

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

**А. А. Кашканов, В. П. Кужель**

# **ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ**

**Навчальний посібник**

Вінниця  
ВНТУ  
2017

**УДК 656.13**  
**ББК 39.я73**  
**К31**

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 14 від 23.06.2016 р.).

Рецензенти:

**В. В. Біліченко**, доктор технічних наук, професор

**І. С. Наглюк**, доктор технічних наук, професор

**А. П. Поляков**, доктор технічних наук, професор

**Кашканов, А. А.**

К31      **Організація дорожнього руху : навчальний посібник /**  
**А. А. Кашканов, В. П. Кужель. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 125 с.**

В посібнику подано основи організації дорожнього руху, способи вивчення та оцінювання її ефективності. Наведені характеристики транспортних і пішохідних потоків, закономірності їх формування, поняття про рівні завантаженості та зручності руху. Розглянуті практичні заходи з організації руху на окремих елементах вулично-дорожньої мережі, методи оцінювання впливу заходів з організації дорожнього руху на аварійність.

Розрахований на студентів спеціальності 274 – «Автомобільний транспорт», 275 – «Транспортні технології».

**УДК 656.13**  
**ББК 39я73**

## Зміст

Вступ .....	5
1 Стан, складність та шляхи вирішення проблем покращення організації та безпеки дорожнього руху .....	7
1.1 Автомобілізація та дорожній рух .....	7
1.2 Основні напрямки діяльності із забезпечення безпеки та організації дорожнього руху .....	10
1.3 Правила дорожнього руху та міжнародні конвенції про дорожній рух .....	13
1.4 Патрульна поліція, служби організації дорожнього руху .....	15
2 Характеристики дорожнього руху .....	18
2.1 Транспортний потік .....	18
2.2 Пішохідний потік .....	20
2.3 Математичний опис транспортного потоку .....	22
2.4 Розрахунок пропускної здатності дороги та рівня її завантаження	28
3 Дослідження дорожнього руху .....	32
3.1 Класифікація та характеристика методів .....	32
3.2 Методи та засоби натурних досліджень .....	33
3.3 Облік, порядок визначення і аналіз дорожньо-транспортних пригод .....	37
3.4 Аналіз конфліктних точок .....	38
3.5 Дослідження конфліктних ситуацій .....	40
4 Методичні основи організації дорожнього руху .....	43
4.1 Основні напрямки і способи організації дорожнього руху .....	43
4.2 Розподіл руху в просторі .....	46
4.3 Розподіл руху в часі .....	48
4.4 Формування однорідних транспортних потоків .....	50
4.5 Оптимізація швидкісного режиму руху .....	52
4.6 Використання інтелектуальних транспортних систем в організації дорожнього руху .....	55
5 Практичні заходи з організації дорожнього руху .....	60
5.1 Рух на перехрестях .....	60
5.2 Односторонній рух .....	61
5.3 Круговий рух на перетинаннях .....	63
5.4 Організація руху пішоходів та велосипедистів .....	65
5.5 Рух маршрутного пасажирського транспорту .....	71
5.6 Тимчасові автомобільні стоянки .....	77
5.7 Рух на площах .....	80
5.8 Забезпечення інформацією учасників руху .....	82

6	Організація руху в специфічних умовах .....	85
6.1	Рух в темну пору доби .....	85
6.2	Штучне освітлення вулиць і доріг .....	88
6.3	Рух в умовах зими .....	91
6.4	Рух в гірській місцевості .....	94
6.5	Залізничні переїзди .....	96
6.6	Організація руху в місцях ремонