія дуже важлива безпека його автомобіля, і якщо парковка здасться йому небезпечною, то йому, відповідно, навряд чи захочеться залишати на ній свій ТЗ. Якщо на парковці занадто мало місця, то водій або пасажир, виходячи з машини, може випадково пошкодити чужий автомобіль. Також пошкодження можливі, якщо виїзд з магазину занадто вузький. Відвідуючи магазин/ТЦ водій ТЗ турбується, що буде з його автомобілем, поки той стоїть на стоянці. З логічної точки зору це звичайно вірно, але ніяк не з комерційної. Відвідувач ТЦ зобов'язаний думати виключно про те, що і

як йому потрібно купити, а не про те, що відбувається з його автомобілем. Завдання власника магазину/ТЦ зробити так, щоб він не турбувався про будь-яку можливість пошкоджень або непередбачених ситуацій з його ТЗ. Крім безпеки власники автомобілів нерідко замислюються про зручність пересування по парковці. Власник магазину повинен надати власнику автомобіля всі зручності, щоб з машини можна було легко вийти і легко в неї зайти. У разі якщо покупець купить велику кількість товарів або просто щось дуже масивне, як він зможе це покласти в машину? Це теж потрібно враховувати та надати покупцеві можливість під'їхати до своєї машини разом з візком. До того ж, досить актуальним стає питання правового регулювання дорожнього руху на великих паркувальних майданчиках ТЦ. Статистика ДТП говорить, що під час паркування відбувається до 40 % всіх аварій. Причому за останнє десятиліття кількість ДТП на парковці зросла майже на третину. Більшість подібних аварій відбувається при русі заднім ходом, а 80 % — при виїзді з місця стоянки. Позашляховики і великі автомобілі потрапляють в ДТП на парковці на 30 % частіше. Зазвичай парковочні майданчики сучасних ТЦ та великих супермаркетів, для організації дорожнього руху по них, використовують розмітку. Однак наскільки вона відповідає вимогам закону, чи зобов'язані водії її дотримуватись та чи правомірний складений протокол працівниками поліції, щодо порушення такої розмітки досі не зрозуміло. Тому питання правильної організації парковки для ТЦ є досить актуальним.

Згідно з державними стандартами [1], для стоянок ТЦ і магазинів необхідне число місць для автомобілів визначається з врахуванням площі ТЦ (на 100 м² торгової площі мінімум 6-8 ТЗ). Для того, щоб точно врахувати необхідну площу під стоянку, проводиться коригування. У ній враховуються особливості відвідування ТЦ споживачами на автомобілях і тип магазину/ТЦ. До факторів, що впливають на кількість місць на парковці відносяться:

1. Масштаби торгової площі. Для великих підприємств (гіпермаркетів), які знаходяться на околиці міста або за його межею, число місць для паркування можна збільшити, а якщо магазин невеликий (площею до 100 м²), то кількість місць дозволено знизити в 2,5 рази.

2. Напрямок магазину. Якщо в ТЦ/магазині знаходиться кілька підприємств або торгових точок, які відвідує велика кількість клієнтів і/або споживачі затримуються усередині приміщення, то такий ТЦ/магазин вимагає більшої кількості місць для паркування автомобілів. До переліку таких закладів можна віднести ресторани, спортивні комплекси, заклади розважального характеру, кінотеатри. А більше години може займати вибір матеріалів в будівельному магазині або покупки в гіпермаркеті.

3. Рівномірність попиту і відвідування магазину. Торгова точка за робочий день відчуває пікове навантаження - коли наплив потенційних покупців максимальний. З розрахунком на це на автомобільній стоянці магазину повинно бути достатньо паркувальних місць для всіх, інакше покупець, який кілька раз не знайшов місце, щоб припаркувати машину, почне їздити в інші ТЦ.

4. Розташування магазина щодо маршрутів руху громадського транспорту і щодо офісних і житлових районів населеного центру. Логічно, що якщо в ТЦ складно або немає можливості дістатися пішки або за допомогою громадського транспорту, то число місць на парковці має бути досить великим.

У багатофункціональних торгових комплексах і центрах розраховують точну кількість паркувальних місць за допомогою функції підрахунку місць для кожного окремого випадку [2]. Наприклад, якщо мова йде про місце громадського харчування, то формула для розрахунку місць на парковці наступна: одне місце на парковці на 6-12 посадочних місць за столиками. Таким же чином розраховується кількість місць на автомобільній парковці і для ресторану або кафе. Якщо комплекс — це офіс, то кількість місць на парковці розраховується за кількістю службовців: 1 місце для паркування автомобіля на 3-5 службовців офісу. В ці показники вже враховані відвідувачі офісних будівель. Якщо визначити кількість працівників спочатку важко або неможливо, то можна скористатися наступною формулою: 1 місце для машини на 50-60 м² площі, точний показник залежить від того, як далеко від офісного центру знаходиться станція метро.

Існує ще таке поняття, як забезпеченість парковкою. Цей коефіцієнт відображає, яка кількість місць, в порівнянні з потрібною кількістю для торгового приміщення даної площі, реально існує. Наприклад, якщо у магазину площа 3500 квадратних метрів, то згідно [1], такому торговельному приміщенню потрібно 140 місць для паркування автомобілів. Але реально можливо в проекті розмістити лише 110 місць для паркування автомобілів, таким чином забезпеченість парковкою складе всього 78,6 %. Тобто, кожен п'ятий потенційний споживач не знайде собі місце для паркування машини. Виходячи з даних обчислень, можна підрахувати приблизну суму збитку.

Скорочення кількості необхідних паркувальних місць в м. Харків в центрі міста допустимо на рівні до 10 %. Щоб якось згладити проблему недостатнього забезпечення паркуванням магазину/ТЦ, проводиться цілеспрямована робота з потенційними покупцями, які ходять пішки або приїжджають за покупками на громадському транспорті. Ця робота полягає в певному підборі товару (коли великомасштабний товар або відсутній або є можливість безкоштовної доставки на будинок) і в двох варіантах системи цін (перший варіант — розрахунок на більш дорогий товар, відповідно, число покупців (і їх автомобілів) не зашкалює; другий — це магазин, який не відлякує відвідувачів, у яких немає власного автомобіля, наприклад, ЦУМ, який розташований в центрі міста поблизу маршрутів громадського транспорту і б'є рекорди відвідуваності не тільки серед корінних мешканців міста, а й в середовищі туристів).

Але сьогодні широкого поширення набула негативна практика в ряді великих міст країни, яка зводиться до того, що якщо коефіцієнт забезпеченості паркуванням низький, то прямо до складу торгових приміщень вводяться офіси, і тоді паркування створюють згідно параметрам офісних будівель, які істотно нижче торгових. Але в підсумку виходить

обман самих себе, адже можна узгодити що завгодно, а сенс, коли площа від цього не збільшиться.

Тому в Америці і в Канаді набув широкого застосування так званий паркувальний індекс. Паркувальний індекс (parking index) - загальне число місць для паркування автомобілів з розрахунку на кожну тисячу квадратних фунтів орендованої площі. У перерахунку на нашу систему вимірювань, 1000 квадратних фунтів = 93 м².

Розмір індексу в США залежить від наступних параметрів:

1. Розмір та тип торгового центру (4 - належить торговим центрам з розміром орендної площі від 25 тис. до 400 тис. квадратних фунтів (2350 - 37200 м²); 4,5 - належить торговим центрам з розміром орендної площі від 400 тис. до 600 тис. квадратних фунтів (37200 - 55800 м²); 5 - належить торговим центрам з розміром орендної площі понад 600 тис. квадратних фунтів (55800 м² і більше)). У Канаді для ТЦ в районі гарним вважається показник 3,9, а для міжрегіонального - 5,5. Якщо проаналізувати ці цифри, можна зробити висновок, що чим масштабніше ТЦ, тим більше місць під паркування автомобілів повинно виділятися на 1000 м².

2. Від спеціалізації підприємств торгівлі та послуг. Тобто, якщо в ТЦ розташований кінотеатр або гіпермаркет, то індекс може дорівнювати 6 або навіть 7. У США вважають, що на 3 глядача в кінотеатрі має бути як мінімум одне місце на парковці автомобілів. В Україні, як і в інших країнах Східної Європи, ситуація дещо інша, тому що основними відвідувачами кінотеатрів є молодь, яка ще не має фінансових можливостей для придбання автомобілів.

Якщо подивитися на багатофункціональні комплекси з точки зору будівельників, то їхня перевага полягає в більш економному витрачанні міського простору і регулювання людських і автомобільних потоків. Це твердження стосується і розмірів паркувального простору, тому що вдень воно може бути використано відвідувачами магазинів і ТЦ, а ввечері - відвідувачами розважальних закладів.

Розібравшись з тим, яка кількість місць для паркування автомобілів необхідна, можна приступати до розрахунку загальної площі під паркування. Для стоянки однієї легкової машини необхідно: 20 м² при поперековій розстановці; 23 м² при кутовий розстановці; 25 м² для більш габаритних автомобілів.

Цей пункт стосується, в першу чергу, власників будівельних магазинів, де покупці-професіонали набувають великогабаритний товар у великій кількості. Тоді потрібно подумати про місця для паркування більших ТЗ, таких як мікроавтобуси, фургони, напіввантажівки. Для такого виду транспорту розміри паркувального місця складають 6 на 2,5 м.

У деяких країнах, де популярні малогабаритні машини, іноді при проектуванні парковки передбачені місця для маленьких машин. На парковках виділяється місце і для мопедів, велосипедів, мотоциклів. Це особливо актуально для тих ТЦ, які розташовані недалеко від котеджних селищ або дачних ділянок. Але такі парковки вимагають посиленої охорони.

Всі значення, отримані при вищенаведених розрахунках, включають в себе і територію для проїзду і розвороту всередині парковки, але не враховують під'їзну територію. Якщо порівняти площу парковки і торгову площу, то вони будуть приблизно однаковими. Варто враховувати на стадії розробки проекту, що кількість місць, запланованих спочатку, звичайно скорочується під час розробки більш детальної схеми благоустрою території за рахунок різних елементів. Тому рекомендуємо брати кількість місць з запасом. Як правило, при обчисленні кількості місць на підземній парковці використовують значення 35 м² на один автомобіль. Дуже багато простору забирають на себе колони.

Розібравшись у всіх перерахованих вище тонкощах, настає час приймати рішення про місце розташування майбутньої парковки.

Розмістити парковку можна практично де завгодно: на землі, на даху, під землею [3]. Відразу зрозуміло, що найбільш зручний тип парковки - наземний, так як вона дешевше обходиться власнику, а також більш зручна для відвідувачів ТЦ/магазину. Особливе значення має форма парковки і її конфігурації. При визначенні місця парковки магазину, дуже важливо взяти до уваги: чи буде видно парковку відвідувачам, які під'їжджають до магазину; чи легко буде контролювати всі дії, які відбуваються на парковці; який рівень безпеки ви зможете надати своїй парковці; скільки доведеться покупцеві йти від місця парковки до входу в ТЦ.

З цього всього можна обчислити, що найбільш оптимальний варіант для зручного паркування - це парковка прямокутної форми, яка знаходиться прямо перед входом в магазин. Не менш зручний, але не багато поступається варіант парковки - Г-подібна парковка, але слід розуміти, що в такому випадку в'їзд на парковку зобов'язаний бути в кутку і вона повинна бути розгорнута до потоку руху. Деякі вважають краще парковка П-подібної форми навколо торгового приміщення, але такий варіант істотно гірше раніше згаданих. Самий же гірший варіант - це парковка, створена з окремих шматочків, які розташовані в різних місцях. Надін Беддінгтон, англійський фахівець в сфері торговельної архітектури, рекомендує всім власникам магазинів і ТЦ розміщувати парковку так, щоб від її крайньої точки була відстань не більше 200 метрів.

Дуже важливо не забувати про якість освітлення. Воно повинно бути таким, щоб вся територія парковки добре висвітлювалася і навіть в самий темний час доби «кишені» і віддалені ділянки було добре видно. Мінімальна освітленість не повинна бути нижче 50 ЛК (люкс).

Більшість відвідувачів не дуже люблять і цінують підземні паркування, так як зустрічаються такі місця, в яких стає відверто страшно - де сиро і темно, всюди пил і зі стелі щось капає. Ну, звичайно ж, основні побоювання покупців пов'язані з ризиком пошкодження автомобіля. Навіть у випадках, якщо підземна парковка облаштована досить комфортно, відвідувачі все одно туди заїжджають лише в тих випадках, коли на верхній парковці більше не залишилося місць. Бувають випадки, коли підземна парковка, це єдиний

вихід. Наприклад, якщо ваш магазин або ТЦ знаходиться в центрі міста, а території поряд викупити просто неможливо.

Парковка розташована на даху магазину або на якомусь з його рівнів в деяких випадках значно дешевше, ніж підземна парковка [4]. Це обумовлюється відсутністю проведення дорогих підземних робіт: встановлення систем вентиляції, гідроізоляції тощо. До паркувальних майданчиків на даху відвідувачі магазинів відносяться більш-менш спокійно, можна сказати пасивно, так як там досить простору і немає колон, як це влаштовано в підземних парковках. Але у таких парковок є і свої недоліки, в першу чергу, це може бути занадто сильний ухил рампи або маленький радіус для повороту автомобіля при невеликій ширині рампи. Встановлених норм для парковок на даху немає, вони приймаються під час розробки проекту «згідно технічних вимог». За кордоном найчастіше зустрічаються такі показники ухилу рамп: від 10 % до 12 % на звичайних прямолінійних рампах; 8,5% на гвинтових рампах; 15% на американських крутих рампах.

При спокійному ухилі пандуса (10-12 %), водій може не помітити, як це він, пішовши по стрілках, виявився на даху будівлі. Німецькі рампи для легкових автомобілів не повинні перевищувати ухилу в 30 %. У деяких вітчизняних ТЦ можна побачити явне перевищення таких вимог, через що підйом на парковку більше являє собою «американські гірки». Відповідно з американськими нормами, ухил наземної парковки не повинен перевищувати 8 %. Це означає, що за 1 м пройденої дистанції горизонтальної проекції доводиться 8 см підйому або спуску. Якщо ухил занадто великого ухилу не уникнути, то парковка оформлюється у вигляді терас, які розділені підпільними стінками перпендикулярними фасаду. Нерідко такі стінки прикрашають декораціями у вигляді зелених насаджень [4]. Та й взагалі, за останні кілька років зросла тенденція на декорування парковок деревами, квітами та іншої рослинністю. Завдяки живим рослинам парковка створює більш мальовничий вид і шлях від входу в магазин до машини стає більш приємним, ну а влітку тіні дерев прикривають машини, що дає такого виду декорацій ще й механічні переваги. У «зеленої» парковки є, звичайно, і мінуси, але вони не значні і їх часто до уваги не беруть. У список цих мінусів можна включити невеликі витрати місця парковки, падаючі листя, пташиний послід, так в загальному то і все.

У багаторівневих парковок теж є мінуси, адже коли відвідувач заїжджає на таку, він не впевнений, знайдеться на тому чи іншому рівні для нього місце, адже кружляти по кожному поверху в пошуках місця не особливо цікаве заняття. Тут-то і проявляється переваги земельної парковки – гарний огляд і простота в пошуку вільного місця. Є електронні системи оповіщення про кількість вільних місць на кожному з рівнів, але потрібно розуміти, що то коштує грошей і чималих. Для зручного і безпечного підйому і спуску шляхи поділяються рампами підйому і спуску. У разі якщо ТЦ оснащений гіпер- або супермаркетом, то до кожного з рівнів паркування повинен бути доступ, щоб можна було дістатися з візками.

Парковка розміщується за тими ж принципами що і вхід в магазин, в'їзд на парковку повинен бути зручним і видатним здалеку. Магазин повинен повідомляти покупцеві, куди і як потрібно рухатися, щоб потрапити в потрібне для нього місце - парковку. На покажчиках повинні бути не тільки стрілки, а й відстань до повороту, якщо такі будуть присутні на шляху водія. Особливо це актуально для магазинів, у яких парковка знаходиться не перед входом в магазин, а за будівлею або за його кутом.

Великі торгові комплекси повинні розділяти автомобільні потоки так, щоб не створювалося пробок. Повинно бути, як мінімум, чотири основних автомобільних потоки: автомобілі покупців; вантажні автомобілі, які доставляють товари в магазин; автомобілі громадського транспорту; транспорт обслуговуючого персоналу.

Якщо рух автомобілів не впорядкувати знаками дорожнього руху, то це обов'язково призведе до пробок, невдоволення клієнтів і нерозуміння. Парковка повинна бути чітко і зрозуміло розмічена, для покупців з візками повинні бути спеціальні пішохідні переходи.

Потрібно оформити розташування в'їзду і виїзду на парковці так, щоб автомобілі не мали можливості перешкоджати один одному. У магазинів/ТЦ з великогабаритними товарами (меблі, велика техніка, будівельні матеріали тощо) повинно бути спеціальне місце для розвантаження і навантаження автомобілів. Це обов'язкова умова, навіть якщо магазин надає послуги доставки. Адже час від часу, той чи інший товар потрібен в терміновому порядку, і чекати поки його доставлять, не завжди є можливість. Місце завантаження не повинно перешкоджати автомобільному потоку.

Розміри майданчиків для автомобілів залежать від ширини проїзду і розстановки паркувальних місць. Якщо проїзди вузькі, то ширина місця для автомобілів повинна бути істотно більше для зручного в'їзду. Слід зазначити, що при розстановці автомобілів під кутом 45-60 градусів значно зростає швидкість і зручність в'їзду/виїзду на місце для паркування. Поперечна розстановка може бути не тільки незручною, а й небезпечною для відвідувачів магазину і повз проходячий транспорт, хоча і вміщує значно більше автомобілів. Розстановка автомобілів під кутом 45-60 градусів підходить для магазинів і ТЦ тільки в тих випадках, якщо: у магазині масовий потік відвідувачів; більша частина покупців представляє жіночу статтю; покупці проводять в ТЦ не тривалий час (1-2 години). У магазинах, в які приїжджають покупці з певною метою і на тривалий термін перебування, найкраще підійде розміщення автомобілів на парковці під кутом 90 градусів.

Блоки стоянки повинні бути з чіткими позначеннями, щоб відвідувач магазину міг з легкістю знайти свій автомобіль. Позначення кольором запам'ятовується набагато гірше, ніж чисельні або літерні значення, також можливо їх поєднання. Непогано використовувати прийоми з мнемотехніки (науки, яка досліджує запам'ятовування чого-небудь), а саме, узгоджені між собою елементи, які не суперечать один одному. Всі покажчики повинні бути чітко промальовані і зрозумілі для всіх покупців, для цього в їх малюнках найкраще використовувати не більше 2-х основних кольорів.

Проведений аналіз організації паркування біля ТЦ дає можливість в подальшому переходити до практичної частини дослідження, а саме проводити аудит або організовувати паркування біля конкретних ТЦ м. Харків з урахуванням зазначених в статті факторів та надавати практичні рекомендації.

Література

1. Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів: ДБН В.2.3-15:2007. – [Чинний від 01.08.2007]. – К.: Мінбуд України, 2007. – 37с.
2. Канаян К. Проектирование магазинов и торговых центров / К. Канаян, Р. Канаян, А. Канаян // Розничные технологии. Мировой опыт – тенденции в России и странах СНГ. – М.: “Юнион-Стандарт Консалтинг”, 2005. – 424с.
3. Парковка на даху: чи готова Україна до ініціативи Мінрегіонбуду? Погляд урбаніста та світова практика/ [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу: <https://rubryka.com/article/parkovka-na-dahu/>
4. Булдакова Е.А. Современные приемы организации зеленых зон в уплотнённой застройке города / Современные научные исследования и инновации. [Электронный ресурс]. – 2012, №5. – Режим доступу: <http://web.snauka.ru/issues/2012/05/12660>.

ПРОГНОЗ УРБАНІЗАЦІЇ МЕГАПОЛІСІВ

Рідний І. А., студент гр. ТД-51-20
Запорожцева О. В., канд. техн. наук, доц.

У пошуках роботи і кращих шансів на майбутнє все більше людей в різних країнах і на різних континентах спрямовуються в міста. За підрахунками Організації Об'єднаних Націй (ООН), щодня приріст міського населення в світі становить близько 200 тисяч осіб. Причин переселення багато, основна з них – робота. Інтенсивна урбанізація спостерігається на всіх материках і супроводжується не тільки зростанням чисельності населення в містах, але і необхідним розвитком інфраструктури, комунікацій нових планувальних утворень і транспортних систем [1, 2].

Практично у всіх мегаполісах транспортна система знаходиться на межі колапсу. Урбанізація сама по собі не веде до економічного успіху, але економічний успіх міст може бути дуже важливий для країни.

Найбільші міста спільно з населеними пунктами своїх областей утворюють цілісну соціально-економічну спільність, стійке функціонування якої здійснюється по закономірностям, які мають багато спільного і вимагає адекватного розвитку інфраструктури [3].

Так як створення нових планувальних структур і транспортних систем вимагає значних фінансових витрат і тривалості у часі, то актуальним завданням є прогнозування чисельності населення великих мегаполісів і розвиток транспортної інфраструктури.

На забудову міст істотно впливає їх географічне положення, яке змушує збільшувати поверховість забудови при природному обмеженні просторового зростання. Промислові райони перетворюються в житлові, однак, в більшості випадків житлові райони на околицях міст реконструюються в ділові райони і торгові центри, розвиваються приміські райони, міста зливаються в величезні мегаполіси.

Найбільший в США мегаполіс від м. Бостон до м. Вашингтон простягається на 800 км. Він почав формуватися в 1960-х роках, коли городяни східного узбережжя потягнулися в передмістя, що залучаються більш дешевим житлом і поліпшеною екологією. Приміські зони перетворювалися на центри торгівлі та зайнятості і густонаселені зони між містами злилися в єдине ціле. В результаті виникла гігантська урбанізована зона, із загальною чисельністю населення близько 44 млн. чол.

Для прогнозування зростання чисельності міського населення в найбільших містах, виконаний аналіз зміни чисельності населення в містах-гігантах за другу половину XX ст. і початку XXI ст. За даними ООН про чисельність населення для 16 найбільших міст світу проведений аналіз за 1950, 1975, та 2005 роки [1].

Для визначення перспективи розвитку великих міст проведено прогнозування чисельності населення. В результаті аналізу встановлено, що спостерігається явно виражена тенденція зростання чисельності населення.

В результаті математичного моделювання встановлено, що даний процес можна описати як за допомогою полінома другого ступеня [3]

$$y = a + bx + cx^2, \quad (1)$$

де y – чисельність населення міста;

a, b, c – умовно постійні коефіцієнти;

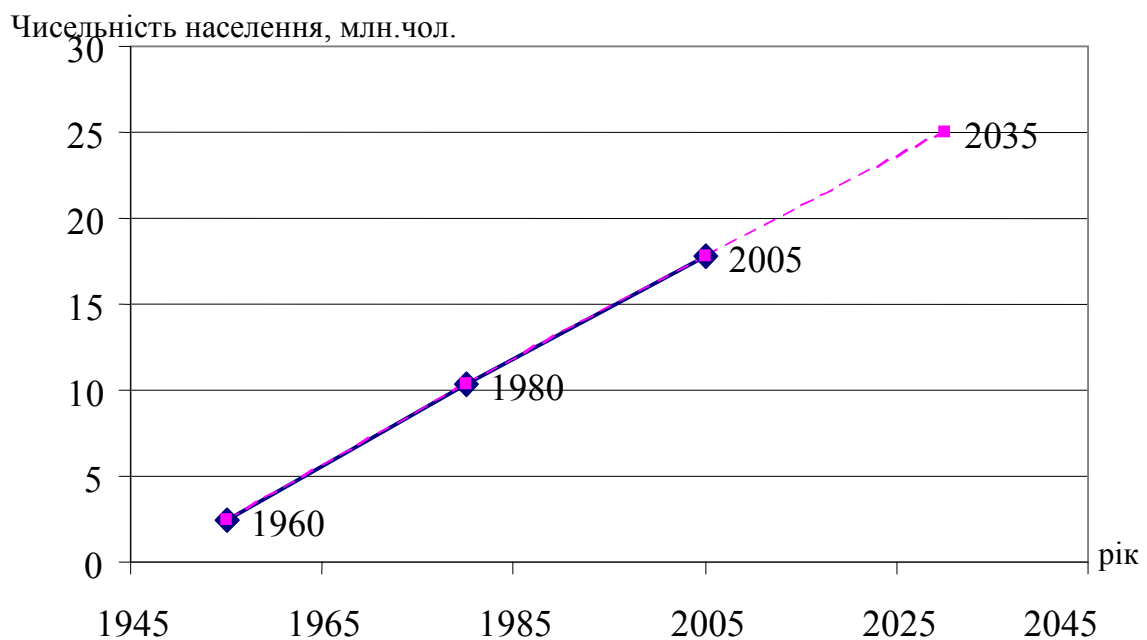
x – рік;

так і за допомогою Heat Capacity Model

$$y = a + bx + \frac{c}{x^2}. \quad (2)$$

Проведена перевірка на адекватність даних моделей за допомогою індексу кореляції (r) і середньоквадратичної помилки рівняння регресії (Se) [5]. В результаті аналізу отриманих даних встановлено, що за допомогою Heat Capacity Model даний процес описується найбільш точно.

За допомогою отриманих моделей проведений прогноз зміни чисельності населення на 2030 рік для всіх аналізованих міст. Як приклад результатів моделювання зростання чисельності населення представлено м. Сан-Паулу (рисунок 1), м. Бомбей (рисунок 2).

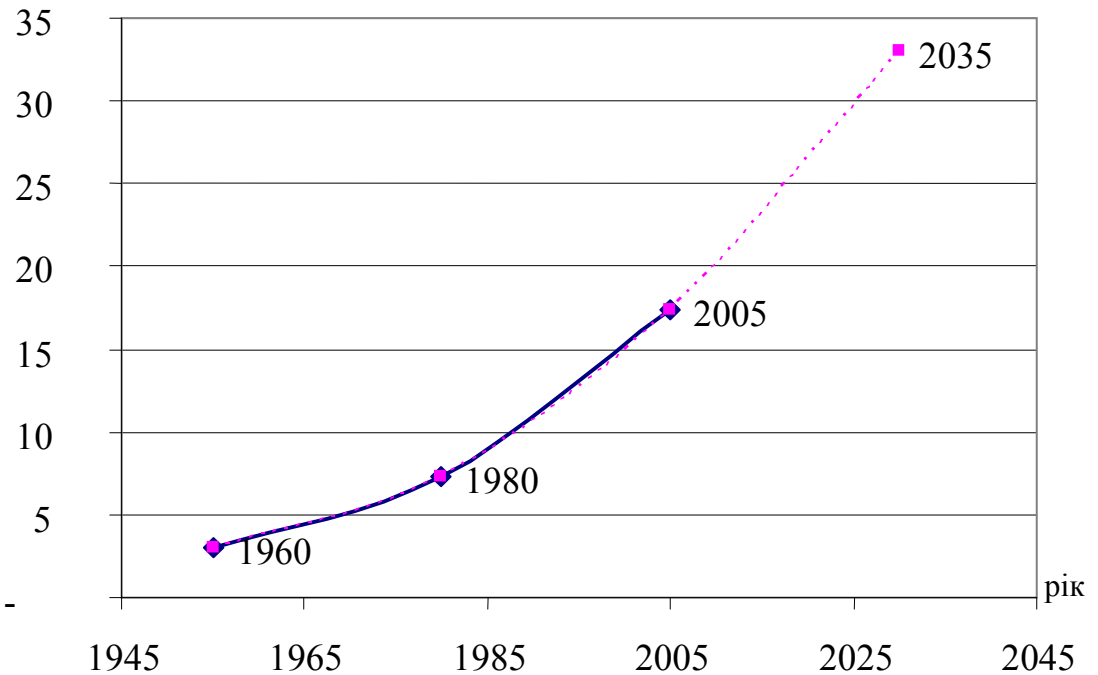


1 - за прогнозною моделлю

2 – за статистичними даними

Рисунок 1 – Зміна чисельності населення м. Сан-Паулу

Чисельність населення, млн.чол.



1 - за прогнозною моделлю 2 – за статистичними даними
Рисунок 2 – Зміна чисельності населення м. Бомбей

Необхідно відзначити подальше збільшення чисельності великих міст і створення нових мегаполісів, що в свою чергу, викликає нові вимоги до транспортної інфраструктури. У міру зростання населення в країнах, що розвиваються, все більше число міст налічуватиме не менше 5 млн. чол.

У зв'язку з цим, необхідно створювати перспективний план розвитку транспортної інфраструктури міста та необхідні вимоги до відповідного розвитку швидкісних транспортних систем.

Найбільші міста, що зумовили виникнення найважливіших транспортних вузлів, повинні переходити від констатації фактів транспортних проблем до планомірної ліквідації причин, що викликали ці проблеми, на основі виявлених потреб населення і економіки в транспортному обслуговуванні.

Література

1. Большой атлас мира. Изд-е 4-е, испр. и переработ. The Readers Digest Assouation Limited. London. 2007.
2. Агасьянц А.А. Планировочная организация транспортной инфраструктуры групповых систем населенных мест. // Транспортно-планировочная организация городов и групповых систем населённых мест./ Сб.науч.тр.- М.: ЦНИИП Градостроительства, 1980, С. 6-22.
3. Гурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие для вузов. Изд. 6-е, стер. - М.: Высш. школа, 1998. – 479 с.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ

Дегтярьов В. В., студент гр. ТД-51-20
Запорожцева О. В., канд. техн. наук, доц.

Кожного року збільшується кількість легкових і вантажних автомобілів. Із зростанням їх кількості підвищується інтенсивність руху на дорогах. Це призводить до зниження швидкостей руху, виникнення затримок в транспортних вузлах, погіршення умов руху, підвищенню загазованості і рівня шуму в міській забудові, зростання аварійності на вулично-дорожній мережі. Все це викликає необхідність розробки ефективних заходів по усуненню подібних проблем [1, 2].

Важливими транспортно-експлуатаційними показниками є: інтенсивність руху, пропускна і провізна спроможність, рівень завантаження дороги рухом, швидкість транспортного потоку, щільність потоку, собівартість перевезення пасажирів і вантажів та інші.

Ефективна робота автомобільного транспорту в деякій мірі залежить від стану доріг та формування проїзної частини.

Найважливішим критерієм, що характеризує функціонування шляхів сполучення, є їх пропускна спроможність.

Під пропускною спроможністю приймається значення максимальної кількості автомобілів (максимальна інтенсивність), що проїжджає через перетин або ділянку дороги за годину.

Точного визначення поняття «пропускна спроможність» серед фахівців різних країн не має. Мають місце: реальна, номінальна, можлива, дійсна, розрахункова пропускна спроможність [3].

На стан пропускної спроможності впливають:

- план траси;
- ширина і кількість смуг руху;
- одно або двобічний рух;
- характер використання правої смуги руху для паркування, зупинок автобусів і т.п.;
- склад транспортного потоку;
- контроль доступу;
- ширина розділової смуги і обочини, перешкоди;
- характеристика автомобілів;
- характеристика водіїв;
- особливості зміни смуг руху.

Теоретично виділити вплив кожного із факторів майже неможливо, тому що перераховані фактори впливу мають значні межі коливання.

Для оцінки пропускної спроможності двосмугових автомобільних доріг використовують наступне рівняння [5, 6]

$$K_{\Pi} = k_s^2 \cdot k_r \cdot k_u \cdot P_{\max}, \quad (1)$$

де k_s^2 – коефіцієнт, який враховує вплив ширини смуги руху (при ширині смуги $b = 3,75$ м – $k_s = 1,00$);

k_r – коефіцієнт, який враховує вплив швидкості руху (при $V = 80$ км/год. – $k_r = 1,4$, при $V = 50$ км/год. – $k_r = 2,32$);

k_u – коефіцієнт, який враховує величину поздовжнього ухилу;

$P_{\max}$ – максимальна пропускна спроможність ($P_{\max} = 900$ авт./год. на двосмугових дорогах в обох напрямках).

В США для оцінки пропускної спроможності використовують рівняння [6]

$$P = P_{\max} \cdot n \cdot W \cdot T \cdot B, \quad (2)$$

де $P_{\max}$ – пропускна спроможність смуги в ідеальних умовах руху, приймають 2000 авт./год.;

n – число смуг руху в одному напрямку;

W – коефіцієнт, який враховує вплив ширини смуги руху і наявність бічних перешкод;

T – коефіцієнт, який враховує кількість вантажних автомобілів і поздовжній нахил;

B – коефіцієнт, який враховує наявність автобусів у потоці автомобілів.

Аналогічне рівняння використовують в Німеччині [6]

$$P = P_{\max} \cdot S \cdot U \cdot g \cdot g_1 \cdot g_2, \quad (3)$$

де $P_{\max}$ – максимальна пропускна спроможність смуги руху, приймають 7500 авт./год.;

S – наявність перетинів і примикань з дорогами, які мають ширину проїзної частини більше 4 м, регульованих перехресть);

U – коефіцієнт, який враховує аварійність;

g – коефіцієнт, який враховує вплив поздовжнього ухилу;

g_1 – коефіцієнт, який враховує вплив ділянок з видимістю менш ніж 450 м;

g_2 – коефіцієнт, який враховує вплив ширини смуги руху.

В Україні для оцінки пропускної спроможності широко застосовують метод [3, 4]

$$P = P_{\max} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \dots \beta_i, \quad (4)$$

або

$$P = P_p \prod_{i=1}^{i=n} K_i, \quad (5)$$

де $P_{\max}$ – теоретична пропускна спроможність;

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_i$ – коефіцієнти зниження пропускної спроможності за рахунок i -го фактора середовища руху. Для міських автомобільних доріг використовують коефіцієнти $\beta_1, \beta_3, \beta_6, \beta_9, \beta_{11}, \beta_{14}, \beta_{16}, \beta_{17}$;

P_p – розрахункова пропускна спроможність однієї смуги;

K_i – підсумковий коефіцієнт, що враховує дорожні умови, склад потоку, число смуг руху та ін.

Максимальна пропускна спроможність $P_{\max}$ встановлюється на ділянці при сприятливих погодно-кліматичних умовах і транспортному потоці, що складається тільки з легкових автомобілів.

Методи визначення практичної пропускної спроможності перегонів автомобільних доріг засновані на застосуванні коефіцієнтів зниження теоретичної пропускної спроможності, які враховують реальні перешкоди руху транспортних засобів. Існуючі методи визначення коефіцієнта зниження пропускної спроможності, що враховують ширину смуги, не враховують швидкості руху. Існуючі методи визначення практичної пропускної спроможності на перегонах досить повно розроблені для заміських доріг. Для міських умов визначені коефіцієнти зниження пропускної спроможності залежно від ширини проїзної частини, складу транспортного потоку, типу перетинів та інших факторів.

Література

1. Агасьянц А.А. К проблеме пропускной способности городских улиц и дорог [Электронный ресурс] / А. А. Агасьянц, Ю. А. Ставничий. – 2007. – Режим доступа : <http://vaksman.by.ru>.
2. Гук В.І. Пропускна спроможність смуги руху в зоні перетину в різних рівнях / В.І. Гук // Наука і техніка в міському господарстві. – 1973. – Вип. XXIII. – С. 63–67.
3. Пропускная способность автомобильных дорог / Е. М. Лобанов, В. В. Сильянов, Ю. М. Ситников, Л. Н. Сапегин. - М.: Транспорт, 1970. – 152 с.
4. Лобанов Е. М., Сильянов В. В. Проектирование дорог и безопасность движения. М., изд. МАДИ, 1974, С. 155 – 160.
5. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог – ОДМ 218.2.020 – 2012. : Москва, 2012, С.143.
6. Рэнкин В. У. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения: справочник: пер. с англ./В. У. Рэнкин, П. Клафи, С. Халберт. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ

Черненко В. О., студент гр. Т-32-18

Бугайова М. О., ас. каф. ОіБДР

Аналіз існуючих методів моделювання пішохідних та транспортних потоків показав, що найбільш ефективним і сучасним підходом на даному етапі розвитку науки і технічного оснащення є імітаційне моделювання.

Імітаційне моделювання - метод, що дозволяє будувати моделі, що описують процеси так, як вони проходили б у дійсності [1, 2, 3]. Таку модель можна «програти» в часі як для одного випробування, так і заданої їх безлічі. При цьому результати будуть визначатися випадковим характером процесів. За цими даними можна отримати достатньо стійку статистику. Для реалізації вище зазначеного підходу фахівець в області організації руху транспортних і пішохідних потоків на сучасному етапі їх існування застосовує ряд програмних продуктів, а саме PTV Vision, AnyLogic, Vensim, Aimsun і ін [4, 5, 6]. В Україні найбільш поширені продукти PTV Vision і AnyLogic.

AnyLogic — програмне забезпечення для імітаційного моделювання, який підтримує усі підходи для побудови імітаційної моделі. Унікальність, гнучкість та потужність мови моделювання, надаваного AnyLogic, дозволяє враховувати будь-який аспект системи з будь-яким рівнем деталізації.

У якості об'єкта дослідження обрали регульоване перехрестя вул. Вернадського – вул. Малом'ясницька в місті Харкові. Під час проведення натурного обстеження були зібрані дані про інтенсивність транспортних та пішохідних потоків, характеристики світлофорного регулювання на перехресті. За допомогою програмного забезпечення AnyLogic, було побудовано мікроскопічну імітаційну модель перехрестя, на якій відтворено рух транспорту і пішоходів. Основною метою використання програми AnyLogic було проведення оптимізаційних експериментів на перехресті. В результаті експерименту побудови моделі отримано наступне (рис. 1).



Рисунок 1 – Побудована модель

При запуску оптимізаційного експерименту, у якості цільової функції було обрано час проїзду перехрестя транспортними засобами. Попередньо цей час було пораховано, зібравши відповідну статистику. Значення відповідають різниці між поточним часом і часом появи автомобіля в моделі. В якості візуального представлення цих даних виступає гістограма (рис. 2).

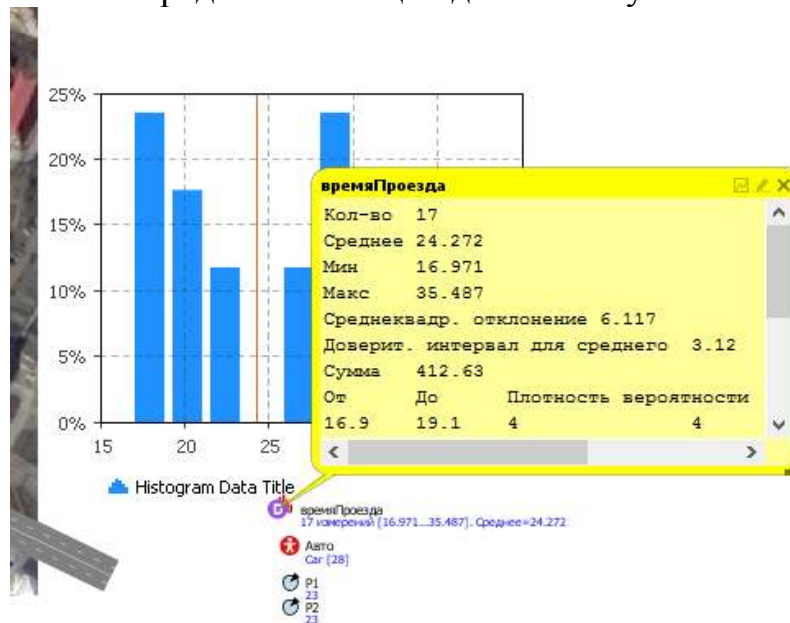


Рисунок 2 – Вікно розрахунку функціоналу моделі

Оптимізаційний експеримент, який полягав в оптимізації тривалості циклу у 2-х фазах допоміг нам встановити 3 залежності:

- залежність основного такту від інтенсивності руху транспортного потоку;
- залежність тривалості основного такту від інтенсивності руху транспортного потоку;
- залежність середнього часу руху від інтенсивності транспортного потоку.

Дані залежності були проведені при існуючій інтенсивності, при збільшенні та зменшенні інтенсивності на 10 - 20%.

На графіках (рис. 3 – 5) можна наглядно побачити, що тривалість циклу при збільшенні інтенсивності руху буде зростати, основний такт у першій фазі буде знижуватись, а у другій фазі зростати, середній час руху буде також зростати. Одним із найважливіших результатів оптимізації було зменшення середнього часу руху, якщо існуючий середній рух дорівнює 57 с, то при оптимізації він був максимум 52 с.

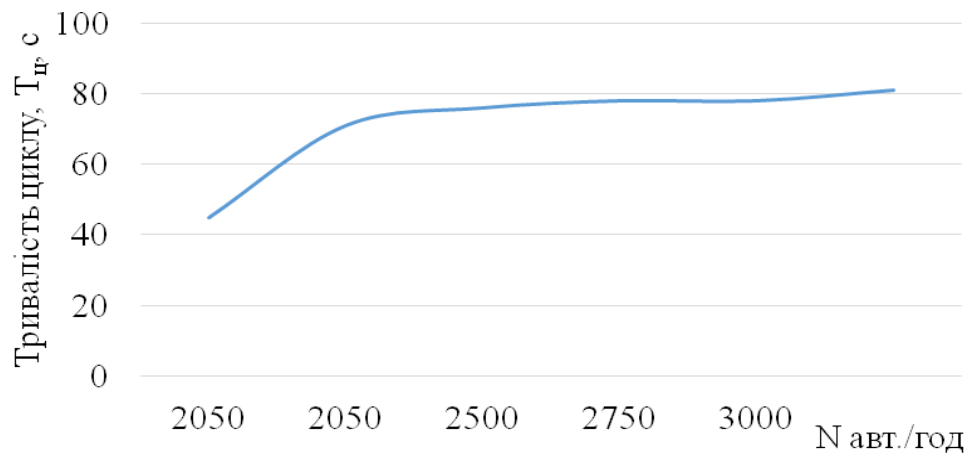


Рисунок 3 – Залежність тривалості циклу від інтенсивності руху транспортного потоку

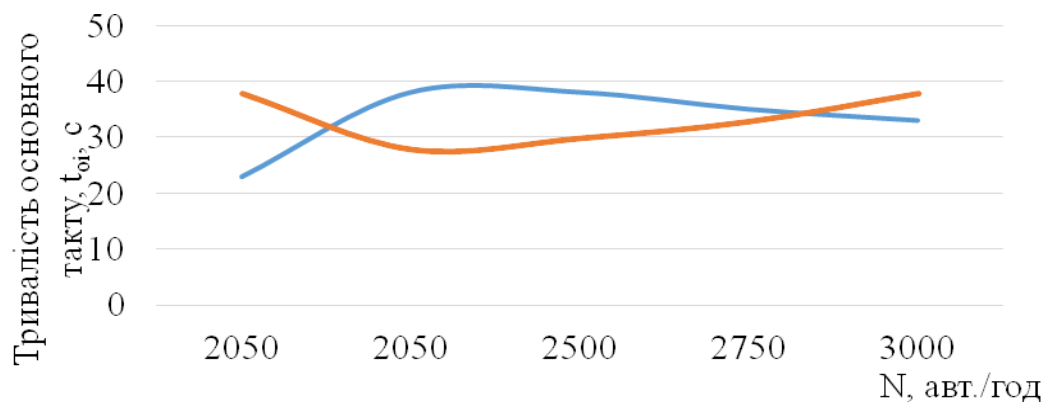


Рисунок 4 – Залежність тривалості основного такту від інтенсивності руху транспортного потоку

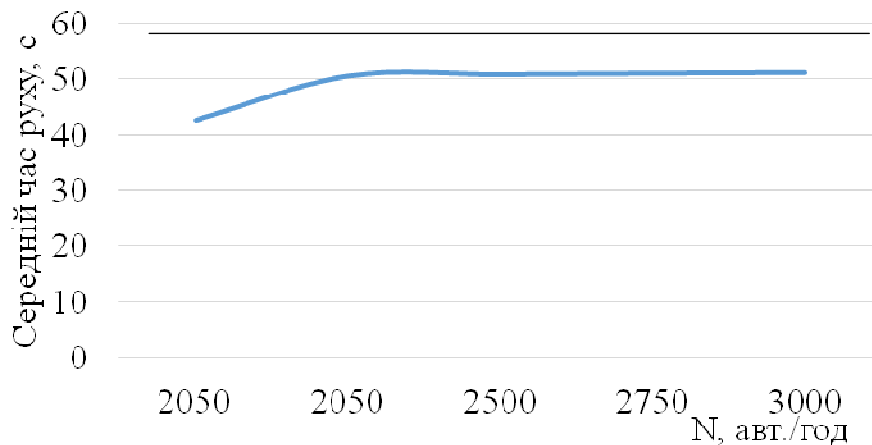


Рисунок 5 – Залежність середнього часу руху від інтенсивності руху транспортного потоку

Встановлено, що мікроскопічна швидкість нагадує нормальний розподіл з середнім значенням 1,38 м/с та стандартним відхиленням 0,37 м/с. Розподіл прискорення також має схожість з нормальним розподілом з середнім значенням 0,68 м/кв.

Також на досліджувальному перехресті було розраховано середню затримку транспортних потоків на кожному напрямку та середню затримку пішоходів результати розрахунків приведені у таблиці 1.

З розрахунків видно, що при збільшенні тривалості циклу, затримки значно зменшаться і рівень обслуговування буде вищим.

Таблиця 1 – Результати оптимізації

Напрямок	Існуючі характеристики						Пропоновані характеристики					
	1-3	1-2	4-1	3-1	3-2	2-3	1-3	1-2	4-1	3-1	3-2	2-3
Інтенсивність, N	1023	108	163	597	399	411	1023	108	163	597	399	411
Тривалість циклу, $T_{\text{ц}}$	56						51					
Тривалість основних тактів, t_i	23			23			33			18		
Середня затримка транспорту, $\Delta t_{\text{тр}}$	16,7						9,8					
Середня затримка пішоходів, $\Delta t_{\text{піш}}$	3,3											
Рівень обслуговування транспортних потоків, LOS	E						C					
Рівень обслуговування пішохідних потоків, LOS_{ped}	D						E					
Час у мережі, $T_{\text{сети}}$	52,5						51,4					

У результаті проведених досліджень, можна зробити висновок що доцільно використовувати імітаційне моделювання, зокрема програмне забезпечення AnyLogic для визначення оптимальних характеристик світлофорного циклу на перехресті.

Література

1. May, A. D. (1990) Traffic Flow Fundamental [Tekst] / Prentice Hall, New Jersey.
2. Fruin, J.J. (1971) Designing for Pedestrians: A Level of Service Concept [Tekst] / Highway research Record 355, 1-15.
3. Fruin, J.J. (1971). Pedestrian Planning and Design [Tekst] / Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners, Inc. New York.
4. Transportation Research Board [Tekst] / Highway Capacity Manual, Special Report 204 TRB, Washington D.C, (1985).
5. Institute of Transportation Engineers (1994). Manual of Transportation Engineering Studies / [Tekst] Prentice Hall, New Jersey.
6. Helbing, D and Molnar, P. (1997) Self-Organization Phenomena in Pedestrian Crowds, in: F. Schweitzer (ed.) / [Tekst] Self-Organization of Complex Structures: From Individual to Collective Dynamics. Gordon and Breach. London pp. 569-577.

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОЇ ФІКСАЦІЇ ПОРУШЕНЬ ПРАВИЛ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В УКРАЇНІ

Тишук Д. В., студент гр. Т-46-17
Левченко О. С., старший викладач

На сьогодні в Україні склалася катастрофічна ситуація у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху. Масштаби дорожньо-транспортного травматизму в нашій державі значно випереджають аналогічні показники більшості держав світу. За наявними статистичними даними, у середньому в Україні щодоби внаслідок дорожньо-транспортних пригод (ДТП) гине 9 осіб, 90 осіб зазнають тілесних ушкоджень. Однією з основних причин ДТП є перевищення максимально дозволеної швидкості руху транспортного засобу [1].

Попри всі перестороги, заперечення і несприйняття цієї системи з боку окремих політиків та представників громадськості, найбільш дієвим, ефективним та безальтернативним механізмом контролю за швидкісним режимом на дорогах держави буде запровадження системи автоматичної фіксації порушень Правил дорожнього руху. Така система на сьогодні працює в більшості країн Європейського Союзу та розвинутих країн світу, причому їх досвід свідчить, що запровадження цієї системи радикально змінило ситуацію з безпеки на дорогах у кращий бік. Наприклад, у сусідній Польщі після запровадження системи автоматичної фіксації порушень правил дорожнього руху кількість ДТП по державі зменшилася на 30 %.

Система фіксації адміністративних правопорушень у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху в автоматичному режимі (далі – Система) на початковому етапі буде фіксувати лише такий вид порушень Правил дорожнього руху, як перевищення встановлених обмежень швидкості руху транспортних засобів.

Фіксувати зазначені правопорушення будуть комплекси автоматичної фіксації — технічні засоби (прилади контролю), що дають змогу в автоматичному режимі здійснювати виявлення та фотозйомку або відеозапис подій, що містять ознаки адміністративних правопорушень у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху [2].

Встановлення стаціонарних технічних засобів (приладів контролю) буде здійснюватися на аварійно-небезпечних місцях (ділянках) та місцях концентрації дорожньо-транспортних пригод автомобільних доріг загального користування державного та місцевого значення вулиць і доріг у містах та інших населених пунктах за погодженням із відповідним уповноваженим підрозділом Національної поліції.

На початок запуску системи було встановлено 50 приладів контролю, із них:

- 20 приладів у місті Києві;
- 30 приладів на дорогах державного значення Київської області.

Визначено підрозділ Національної поліції та проведено підготовки

поліцейських, які прийматимуть рішення по зафіксованих в автоматичному режимі порушеннях.

Відповідно до вимог Правил дорожнього руху у населених пунктах дозволена швидкість руху не більше 50 км/год, а в місцях де створені дорожні умови, що дають можливість рухатися з більш високою швидкістю, дозволена швидкість руху, за рішенням власників доріг за погодженням з Національною поліцією, може бути збільшена. На автомобільних дорогах за межами населених пунктів дозволена швидкість руху транспортних засобів – не більше 90 км/год, на автомобільних дорогах з розділювальною смугою – не більше 110 км/год, на автомагістралях – не більше 130 км/год.

В місті Києві рух транспортних засобів дозволяється із швидкістю не більше 50 км/год. Порушенням швидкісного режиму буде рахуватись – $50+20+3$ км/год = 73 км/год (де 3 км/год – це спеціально закладена похибка в роботі приладу). А відповідно до рішення КМДА з 1 квітня до 1 листопада на відповідних автодорогах міста Києва (наприклад Проспект Бажана в сторону міста Бориспіль) – буде дозволено рухатись по окремим смугам зі швидкістю 80 км/год. Тобто перевищенням швидкості буде рахуватись $80+20+3$ км/год = 103 км/год. Максимально допустима похибка приладів контролю не перевищує ± 3 км/год.

Після фіксації події Системою інформація буде надходити до центру обробки даних автоматичної фіксації порушень Правил дорожнього руху Департаменту патрульної поліції, де розглядається уповноваженим поліцейським, з врахуванням відомостей отриманих з відповідних баз даних (реєстрів), необхідних для винесення постанови про накладення адміністративного стягнення за правопорушення у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху, зафіксовані в автоматичному режимі.

Адміністративну відповідальність за правопорушення у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху, зафіксовані в автоматичному режимі, несе відповідальна особа:

- фізична особа або керівник юридичної особи, за якою зареєстровано транспортний засіб;
- належний користувач відповідного транспортного засобу, якщо відповідні дані внесено в Єдиний державний реєстр транспортних засобів.

У разі якщо транспортний засіб зареєстровано за межами території України до адміністративної відповідальності притягається особа, яка ввезла такий транспортний засіб на територію України. Постанова може виноситися без участі особи, яка притягається до адміністративної відповідальності. Після винесення Постанова друкується на паперовому бланку із спеціальними елементами захисту та протягом трьох днів надсилається відповідальній особі рекомендованим листом з повідомленням на адресу місця реєстрації (проживання) фізичної особи (місцезнаходження юридичної особи) або вручається особі, яка ввезла транспортний засіб (іноземна реєстрація) на територію України, відповідними підрозділами Державної прикордонної служби України. Постанова набирає законної сили після її вручення особі або отримання поштового повідомлення про вручення

або про відмову в її отриманні, або повернення поштового відправлення з позначкою про невручення [1].

Інформація про розміщенні приладів контролю публікується на офіційних веб-сайтах МВС та Національної поліції. В місця розміщення приладів контролю встановлюються відповідні інформаційно-вказівні дорожні знаки.

Крім цього, патрульна поліція і надалі буде використовувати лазерні вимірювачі швидкості TruCAM, а також «фантомні камери», які дозволяють вимірювати швидкість руху зустрічного автотранспорту.

Система автофіксації порушень на дорогах запрацювала в Україні з 1 червня 2020 року.

Після другої доби роботи системи правоохоронці повідомили про зменшення порушень на 40%.

Автоматична система фото- і відеофіксації виявила майже мільйон випадків порушення Правил дорожнього руху за сто днів роботи, за які порушники сплатили штрафи на суму понад 100 мільйонів гривень. Про це повідомив перший заступник начальника департаменту патрульної поліції Олексій Білошицький на брифінгу МВС 8 вересня 2020 року [3].

За даними правоохоронців, загалом за сто днів Система зафіксувала 833 949 подій, за які порушники сплатили 645 526 штрафів на загальну суму 101 694 585 гривень.

При цьому в МВС говорять, що впровадження Системи дозволило скоротити кількість ДТП із потерпілими на ділянках, де встановлено камери, з 37 минулого року до 13 цього річ.

Окрім того, Державне агентство інфраструктурних проєктів планує закупити та встановити у містах України протягом наступних трьох років 400 камер відеоспостереження на додачу до вже встановлених 200.

8 грудня 2020 року в Києві розпочала роботу камера автоматичної фіксації порушень ПДР, яка реєструє рух по смузі громадського транспорту.

Наразі в Харкові встановили перші камери, які фіксуватимуть перевищення швидкості на дорогах.

Література

1. Запуск системи автоматичної фіксації порушень Правил дорожнього руху. Електронний ресурс: <https://mvs.gov.ua/uk/ministry/avtomatichna-sistema-fotovideofiksaciyi-porusen-pdr/zapusk-sistemi-avtomatichnoyi-fiksaciyi-porusen-pravil-doroznyogo-ruhu>.

2. Постанова Кабінету Міністрів України від 10 листопада 2017 року №833 «Про функціонування системи фіксації адміністративних правопорушень у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху в автоматичному режимі».

3. Автоматична система виявила майже мільйон порушень ПДР за сто днів. Електронний ресурс: <https://suspilne.media/125534-u-kyevi-policia-vikrila-nizku-rozvazalnih-zakladiv-aki-ignoruvali-karantin>.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТРИВАЛОСТІ ЦИКЛУ РЕГУЛЮВАННЯ НА ПРОПУСКНУ СПРОМОЖНІСТЬ ПЕРЕХРЕСТЯ

Гусаченко Р. А., студент гр. ТД-51-20

Основним технічним засобом регулювання транспортних потоків на вулично-дорожній мережі (ВДМ) міст є світлофорні об'єкти, які сьогодні можуть працювати в найрізноманітніших циклічних режимах. Забезпечення потрібної пропускної спроможності ВДМ є обов'язковою умовою стійкого функціонування транспортної системи міст. На магістральних вулицях регульованого руху пропускна спроможність перехрестя залежить від оптимізації налаштувань режимів світлофорного регулювання, визначених співвідношенням інтенсивностей потоків, що перетинаються, частками поворотних потоків [1].

Пропускна спроможність визначається як максимальне число транспортних засобів, які можуть проїжджати через перетин дороги за одиницю часу при переважаючих умовах, для регульованих перехресть її часто оцінюють на основі передбачуваних значень потоку насичення [2, 3]. Методи оцінки пропускної спроможності регульованих перехресть розглянуті в роботах Е.М. Лобанова, В.В. Сильянова і ряду інших авторів [2-5]. Крім того, є нормативні документи, в яких містяться докладні методики відповідних розрахунків. Однак в нашій країні не оновлюється методичне забезпечення з проектування регульованих перетинів (розрахунками затримок, черг транспортних засобів, параметрів режимів регулювання).

Відповідно до процедури, що рекомендована в керівництві США Highway Capacity Manual (HCM) 2000, пропускна здатність перехресть вимірюється для критичних груп смуг руху (тих груп смуг, які вимагають найбільшої кількості зеленого часу). Відношення інтенсивності на вході до пропускної спроможності перехрестя засноване на критичних групах смуг руху; групи некритичних смуг руху не визначають режим роботи світлофора. Правила визначення критичних груп смуг більш детально описані в керівництві HCM 2000 [6].

Дослідження, проведене в рамках HCM 1985 року, показало, що пропускна здатність критичних смуг на регульованому перехресті становила приблизно 1400 автомобілів на годину [7]. Ця пропускна здатність є оціночною на етапі планування, яка враховує вплив втрат часу (затримок) і типові швидкості потоку насичення. Дослідження, проведені в США, показали, що на регульованих перехрестях в урбанізованих районах практична пропускна здатність перевищує 1800 автомобілів на годину [8].

Відношення інтенсивності транспортного потоку на перехресті N_v до пропускної спроможності P , яке називають ступенем насичення, являє собою характеристику працездатності перехрестя для задоволення попиту від транспортних засобів [5].

Довжина (тривалість) циклу визначає те, як часто протягом години обслуговується кожен напрямок руху. Завдання тривалості циклу являє

собою або пряме введення даних, в разі заздалегідь заданих або скоординованих систем світлофорної сигналізації, які працюють з незмінною довжиною циклу, або виведення даних з детекторів транспортного засобу, з урахуванням мінімальних і максимальних тривалостей зеленого сигналу і перехідних інтервалів. Занадто короткі цикли не забезпечують достатнього часу очікування для всіх фаз і призводять до виникнення заторів. Довші цикли приводять до збільшення затримок і черг для всіх учасників руху.

Розрахунок і вибір оптимальної тривалості циклу вимагає високого ступеня компетентності з боку інженера, а також наявності спеціалізованих методик. У більшості випадків тривалість циклу регулювання на перехресті становить від 50 до 120 с. Для низькошвидкісних міських доріг краща коротша тривалість циклу від 50 до 70 с. Для широких проїжджих частин (більше 15 м з тривалим часом руху пішоходів (більше 20 с) або в ситуаціях, коли є висока інтенсивність транспортного потоку і транспортні засоби, що здійснюють лівий поворот, не можуть ефективно здійснювати маневр, тривалість циклу від 60 до 90 з може бути краще [9]. на перехрестях з великою інтенсивністю руху, де поворотні потоки виконують рух протягом декількох фаз, тривалість циклу від 90 до 120 з може бути найбільш підходящою. Однак на великих перехрестях може знадобитися тривалість циклу більше 120 с, щоб здійснити пропуск пішоходів через багатосмугову проїжджу частину, особливо в пікові періоди.

Потенційні негативні наслідки занадто великої відмінності реального значення пропускної здатності перехрестя від оптимальної величини наведені на рис. 1.

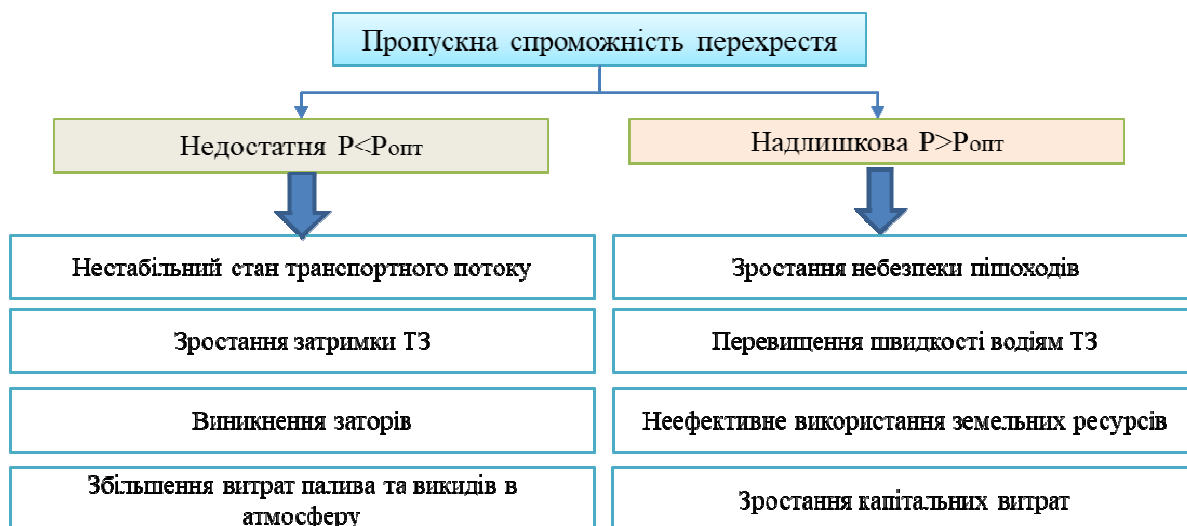


Рисунок 1 – Негативні наслідки занадто збільшеної та занадто зменшеної пропускної спроможності регульованого перехрестя

Тривалість циклу 90 с часто вважається оптимальною, оскільки втрачений час транспортними засобами наближається до мінімуму, пропускна здатність наближається до максимуму, а затримка не дуже велика

[2-4]. Довші цикли можуть привести до надмірної черзі на підході до перехрестя і будуть ускладнювати вчинення маневрів (лівий і правий поворот), особливо при підвищенні інтенсивності транспортних потоків на перехресті. З іншого боку, пропускна здатність перехрестя істотно падає, коли тривалість циклу стає менше 60 с, оскільки більший відсоток часу циклу доводиться на перехідні інтервали жовтих і червоних сигналів.

Таким чином, у практиці проектування регульованих перехресть рекомендується уникати як випадків недостатньої так і випадків надлишкової пропускної спроможності.

Література

1. Григоров М.А., Дашенко О.Ф., Усов А.В. Проблеми моделювання і управління рухом транспортних потоків у великих містах: Монографія. – Одеса: Астропринт, 2004. – 272 с.
2. Левашев А.Г. Михайлов А.Ю. Головных И.М. Проектирование регулируемых пересечений: Учеб. пособие – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. – 208 с.
3. Лобанов Е.М. “Транспортная планировка городов”. М.: Транспорт. – 1980. – 840 с.
4. Сильянов В.В. Теория городских потоков в проектировании дорог и организации движения. – М.: Транспорт, 1987.
5. Клишковштейн Г. И., Афанасьев М. Б. Организация дорожного движения: Учеб. для вузов.– 5-е изд., перераб. и доп. – М: Транспорт, 2001. – 247 с.
4. Система показателей оценки эффективности ОДД и возможность её применения в территориальном и транспортном планировании [Електронний ресурс]. - Режим доступа: <http://docplayer.ru/39408259-Sistema-pokazateley-ocenki-effektivnosti-odd-i-vozmozhnost-eyo-primeneniya-v-territorialnom-i-transportnom-planirovanii.html>
6. Highway Capacity Manual. // TRB, Washington, DC, 2000. – 1134 p.
7. Abu-Lebdeh, G. and Benekahal, R. F. (1998), "Evaluation of Dynamic Signal Coordination and Queue Management Strategies for Oversaturated Arterials.
8. Effect Of Cycle Time And Signal Phase On Average Time Delay, Congestion And Level Of Service: A Case Study At Hager Astedader Signalized Intersection in Addis Ababa / Tarekegn Kumala, Prof. Emer T. Quezon, Bogale Shiferaw / International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 7, Issue 10, October-2016/
9. The Dynamics and the Uncertainty of Delays at Signals / Francesco Viti / Delft University of Technology, 2006 [Електронний ресурс]. - Режим доступа: https://www.academia.edu/1091154/The_dynamics_and_the_uncertainty_of_delays_at_signals

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ШВИДКОСТЕЙ РУХУ АВТОМОБІЛІВ, ЩО ПОТРАПИЛИ В ДТП

Рябушенко О. В., к.т.н., доцент
Апуктіна Д. С., студентка гр. Т-42-17

Неправильний вибір швидкості руху автомобіля або перевищення нормативно встановлених швидкісних режимів є найважливішим фактором, що сприяє росту дорожнього травматизму. Чим вище швидкість, тим більше гальмовий шлях транспортного засобу, і, отже, підвищується ризик виникнення ДТП. У випадку, якщо аварія відбувається на високій швидкості, повинна бути поглинена більша кількість кінетичної енергії, і ризик одержання важкої травми значно зростає [1].

Численні дослідження показують збільшення ймовірності попадання автомобіля в ДТП при збільшенні швидкості руху [2, 3]. Більшість авторів приходили до висновку про експоненційне зростання ймовірності попадання автомобіля в ДТП зі збільшенням швидкості [4, 5]. Велика кількість досліджень присвячені аналізу тяжкості наслідків ДТП для окремих категорій учасників руху, перш за все пішоходів [6]. Зростання ймовірності травмування або смерті потерпілого в ДТП при збільшенні швидкості руху автомобіля є загальновизнаним фактом. Так в роботі [7] відзначається зростання ймовірності загибелі пішохода в середньому на 11 % при збільшенні швидкості на 1 км/год.

Одним із найбільш достовірних методів оцінки впливу швидкості руху на аварійність є отримання даних про швидкість руху автомобілів, що потрапляли в ДТП. Відповідні дані для міста Харкова були отримані з матеріалів розслідування ДТП (автотехнічних експертиз), які проводилися експертами Харківського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру (НДІЕКЦ) Міністерства внутрішніх справ України. Всі розглянуті випадки ДТП відносилися до таких, в яких постраждалі отримували як мінімум середньої тяжкості тілесні ушкодження. З усіх матеріалів розслідувань ДТП вибиралися ті, в яких була встановлена швидкість руху автомобіля. Таким чином, загальний обсяг вибірки склав 338 випадків.

Найбільшу кількість з проаналізованих ДТП склали наїзд на пішохода — 139 випадків, на другому місці були зіткнення — 123 випадків, на третьому - перекидання — 48 випадків. Частка інших типів подій була незначна.

Розподіл швидкостей руху автомобілів для сукупної вибірки ДТП було проаналізовано з використанням програмного пакету статистичного аналізу даних Statistica. Зокрема, були отримані гістограми розподілу величини швидкості руху автомобіля в диференціальному і інтегральному вигляді, а також визначені основні статистичні характеристики розподілу (табл. 1).

На рисунку 1 розподіл швидкостей руху автомобілів, що потрапили в ДТП в місті Харкові представлено у вигляді гістограм відносних частот для всього діапазону швидкостей з кроком 10 км/год.

Таблиця 1 – Результати розрахунку статистичних характеристик розподілу швидкостей руху автомобілів, що потрапили в ДТП в місті Харкові

Статистична характеристика	Значення
Кількість даних	338
Середньозважене	53,96
Медіана	50
Мода	50
Середнє квадратичне відхилення	22,10
Мінімум	5
Максимум	150

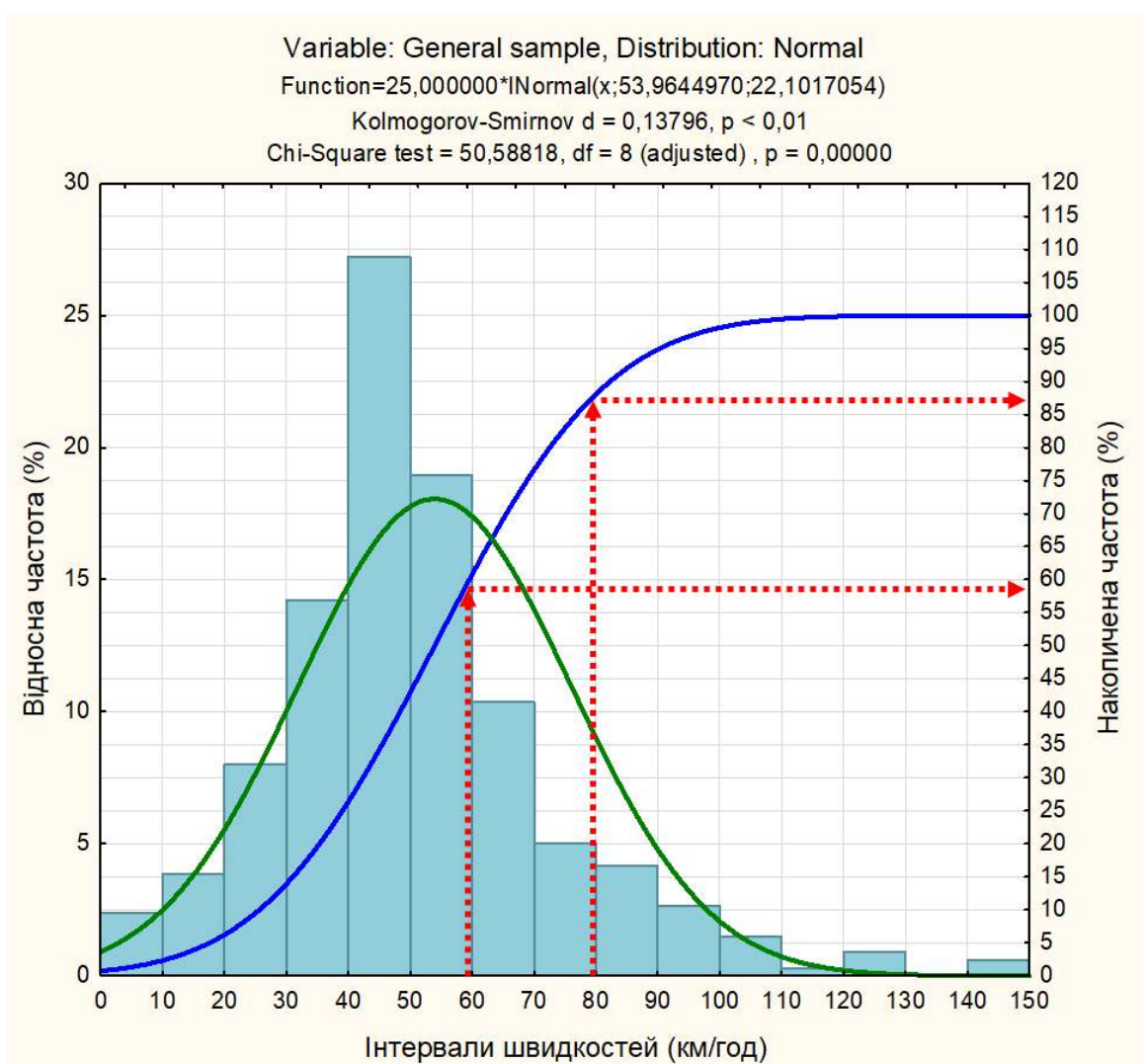


Рисунок 1 – Графічне представлення розподілу швидкостей руху автомобілів, що потрапили в ДТП в місті Харкові

Отриманий розподіл з достатньою точністю може бути описано нормальним законом розподілу (критерій Колмогорова склав 0,138). Також на графіку наведена диференційна крива нормального розподілу та крива

інтегрального відсотка (графік накопичених частот).

Представлення закону розподілу швидкості руху автомобілів в інтегральному вигляді дозволяє оцінити відносну кількість водіїв, що перевищували максимальну дозовану швидкість руху в межах міста. Зокрема, можна бачити, що зі швидкістю більше 60 км/год рухалися близько 42 % водіїв, а близько 14% водіїв рухалися зі швидкістю більше 80 км/год. Така велика кількість порушників серед водіїв частково пояснюється високим значенням толерантності до перевищення швидкості в Україні, яке становить 20 км/год.

Таким чином, перевищення швидкісного режиму руху на ВДМ міста Харкова може бути одним із факторів підвищення показників аварійності та смертності в ДТП. Уникання небезпечної швидкості водіння є досить складним завданням. Багато водіїв свідомо ігнорують можливі ризики й часто вважають, що переваги від швидкості переважає ті проблеми, які можуть з'явитися. Для вирішення проблеми безпеки дорожнього руху України повинно спиратися на комплексний, стратегічний підхід до створення безпечної системи руху по дорогах, у центрі якої має перебувати система управління швидкісним режимом на ВДМ міст.

Література

1. Управление скоростью: Руководство по безопасности дорожного движения для руководителей и специалистов. Женева, Глобальное партнерство дорожной безопасности, 2008. - 164 стр.
2. Travelling Speed and the Risk of Crash Involvement. Kloeden CN, McLean AJ, Moore VM, Ponte G. (1997). NHMRC Road Accident Research Unit. The University of Adelaide.
3. Travelling speed and risk of crash involvement on rural roads. CN Kloeden, G Ponte, J McLean (2001). Australian Transport Safety Bureau
4. Driving speed and the risk of road crashes: A review. Ingrid van Schagen ... L. Aarts, I. van Schagen / Accident Analysis and Prevention 38 (2006). pp. 215–224.
5. The incidence of fatal pedestrian crashes R. Anderson, A. Mclean, +2 authors Boon Hin Lee. 2016. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9316714/>
6. Speed and its Effects on Road Traffic Crashes. D. Mohan. 2016. Available from: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/b19737-16/speed-effects-road-traffic-crashes-dinesh-mohan>
7. Hussain Q, Feng H, Grzebieta R, Brijs T, Olivier J. The relationship between impact speed and the probability of pedestrian fatality during a vehicle-pedestrian crash: a systematic review and meta- analysis. Accid Anal Prev. 2019; 129(June): 241–9.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ ТА БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Макухівський Г. А., студент гр. ТД-51-20
Степанов О. В., докт. техн. наук, проф.

Згідно з Національною транспортною стратегією України на період до 2030 року «для забезпечення інноваційного розвитку транспортної галузі передбачено впровадження інтелектуальних транспортних систем і систем управління рухом на наземному ... транспорті (ERTMS, ITS, SST...)» [1].

Крім того, метою «Стратегії підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 рр», яка була прийнята Урядом України в жовтні 2020 р. [2], є «покращення стану вулично-дорожньої мережі та дорожньої інфраструктури», впровадження інтелектуальних транспортних систем в Україні, наближення національних показників безпеки дорожнього руху (БДР) до середньоєвропейського рівня.

Згідно з аналізом наукових джерел, створення технологій Intelligent transportation system (ITS) пов'язане з розвитком телематичних елементів дорожньої інфраструктури і транспортних засобів, а також зі створенням фізичної архітектури ITS і стандартів комунікаційної взаємодії всіх суб'єктів і об'єктів ITS [3-18]. Відзначимо, дослідженню різних аспектів ITS присвячені різнопланові роботи, однак у фахівців єдиної стратегії створення ITS і їх розвитку в інформаційному середовищі транспортних комплексів поки не вироблено [3-9].

У світовій практиці ITS визнані як транспортна політика, «як ідеологія інтеграції досягнень телематики в усі види транспортної діяльності для вирішення проблем економічного і соціального характеру - скорочення аварійності, підвищення ефективності громадського транспорту і вантажоперевезень ...» [4], поліпшення екологічних показників, забезпечення БДР. При цьому світовий досвід розвитку ITS налічує понад 40 років [6, 9, 10-18]. Проведемо короткий огляд створення ITS.

Найбільш прогресивно процес розвитку ITS протікає в США, країнах Європи, Японії, Австралії [12, 17]. Першим етапом становлення ITS в США прийнято вважати появу в 1960 році Electronic Route Guidance System - ERGS [9, 11, 14]. В середині 1970 років концепція ERGS була прийнята за основу Automatic Route Control System - ARCS [209]. ARCS представляла собою перший приклад автоматизованої системи підтримки маршруту з використанням цифрових карт [14]. Самим раннім прообразом ITS в Європі з 1970 по 1976 роки була система Autofahrer Rundfunk Information - ARI [14].

У 1988 році, в Національній академії наук США на зустрічі транспортних лідерів було прийнято рішення рухатися в напрямку планового розвитку ITS під контролем держави і приватних організацій. Як результат - поява Intelligent Vehicle Highway Systems - IVHS [13]. У 1990 році система IVHS була визнана конгресом США, а до початку 1994 року Америка була перейменована в ITS Америку.

У 1986 році була заснована the Program for European Traffic with Efficiency and Unprecedented Safety - PROMETHEUS. Рушійною силою PROMETHEUS був консорціум, що складається з 18 європейських компаній по виробництву автомобілів. В ході розвитку PROMETHEUS з 1987 по 1994 рік розроблялися численні прикладні програми ITS, в тому числі проекти інтелектуальних транспортних засобів ARGO і VITA II.

Нащадком PROMETHEUS з 1995 року стала програма Program for Mobility in Transportation in Europe — PROMOTE. Поряд із програмами PROMETHEUS та PROMOTE Європейська комісія в 1988 році створила програму Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe — DRIVE [11], сфокусовану на магістральних ITS і комунікаційну інфраструктуру для мандрівників і управління транспортом [13].

Першою фазою розвитку ITS в Японії вважається проект Comprehensive Automobile Control System — CACS [14, 18]. На початку 1980-х років почалася робота по проекту Road/Automobile Communication System — RACS, яка лягла в основу нинішньої системи автомобільної навігації. Подальший розвиток ITS Японії отримали в проектах Control Intelligent Management System — CIMS і Advanced System of Vehicle — ASV.

В Австралії, у 1970 році Департамент головних доріг встановив першу систему, яка охоплювала 30 перехресть із сигналізацією та централізованим контролем і можливістю адаптивного управління транспортними потоками (Traffic Responsive Capabilities — TRC). У 1985 році була встановлена система другого покоління адаптивним управлінням дорожнього руху (Traffic Responsive Adaptive Control — TRACS). Подальший розвиток системи TRACS дозволила створити в 1998 році першу версію ITS STREAMS. Дана система являла собою інтегровану ITS, що забезпечує управління циклами світлофорного регулювання, управління трафіком на автомагістралі, інформування мандрівників і супровід парковки.

Слід зазначити, що в СРСР спроби побудови ITS почалися у 1975 році зі створення «Системи управління дорожнім рухом (Старт)» [3, 5, 7, 8]. В середині 1980-х рр. почалася розробка першої автоматизованої системи управління дорожнім рухом (АСКДР). Подальший розвиток АСКДР проходить під впливом закордонних технологій [7, 8].

Таким чином, передові архітектури ITS охоплюють такі функції як управління дорожнім рухом, управління громадським транспортом, управління технічними системами транспортних засобів, електронний збір платежів, управління надзвичайними ситуаціями на транспорті, управління вантажами і вантажоперевезеннями, інформаційне забезпечення учасників дорожнього руху [3, 5, 7]. При цьому головним завданням ITS залишається безпека дорожнього руху.

На думку С. В. Жанказієва, «слід виділити три світові системи стандартизації, що мають найбільший вплив у сфері технічного регулювання ITS» [4]: ISO - міжнародна організація по стандартизації (ISO - International Organization of Standardization), де сфера ITS регулюється технічним комітетом 204 (Technical Committee 204 - Intelligent Transport Systems); CEN -

європейський комітет зі стандартизації (CEN - European Committee for Standardization), де сфера ITS регулюється технічним комітетом (Technical Committee 278 - Road Transport and Traffic Telematics); ITS Standards of Japan - японська система стандартизації.

Дамо основні поняття архітектури ITS (С. В. Жанказієв, В. В. Комаров, С. А. Гараган, 2012). Формування архітектури ITS - процес отримання в період проектування системи формалізованого комплексного уявлення про функціональну та технічну структуру, зональних параметрах і рівнях сумісності транспортно-телематичних систем, взаємодія яких з максимальною ефективністю забезпечує необхідну мобільність населення, цільові параметри вантажо- і товарообігу і використання дорожньої мережі при заданому рівні транспортної та екологічної безпеки [4, 6].

Функціональна архітектура ITS визначає функції окремих елементів, модулів і підсистем, включаючи зв'язку між ними. Вона виробляється з урахуванням сервісної специфіки ITS, тобто враховує попит споживачів в різних підсистемах. Функціональна архітектура формує вимоги до режимів взаємодії всіх суб'єктів і об'єктів ITS і, як наслідок, визначає комплекс базових вимог до елементної бази підсистем ITS на всіх рівнях, тобто визначає вимоги до телематичних елементів [4, 6].

Складовою частиною завдань функціональної архітектури ITS є інформаційна архітектура, яка дає точний опис інформаційних процесів у всіх підсистемах і телематичних додатках, включаючи вимоги до вхідних і вихідних потоків інформації. Інформаційна архітектура може бути різною в залежності від індивідуальних особливостей підсистем ITS [4, 6].

Таким чином технічне виконання опорних технологій ITS пов'язано з розвитком телематичних елементів дорожньої інфраструктури і транспортних засобів, а також зі створенням комунікаційної взаємодії всіх суб'єктів і об'єктів ITS [6].

На основі світового досвіду розвитку ITS можна стверджувати, що ITS широко застосовуються у всьому світі і є одним з найбільш ефективних шляхів вирішення транспортних проблем з метою підтримки БДР. При цьому ITS розглядається як інтеграція «інформаційних», «комунікаційних технологій і засобів автоматизації» з транспортною інфраструктурою.

Наукові дослідження в області побудови опорних підсистем ITS є актуальними і затребуваними. Крім того, розробка стандартів, які встановлюють як загальні вимоги до ITS (базові елементи фізичної та функціональної архітектури), так і до технологій підсистем ITS, також актуальні і затребувані, що є предметом подальших досліджень.

Література:

1. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року [Електронний ресурс] : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р., № 430-р.

2. Про схвалення Стратегії підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року. Розпорядження КМУ від 21 жовтня 2020 р. № 1360-р.
3. Васильев, В.И. Интеллектуальные системы управления. Теория и практика: учебное пособие /В.И. Васильев, Б.Г. Ильясов.- М.: Радиотехника, 2009. - 392 с.
4. Жанказиев, СВ. Опыт создания и эксплуатации интеллектуальных транспортных систем / Информационный сборник подготовлен кафедрой «Транспортная телематика» МАДИ. - М., - 2009. - 287 с
5. Кабашкин, И.В. Интеллектуальные транспортные системы: интеграция глобальных технологий будущего / И.В. Кабашкин // Транспорт Российской Федерации. – No 2 (27) 2010.– С. 34-38
6. Комаров, В.В. Архитектура и стандартизация телематических и интеллектуальных транспортных систем. Зарубежный опыт и отечественная практика / В.В.Комаров, С.А. Гараган. – М. : НТБ «ЭНЕРГИЯ», 2012. – 352 с.
7. Коротаев, Л.Н. Организация дорожного движения: Учебное пособие. Часть 1,2 / Л.Н. Коротаев, О.Е. Губенков. - Орел: ОрЮИ МВД России, 1997.
8. Печерский, М. П. Автоматизированные системы управления дорожным движением в городах [Текст] / М. П. Печерский, Б. Г. Хорович. - М. : Транспорт, 1979. - 176 с
9. Селиверстов, С. А. О построении интеллектуальной системы организации и развития транспортной системы мегаполиса / С.А. Селиверстов, Я.А. Селиверстов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2015. № 2-3 (217-223). С. 139-161.
10. Batty, M. Smart cities of the future /M Batty, K.W. Axhausen, F. Giannotti, A. Pozdnoukhov eds. // The European Physical Journal Special Topics. 2012. Vol. 214. Iss. 1. Pp. 481–518.
11. Keen, K. DRIVE 92. Research and technology development in advanced road transport telematics (Rep. № DR1203) / K. Keen, E. Murphy, (Eds.). – Brussels: Commission of the European Communities. 1992.
12. Lieskovsky A. Proceedings in Intelligent Transportation Systems 2013 / A. Lieskovsky, Š. Baďura, M. Mokryš // Virtual Conf. EDIS – Publishing Institution of the University of Zilina. 2013. 173 p.
13. McQueen, B. The development of IVHS in Europe / McQueen, Catling // In SAE Technical Paper Series (SAE № 911675. pp. 31-42) Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers. 1991.
14. Nowacki G. Development and Standardization of Intelligent Transport Systems /G.Nowacki G // TransNav, the Internat. J. on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. 2012. Vol. 6. No. 3. Pp. 403-411.
15. Rosen, D.A. An electronic route-guidance system for highway vehicles / D.A. Rosen, F.J. Mammano, R. Favout // IEEE Transactions on Vehicular Technology. Vol. 19, Is. 1. IEEE. 1970. P. 143 – 152.

РОЗВИТОК ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Мосієнко Д. С., студентка гр. Т-46-17
Степанов О. В., докт. техн. наук, проф.

Транспорт в Україні як самостійна сфера матеріального виробництва має низку особливостей, що відрізняють його від інших галузей господарства. В сучасних умовах транспорт відіграє не тільки соціальне значення, а й виконує загальнодержавні господарські функції [2, 3, 6].

У загальноекономічному плані транспорт зменшує часовий і просторовий розрив між виробництвом і споживанням, між покупцем і продавцем. Вищенаведене дозволяє вважати, що транспорту в умовах суспільних трансформацій властива інтеперабельність (interoperability) [1, 10]. Зокрема, інтеперабельність транспорту можна спостерігати між організаціями при здійсненні своєї діяльності.

Крім того, транспорт може впливати на прискорення процесу розширеного виробництва, збільшуючи масу готової продукції, що знаходиться в процесі звернення [2, 4]. Особлива роль при цьому відводиться державному управлінню і регулюванню транспортного комплексу, які мають бути спрямовані на прискорення процесів переходу транспорту на більш високий організаційно-управлінський і технологічний рівень.

Значний внесок у розробку теорії та методології державного управління транспортним комплексом зробили вітчизняні та зарубіжні дослідники, проте поза увагою дослідників ще залишаються важливі питання з'ясування особливостей транспортної інфраструктури як об'єкта державного управління, розробки пропозицій щодо впровадження механізму державного регулювання самоорганізації транспортного комплексу.

Розглядаючи питання державного управління розвитком транспортного комплексу відзначимо, що особливе місце в транспортному комплексі займає його інтеперабельність, як один з найважливіших компонентів ринкової інфраструктури. Під інфраструктурою розуміється сукупність галузей, необхідних для ефективного функціонування підприємств сфери матеріального виробництва [9, 11].

Інфраструктуру ринку можна позначити як комплекс інститутів, що забезпечують нормальне і безперервне функціонування ринку [5]. З урахуванням інтеперабельності в інфраструктурі ринку виділяється транспортна інфраструктура, як сфера транспортного виробництва, яка сприяє отриманню його кінцевої продукції — транспортної послуги.

Транспорт в силу свого інфраструктурного характеру повинен бути підданий контролю і регулюванню з боку державних і регіональних органів влади. В цей процес повинні бути включені органи державного правління на міжрегіональному рівні.

Для обґрунтування ключових напрямів удосконалення транспортної інфраструктури необхідно враховувати стратегічні зміни в основних системоутворюючих сферах, а саме: інституційної, технологічної та

макроекономічної. При цьому стратегічні розвиток транспортного комплексу, з урахуванням інтероперабельності в названих сферах, можна представити наступними факторами [8].

1. Інституційні чинники: підтримка національних підприємств транспортного комплексу в міжнародній конкуренції; рішення загальнонаціональних і регіональних соціально-економічних проблем; створення міжрегіональних та міжнародних транспортно-розподільних центрів; розвиток інноваційних форм організаційно-економічної взаємодії між суб'єктами транспортного ринку.

2. Технологічні фактори: впровадження сучасних транспортно-логічних та інших технологій; розвиток швидкісних і високошвидкісних видів вантажного і пасажирського транспорту; розвиток контейнерних і пакетних перевезень як основи змішаної доставки вантажу; розвиток глобальних та корпоративних інформаційно-комунікаційних мереж; впровадження електронних систем регулювання руху транспортних засобів і документообігу на перевезеннях.

3. Макроекономічні фактори: розширення міждержавних та міжрегіональних транспортно-економічних зв'язків; формування міжрегіональних ринків товарів і послуг; формування системи національних транспортних коридорів з усуненням розривів і вузьких місць у транспортній мережі; розвиток форм власності; посилення конкуренції і розвиток транспортно-логістичного сервісу.

Відзначимо, розглядати розвиток транспортного комплексу необхідно з точки зору системного підходу та інтеграції зусиль всіх учасників процесу. Для досягнення спільної мети необхідно визнати взаємозв'язок і взаємозалежність між складовими елементами ринку. Крім того, множинність функцій, пов'язаних з реалізацією механізму розвитку. Це може бути досягнуто за рахунок переходу до корпоративної культури управління. При цьому відповідальність за розвиток транспортного комплексу є інтегративної функцією бізнесу і держави. Таким чином, погоджений розвиток всіх елементів транспортної інфраструктури вимагає використання найбільш ефективних методів та інструментів управління інтеграційної діяльністю, серед яких особливе місце займає кооперація.

Кооперація суб'єктів ринку в формі співпраці і партнерства є ефективним способом взаємодії на міжрегіональному рівні. Відзначимо, особливості технологічного укладу виробництва транспортних послуг об'єктивно ведуть до співпраці, партнерства всіх учасників процесу, включаючи державу. Слід підкреслити, що конфігурація партнерства визначається формою взаємодії, а його зміст в кожному конкретному випадку наповнюється в залежності від домінування тієї чи іншої ознаки [4]

Характер партнерських відносин залежить не тільки від комбінацій елементів, що знаходяться в рамках модельного уявлення партнерства, але і від реальних організаційних структур. Партнерство можна розглядати як форму добровільного економічної взаємодії з врівноваженим комплексом взаємних інтересів членів-учасників спільноти [7].

Партнерські відносини держави з бізнесом повинні відбуватися при дотриманні принципу оптимальності ступеня державної участі в виробничо-фінансовій діяльності транспортних підприємств з урахуванням специфічних умов та особливостей регіонального розвитку. Крім того, необхідно враховувати збереження конкуренції і взаємодії на ринку транспортних послуг, а також багатовимірність регулювання транспортної системи.

На практиці партнерські відносини реалізується у формі певної інституційного середовища, сукупності взаємозв'язків і механізму державного регулювання. При цьому формування вирішення соціально орієнтованих проектів вигідних і для держави, і для бізнесу, і для громадян має здійснюватися з інноваційного типу організаційно-економічної взаємодії [4, 5].

Вивчення наукових досліджень показало, що змістовна оцінка достатності розвитку транспортного комплексу, його ефективності та відповідності поточним і перспективним соціально-економічним потребам, повинна спиратися на певну систему моделей. Вони включають існуючі та прогностичні територіально-галузеві баланси виробництва і споживання продукції з виділенням матеріальних балансів. При цьому складання таких балансів в сучасних умовах повинно носити прогностичний, варіантний характер з урахуванням зовнішнього середовища.

Окремо слід відзначити той факт, що користувачі послуг транспорту також піддаються значним, непередбачуваним ризиків. Зокрема, альтернативної, повноцінної заміни багатьом транспортним об'єктам часто не буває. При цьому формування конкурентного середовища на транспорті пов'язане з капітальним вкладенням. Транспортні системи повинні бути високопродуктивними, стійкими до експлуатаційних навантажень, володіти достатньою різноманітністю, що адаптує їх під широкий діапазон можливих умов транспортної роботи і ринку.

Дослідження показують, що в загальній системі управління економікою держави виділяються три аспекти: народногосподарський - охоплює єдиний комплекс країни; галузевий - об'єктом якого є галузі і міжгалузеві комплекси; територіальний - включає в сфері транспорту поряд з регіональним і міжрегіональний рівень [5, 8].

Загальновідомо, що ринкові механізми не забезпечують раціонального з суспільної точки зору розподілу ресурсів. Маються на увазі випадки, коли мова йде про виробництво, що супроводжується зовнішніми ефектами або про створення суспільних благ. При функціонуванні та розвитку соціально-орієнтованого та перспективного транспорту держава повинна брати на себе функцію коригування розподілу економічних ресурсів. В цьому випадку економічні ресурси включають матеріальні, трудові та фінансові ресурси, які в сукупності представляють основні чинники транспортного виробництва.

Крім того, завдання ефективного використання фінансових ресурсів ґрунтується на певній організації. При цьому поняття «організація» означає внутрішню впорядкованість, узгодженість, взаємодія більш або менш диференційованих і автономних частин цілого. Однак у всіх випадках

організація передбачає існування певних механізмів. Маються на увазі наступні елементи організаційного механізму: цілі, завдання, принципи, методи і структура системи управління.

Виконаний аналіз наукових джерел показав, що регіоналізація, як процес розвитку транспортного комплексу, повинна бути більш тісно пов'язана з процесами державного регулювання.

В даний час існують різні наукові погляди на теорію державного управління розвитком транспортного комплексу. З одного боку, існує точка зору, що держава повинна обмежуватися виконанням мінімального набору функцій розвитку транспортного комплексу. З іншого боку, існує позиція про те, що державний розвиток транспорту в умовах ринку є об'єктивною необхідністю. При цьому слід зазначити, що саме держава повинна діяти через ринковий механізм як господарюючий суб'єкт.

Перехід до організації розвитку транспортного комплексу на принципово нових ринкових умовах обумовлює деяку необхідність зміни поглядів на роль транспортної інфраструктури в розвитку регіонів країни. Це виявляє ряд нових завдань підвищення його економічної ефективності. При цьому базою є система стратегічного управління, що є тематикою подальших досліджень.

Література:

1. Батоврин В. К. Обеспечение интероперабельности – основная тенденция в развитии открытых систем / В. К. Батоврин, Ю. В. Гуляев, А. Я. Олейников // Информационные технологии и вычислительные системы, РАН. — 2009.— №5. — С. 7–15.
2. Бондар Н. М. Розвиток транспортної інфраструктури України на засадах державно-приватного партнерства : монографія / Н. М. Бондар. — Київ : НТУ, 2014. — 336 с.
3. Матеріали сайту Міністерства інфраструктури України [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://mtu.gov.ua/timeline/Evointegraciya.html>
4. Малиш Н. А. Особливості реалізації механізму державно-приватного партнерства в транспортній сфері України / Н. А. Малиш // Наук. розвідки з держ. та муніцип. упр. : зб. наук. пр. — Київ : Акад. муніцип. упр., 2012. — Вип. 3. — С. 110–119.
5. Мордовченков Н. В. Рыночная экономика: инфраструктура функционирования региона. — ВГИПА, 2004. — 250 с.
6. Про схвалення Транспортної стратегії України на період до 2030 року. [Електронний ресурс] : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р.
7. Про державно-приватне партнерство [Електронний ресурс] : Закон України від 1 лип. 2010р. № 2404–VI. — Режим доступу : <http://www.president.gov.ua/documents/12134.html>

8. Стратегическое управление: регион, город, предприятие / Под ред. Львова Д.С, Гранберга А.Г., Егоршина А.П.; ООН РАН, ННМБ. - ЗАО «Издательство «Экономика», 2004. - 603 с.

9. Спирина, А. М. Инфраструктура, поддерживающая действие механизма стратегического планирования на предприятии / А. М. Спирина. — Текст : непосредственный // Экономическая наука и практика : материалы I Междунар. науч. конф. (г. Чита, февраль 2012 г.). — Чита : Издательство Молодой ученый, 2012. — С. 22-31.

10. State of the art on Semantic IS Standardization Interoperability & Quality. Erwin Folmer, Jack Verhoosel. University of Twente 163 pp.

11. Jochimsen, R. Theorie der infrastruktur / R. Jochimsen. Tubingen. 1966. S.99

ПСИХОФІЗІОЛОГІЯ ТРАСПОРТНИХ КОНФЛІКТІВ

Маляр К. С., студентка гр. Т-42-17
Степанов О. В., докт. техн. наук, проф.

Поняття конфлікту стосується широкого спектра явищ, будь-якій області науки або практики. Аналіз різнопланових роботи з дослідження конфліктів показує, що даною тематикою займаються: психологія, соціологія, філософія, педагогіка, історія, правознавство, технічні та військові науки і ін. Виходячи з цього поняття «конфлікт» відноситься до широкого кола різних конфліктуючих сторін і розуміється як «граничний випадок загострення протиріч» (Філософська енциклопедія, 1964, с. 55). Не виключенням є і сфера автомобільного транспорту.

Робота водія за кермом автомобіля вимагає постійної пильності і його психофізіологічної надійності. Остання обставина часто призводить до зміни психоемоційного стану водія і стає причиною конфліктних ситуацій, що в кінцевому підсумку може призвести до дорожньо-транспортних пригод (ДТП).

Питання формування та розвитку транспортних конфліктів (ТК) і конфліктних ситуацій (КС), що враховують аспекти часу зіткнення на регульованих і нерегульованих перехрестях транспортної мережі, розглядаються в роботах багатьох вчених.

У різнопланових роботах вчених досліджується психофізіологія водія, його професійна надійність для забезпечення БДР, однак питання психології ТК і КС вимагають подальших досліджень.

Аналізуючи роль людського фактора в БДР з метою недопущення ДТП Р. Макфарланд (1954) звернув увагу на дії водіїв під час руху автомобільних транспортних засобів (АТЗ) [16]. Надалі ці дії були названі як «небезпечні маневри», «небезпечне водіння», «небезпечні зближення» [23]. Р. Макфарланд розцінив їх як «надзвичайні ситуації», які можуть стати причиною ДТП.

На підставі аналізу ДТП через «небезпечне водіння», Т. В. Форбсом (1957) був виявлений зв'язок поведінки водіїв АТЗ із потенційною небезпекою виникнення ДТП [9]. В середині ХХ століття фахівцями було розпочато вивчення ситуацій «небезпечних зближень» між АТЗ, які згодом були названі як «транспортні конфлікти» [21]. Розглянемо деякі дослідження щодо формування і розвитку ТК.

За завданням компанії «Дженерал Моторс» фахівці (С. Р. Перкінс, Дж. І. Харріс) сформулювали поняття ТК як потенційно аварійну ситуацію, яка призводить водіїв до «ухильних» дій у вигляді гальмування або згортання в сторону АТЗ [19]. При цьому ТК були розділені на дві категорії: по-перше, на дії учасників дорожнього руху (УДР) для уникнення зіткнення і по-друге, на порушення УДР правил дорожнього руху (ПДР). При цьому щодо водіїв АТЗ були виділені п'ять класів ТК [20].

Грунтуючись на проведеному аналізі ДТП В. А. Гютінгер запропонував метод ТК за участю дітей-пішоходів і АТЗ в житлових районах. Пізніше Х. Хайден спробував спростити метод В. А. Гютінгера з іншим визначенням ТК. Він запропонував збільшити критичне значення величини «часу до зіткнення», яке фахівці взяли від 1,0 сек, до 1,5 сек [11].

Продовжуючи свої дослідження Х. Хайден вказав на існування загальної вимірної ступеня тяжкості для всіх ТК, які відбуваються з АТЗ під час руху. Він запропонував «Модель континууму транспортних подій» від руху без перешкод до ДТП зі смертельними наслідками [13].

Модель описувала зв'язок між тяжкістю «транспортних подій», тобто ТК і частотою їх появи. Відповідно до цієї моделі, чим вище ступінь тяжкості події, що сталася в результаті ТК, тим менше частота появи таких подій. При цьому поняття тяжкості ТК визначається її наслідками, наприклад, числом смертей і травм в ДТП або витратами в грошовому еквіваленті [13].

В якості запобіжного вимірювання ступеня тяжкості ТК, від «руху без перешкод» до «аварії», була прийнята міра «time to accident» (tta) або «час до аварії» (ЧДА). Поняття ЧДА в науково-практичному аспекті має велике охоплення, ніж поняття «час до зіткнення» (ЧДС) використовується Х. Хайденом в своїх ранніх дослідженнях [13]. Згідно робіт Х. Хайдена, ЧДА - це час початку маневру ухилення від аварії одного з УДР за умови її неминучості, в разі, якщо АТЗ їде з колишньою швидкістю і з дотриманням колишньої траєкторії [13].

Таким чином ступінь тяжкості конфлікту повинна відображати ймовірність зіткнення, а граничний рівень (ЧДА = 1.5сек) повинен являти собою кордон переходу від «малого» конфлікту до «важкого» конфлікту [13]. Це твердження є очевидним, але не зовсім вірним, так як при низьких швидкостях зіткнення уникнути значно легше, ніж при високих, з огляду на те ж саме значення ЧДА.

Грунтуючись на результатах дослідження [7] для перевірки було вибрано п'ять альтернативних версій визначення тяжкості або серйозності конфлікту. Всі п'ять версій відрізнялися один від одного швидкістю руху і часом до аварії. На підставі досліджень Х. Хайден прийшов до висновку, що граничний рівень між серйозним і менш серйозним конфліктом повинен враховувати і швидкість руху АТЗ, і УДР. При цьому він ввів критичні значення, що залежать від швидкості [13].

Починаючи з 1977 року були розгорнуті міжнародні дослідження в галузі аналізу та розвитку методів ТК. На першій конференції по методам ТК в Осло (1977) було прийнято загальне визначення ТК: «транспортний конфлікт є що спостерігається ситуацією, в якій два або більше учасників дорожнього руху наближаються одна до одної в просторі і часі до такої міри, що існує ризик зіткнення, якщо їх траєкторії руху залишаються незмінними ...» [6].

Міжнародний комітет по методам ТК (International Committee on Traffic Conflict Techniques (ICTCT)) в 1983 році розпочав свої дослідження ТК (Париж, Лейдсендам) [10, 15]. При цьому проводилися дослідження

конфліктних ситуацій (КС) дорожнього руху на різних перехрестях. Зокрема, значні успіхи були зроблені в області порівняння різних методів.

Було встановлено, що в процесі дорожнього руху виникають ситуації, коли УДР ледь пропускають один одного на високій швидкості без значної зміни курсу руху або швидкості, перебуваючи при цьому не на зустрічних курсах. При таких обставинах ще існує реальний шанс зіткнення. Тобто навіть невелика зміна в процесі руху здатне привести до фактичного зіткнення. Б. Л. Аллен з групою фахівців часто фіксував цей тип зіткнень при виконанні АТЗ маневру лівого повороту на регульованих перехрестках [5].

Виходячи з аналізу зіткнень і конфліктів на одному регульованому перехресті, Б. Л. Аллен і ін. Прийшли до висновку, що час після порушення (ЧПП) (Post-Encroachment-Time) є значущим, тобто мірою визначальною КС [12]. ЧПП було визначено, як час між моментом, коли перший УДР йде з курсу другого в той момент, коли другий УДР досягає курсу першого [12]. Таким чином міра ЧПП висловлює величину того, наскільки близько учасники транспортного руху уникнули зіткнення в його заключній фазі.

На відміну від ЧДЗ міра ЧПП складається тільки з одного значення, яке представляє собою остаточний запас часу до зіткнення між обома учасниками транспортного руху. Чим нижче значення ЧПП, тим більша ймовірність зіткнення.

На другій міжнародній конференції з методів ТК (м Траутенфельс, 1986), С. Оппе зробив припущення, що міра ЧПП найбільш ефективна при дослідженні на регульованих перехрестках [18]. Пізніше концепція ЧПП отримала широке застосування в якості складової частини голландського методу аналізу ТК при дорожньому русі [14].

Інше розуміння концепції заходи ЧДЗ було запропоновано стосовно оцінки БДР поблизу пішохідних переходів і перетинів (смуги «зебра»). Дане поняття отримало назву «час наближення до смуги зебра» (ЧНСЗ) (Time-to-Zebra (ttz)). Показник ЧНСЗ був використаний в роботі А. Вархелі для оцінки частоти і тяжкості критичних зближень між АТЗ, що наближаються до пішохідного переходу і переходах [22]. На основі цього дослідження був зроблений висновок про те, що багато водіїв АТЗ не знижують швидкість при під'їзді до пішохідних переходів та не враховують потенційний ризик небезпеки зіткнення з пішоходом. Ці дослідження були проведені в Швеції, де були отримані рекомендації водіям АТЗ значно знижувати швидкість або зупинятися, щоб дозволити пішоходам і велосипедистам здійснити перехід через пішохідний перетин [7].

Пізніше голландські дослідники М. М. Міндерхауд і П. Бові запропонували два альтернативних показника безпеки, заснованих на загальних принципах концепції обчислення заходи ЧДЗ [17]. Перший з них згадується як «тривалість впливу часу до зіткнення» (ТВЧЗ) (time exposed ttc), який представляє собою міру довжини ЧДЗ нижче визначеного порогового значення ЧДЗ.

Це означає, що чим нижче значення ТВЧЗ, тим менше часу АТЗ знаходиться в КС і, таким чином, тим безпечніше ситуація. Відзначимо, що

недоліком показника ТВЧЗ є те, що будь-яке значення ЧДЗ, нижче, ніж порогове (критичне), не входить в розрахунок, тому для усунення цієї невідповідності був запропонований другий показник, який називається «інтегрований час до зіткнення» (ІЧЗ) (time integrated ttc (tit)). Даний показник є інтеграл від ЧДЗ за часом нижче порогового значення і обчислюється як площа поверхні між граничним значенням ЧДЗ і реальним значенням ЧДЗ [8].

Розглянувши формування і розвиток ТК можна зробити висновок, що КС в комплексній системі ВАДС залежать від людського фактора. При цьому технічне та комп'ютерне оснащення АТЗ не можуть виключити роль людського фактора в транспортному процесі.

У міру бурхливого зростання автомобілізації ставлення УДР до БДР помітно погіршився, що виражається в ТК. У зв'язку з цим виникла необхідність вивчати людський фактор УДР системи «водій - керування транспортним засобом - учасники дорожнього руху» з точки зору психології транспортних конфліктів.

Автомобілізація призвела до необхідності розглядати питання БДР як соціальну проблему сфери життя суспільства. При цьому питання відносини УДР до БДР вимагають загальної уваги, виховання, управління і особливої культури. Зокрема, нарізла необхідність в розробці нового напрямку для забезпечення дорожнього руху - психологія БДР і пропаганда культури БДР, що є актуальним питанням для подальших досліджень.

Література:

1. Бабков, В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения: учебник для вузов / В.Ф. Бабков. – М.: Транспорт, 1993. – 272 с.
2. Лобанов, Е.М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя / Е.М. Лобанов. – М.: Транспорт, 1980. – 310 с.
3. Плотников, А.М. Алгоритмы и технические средства повышения безопасности движения на регулируемых перекрестках / А.М. Плотников // Транспорт Российской Федерации. – №5 (36) 2011. – С. 28-30
4. Сиденко, В.М. Комплексный метод оценки безопасности дорожного движения / В.М. Сиденко, А.А. Рыбальченко // Автодорожник Украины: науч.-тех. сборник. - 1978. – No3. – С. 42–43.
5. Allen, B.L. Analysis of traffic conflicts and collisions /B.L. Allen, B.T. Shin, P.J. Cooper. Dept. of Civil Engineering, McMaster University, Hamilton.
6. Amundsen, F.H.E. Proceeding of First Workshop on Traffic Conflicts /F.H.E Amundsen, C. Hyden. Institution of Transport Economics. Oslo/Lund Institute of Technology. Oslo. 1977.
7. Archer, J. Indicators for traffic safety assessment and prediction and their application in micro-simulation modelling: A study of urban and suburban intersections /J. Archer, J. Doctoral Dissertation Royal Institute of Technology Stockholm, Sweden 2005. 273 p.

8. Cunto, F.J.C. Assessing Safety Performance of Transportation Systems using Microscopic Simulation / F.J.C. Cunto. Waterloo, Ontario, Canada, 2008. 190 p.
9. Forbes, T.W. Analysis of near-accident reports. HRB Bull. 152 /T.W. Forbes // Transportation Res. Bd. –1957. 23-35pp.
10. Grayson, G.B. The Malmo Study: A calibration of Traffic Conflict Techniques / G.B. Grayson. Report R-84-12. Institute for Road Safety Research SWOV, Leidschendam. 1984.
11. Hayward, J.Ch. Near miss determination through use of a scale of danger / J.Ch. Hayward. Report no. TTSC 7115. The Pennsylvania State University, Pennsylvania. 1972.
12. Horst, A.R.A. van der. A Time-based analysis of road user behaviour in normal and critical encounters / A.R.A. van der Horst. Delft University of Technology. 1990. 183 p.
13. Hyden, Ch. The development of a method for traffic safety evaluation: The Swedish Traffic Conflicts Technique / Ch. Hyden // Bulletin 70, University of Lund, Lund Institute of Technology, Dept. of Traffic Planning and Engineering, Lund. 1987
14. Kraay, J.H. Manual conflict observation technique DOCTOR (Dutch Objective Conflict Technique for Operation and Research) / J.H. Kraay, A.R.A. van der Horst, S. Oppe. Foundation Road safety for all The Netherlands. 2013. 86 p.
15. Kraay, J.H. Proceedings of the third international workshop on traffic conflicts techniques, organised by the international committee on traffic conflicts techniques ICTCT , Leidschendam, The Netherlands /J.H. Kraay. Institute for Road Safety Research SWOV, The Netherlands. April 1982, 98 p.
16. McFarland, R.A. Human Factors in Highway Transport Safety. / R. McFarland, A.L. Moseley. Harvard School of Public Health. Boston. Mass., 1954.
17. Minderhoud, M. M. Extended Time-to-Collision Measures for Road Traffic Safety Assessment / MM. Minderhoud, P.H.L. Bovy // Accident Analysis and Prevention, Vol 33, pp.89-97.
18. Oppe, S. The International Calibration of Conflicts: A Summary of the results / S. Oppe // In Proceeding of Workshop on Traffic Conflicts and Other Intermediate Measures in Safety Evaluation. September 8-10. Institute for Transport Sciences. – Budapest. 1986.
19. Perkins, S.R. Traffic Conflict Characteristics – Accident 7. Potential at Intersections /S.R. Perkins, J. Harris. HRB Rec. 225. – Highway Res. Bd. – 1968. 35-44pp.
20. Perkins, S.R. GMR Traffic Conflicts Procedures Manual / S.R. Perkins. GMR-895/ General Motors Research Publication, Aug., 1969.
21. Perkins, S.R. Criteria for traffic conflict characteristics signalized intersection / S.R. Perkins, J.L. Harris. Rep№ GMR - 632. General Motors Corporation, Warren, Michigan. 1967. 22p.

22. Várhelyi, A. Dynamic Speed Adaptation Based on Information Technology – A Theoretical Background /A. Várhelyi // Bulletin 142, Dept. of Traffic Planning and Engineering. – Lund University, Lund, Sweden. 1996.
23. Williams, M.J. Validity of the traffic conflicts technique /M. J. Williams. Accid. Anal. & Prec. Vol. 13, pp. 133-145. 1981.

КОНСТРУКТИВНА БЕЗПЕКА АВТОМОБІЛЯ

Фесенко А. В., студент гр. Т-32-18

Безпеку дорожнього руху треба розглядати як серйозну соціально-економічну проблему. Для успішного рішення проблеми забезпечення безпеки дорожнього руху потрібен комплексний підхід, спільні зусилля значної кількості міністерств, відомств, громадських організацій, заінтересованої участі усіх членів суспільства.

Під конструктивною безпекою автомобіля розуміють його здатність запобігати збитку, який наноситься в процесі роботи навколишньому середовищу і учасникам руху, а також зменшувати тяжкість наслідків дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Конструктивна безпека ділиться на активну, пасивну, післяаварійну та екологічну [1, 2, 3, 4].

Активна безпека автомобіля сприяє запобіганню ДТП або знижує ймовірність його виникнення. Активна безпека проявляється в період, відповідний початковій фазі ДТП, коли водій в стані змінити характер руху транспортного засобу. Небезпека ДТП з вини автомобіля може відбуватися через втрату стійкості та керованості, втрати можливості ефективного гальмування, розгону і, в загальному випадку, неможливості прогнозування руху машини, що створює передумови виникнення критичної ситуації.

До елементів післяаварійної безпеки відносяться конструктивні властивості автомобіля, що запобігають виникненню небезпечних явищ (пожежа, заклинювання дверей), що виникають в результаті ДТП. До елементів післяаварійної безпеки можна також віднести засоби аварійної сигналізації і зв'язку, засоби надання медичної допомоги постраждалим в результаті ДТП [1].

Екологічна безпека - це властивість транспортного засобу знижувати ступінь негативного впливу на навколишнє середовище в процесі всього терміну експлуатації [1].

Про більшість систем безпеки всіх видів уже сказано дуже багато. Але я хочу приділити увагу найновішим системам.

Перша з них називається Aquaplaning Intelligent System («Інтелектуальна система аквапланування»), скорочено AIS. Це спільна розробка компаній Easyrain, Bosch і Italdesign, Вперше вона була встановлена в нове покоління AUDI A6 (2022й модельний рік?), і успішно пройшла випробування на полігоні Pirelli [5].

Активна система безпеки проти аквапланування AIS є гідравлічною системою, яка складається з насоса і двох складних форсунок, які активуються програмно. Віртуальний датчик розпізнає початок аквапланування, миттєво інформуючи систему. Що важливо, AIS не вимагає додаткових датчиків або резервуарів, крім тих, які вже є в транспортному засобі. Коли система розпізнає аквапланування, перед передніми колесами

розбризкується керована струмінь води. Вона «руйнує» товстий шар води, який шини не здатні відвести в сторону по каналах в протекторі. В результаті колеса дістають до поверхні дороги, контроль над автомобілем зберігається. За даними Easyrain, під час випробувань прототипів системи вдалося поліпшити характеристики машини на 35% при русі прямо і на 30% - в поворотах. Але дана система також має і недоліки, одним з яких являється фінансова сторона, так як якщо її почати встановлювати у вже існуючі серійні автомобілі - потрібно повторне проходження краш-тестів, в зв'язку зміни конструкції авто, що в принципі не критично для нових поколінь авто. Також незрозуміло як така система буде себе показувати в глибоких калюжах, чи вистачить сили потоку з форсунки для розбиття водної гладі? [6].

Друга - перший серійний автопілот 3го рівня за класифікацією SAE. Розробила і застосувала його Honda в своєму новому 6м поколінні седана Legend, тільки для японського ринку [7].

Класифікація SAE передбачає п'ять рівнів автоматизації автомобілів, а саме: Рівень 0. Немає автономності

- рульове управління, прискорення / уповільнення – людина;
- моніторинг навколишнього простору - людина;
- ухвалення рішення при динамічному водінні - людина;
- режими водіння - всім керує тільки людина.

Цей рівень включає в себе автомобілі, обладнані звичайним круїз-контролем. Здатність підтримувати швидкість, встановлену водієм, не рахується автономної технологією.

Рівень 1. Потрібна допомога водія

- рульове управління, прискорення / уповільнення - людина і системи автомобіля;
- моніторинг навколишнього простору - людина;
- ухвалення рішення при динамічному водінні - людина;
- режими водіння - автомобіль відповідає тільки за деякі функції.

До першого рівня автономності належать автомобілі з адаптивним круїз-контролем: машина дотримується швидкості попереду автомобіля, що йде. Утримання смуги теж зараховують до першого рівня. Сюди ж можна віднести системи попередження про можливе зіткнення.

Рівень 2. Є часткова автономність

- рульове управління, прискорення / уповільнення - людина і системи автомобіля;
- моніторинг навколишнього простору - людина;
- ухвалення рішення при динамічному водінні - людина;
- режими водіння - автомобіль відповідає тільки за деякі функції.

Автономні системи другого рівня стежать за швидкістю і за управлінням в певних умовах. Вони здатні порівнювати швидкість автомобіля зі швидкістю потоку, а також слідувати вигинів дорогах. Водії повинні постійно стежити за дорожньою ситуацією, щоб в екстреному випадку взяти керування на себе.

Рівень 3. Умовна автономність

- рульове управління, прискорення / уповільнення - системи автомобіля;

- моніторинг навколишнього простору - системи автомобіля;
- Ухвалення рішення при динамічному водінні - людина;
- Режими водіння - автомобіль відповідає тільки за деякі функції.

Коли система автопілоту включена, машина може сама контролювати навколишнє середовище. Цей рівень передбачає роботу автопілоту тільки на малих швидкостях або в стабільних дорожніх обставин, наприклад, на автомагістралях. При цьому руки водія повинні залишатися на кермі. Якщо ситуація стає неординарною, то автомобіль повідомляє про це водієві, і він повинен взяти керування на себе. Тим, що межі між третім і четвертим рівнем автономності досить розмиті, часто користуються як маркетинговим ходом, оголошуючи, що автомобіль має більш високий рівень. Наприклад, автопілот Tesla здатний сам приймати рішення при динамічному водінні, йдучи від можливого зіткнення. За інструкцією руки водія повинні залишатися на кермі. І незважаючи на можливість орієнтуватися в просторі і реагувати на несподіване подія, автопілот Tesla професійне співтовариство зараховує до 3 рівню, але в дійсності він ставитися до 2 рівня.

Рівень 4. Висока автономність

- рульове управління, прискорення / уповільнення - автомобіль;
- моніторинг навколишнього простору - автомобіль;
- ухвалення рішення при динамічному водінні - автомобіль;
- режими водіння - автомобіль відповідає за всі функції, але

знаходиться під контролем людини.

До цього рівня автономності можна віднести все безпілотники, які переміщуються самостійно, але під наглядом інженера, що знаходиться в машині. Жоден серійний автомобіль, який на даний момент оснащений автономними функціями, не підтримує 4 рівень.

Рівень 5. Повна автономія

- рульове управління, прискорення / уповільнення - автомобіль;
- моніторинг навколишнього простору - автомобіль;
- ухвалення рішення при динамічному водінні - автомобіль;
- режими водіння - всім керує автомобіль.

П'ятий рівень автономності має на увазі, що автомобіль самостійно пересувається по дорогах загального користування без супроводу водія-випробувача або інженера. Теоретично на це здатні безпілотники Яндексa, Waymo (проект Google), Renault і деяких інших підприємств, але поки немає 100% впевненості в їх безпеці і надійності [8].

У комплексу Honda Sensing Elite за ці умови відповідає підсистема Traffic Jam Pilot, тобто «пробковий автопілот», який повністю бере на себе управління в дорожніх заторах: заявлено, що в цих умовах водій навіть може дивитися телевизор! Крім того, комплекс Honda Sensing Elite може вести машину по магістралі, утримуючи її в смузі і керуючи швидкістю. Є й третя функція обгону, причому як по сигналу водія (він повинен включити відповідний поворотник), так і повністю автоматична (хоча попередження все одно є). Водій може відпустити кермо, але контролювати навколишнє оточення все ж зобов'язаний: щоб він не відволікався, на передній панелі

встановлена камера спостереження, і електроніка почне бити тривогу, якщо зафіксує, що очі водія не дивляться на дорогу [9].

Розвиток систем безпеки автомобілів може ґрунтуватися на використанні ідеології та технічної бази систем GPS-навігації, що дозволяє найкращим чином реалізувати принцип «розумної дороги».

Розв'язання проблеми безпечного руху на основі інтелектуальних транспортних систем є перспективним та економічно доцільним напрямком наукових досліджень і практичної роботи щодо зниження аварійності на дорогах. Зволікання з участю у цих розробках наукових і промислових установ нашої країни є помилкою, яка неминуче проявиться на етапі впровадження та ефективного використання таких систем.

За умови безперервного вдосконалення конструкцій автотранспортних засобів для підвищення безпеки людини при ДТП необхідно як узагальнення та концентрація наявних відомостей, так і розробка нових концепцій зближення теорії та практики забезпечення безпеки дорожнього руху.

Література

1. Афанасьев Л.Л., Дьяков А.Б., Иларионов В.А. Конструктивная безопасность автомобиля / Л.Л. Афанасьев, А.Б. Дьяков, Иларионов В.А. – М.: Машиностроение, 1983. – 212 с.
2. Коршаков И.К. Пассивная безопасность автомобиля / И.К. Коршаков. – М.: МАДИ. – 1979. – 87 с.
3. Залуга В.П., Буйленко В.Я. Пассивная безопасность автомобильной дороги / В.П. Залуга, В.П. Буйленко. – М.: Транспорт, 1987. – 189с.
4. Рябчинский А.И. Пассивная безопасность автомобиля / А.И. Рябчинский. – М.: Машиностроение, 1983. – 145 с.
5. Italdesign official site news [https://www.italdesign.it/italdesign-with-easyrain-and-bosch-to-develop-a-i-s-aquaplaning-intelligent-solution/#:~:text=The%20%E2%80%9CA.I.S%E2%80%9D%20\(Aquaplaning%20Intelligent,been%20solved%3A%20the%20aquaplaning%20phenomenon](https://www.italdesign.it/italdesign-with-easyrain-and-bosch-to-develop-a-i-s-aquaplaning-intelligent-solution/#:~:text=The%20%E2%80%9CA.I.S%E2%80%9D%20(Aquaplaning%20Intelligent,been%20solved%3A%20the%20aquaplaning%20phenomenon)
6. Easyrain official site, Discover AIS <https://www.easyrain.it/easyrain-ais-aquaplaning-solution-how-it-works/>
7. Седан Honda Legend дождётся автопилота третьего уровня, Давид Шенгелия, 12 ноября 2020 <https://www.drive.ru/news/honda/acura/5facfa26ec05c4f57400008b.html>
8. Автопилот от 0 до 5. Гид по уровням беспилотных автомобилей, Алина Сизова, 08.12.2019 <https://truesharing.ru/tp/22173/>
9. Обновленный седан Honda Legend первым в мире получил автопилот третьего уровня, Александр Шаронов 04.03.2021 <https://news.drom.ru/Honda-Legend-83035.html>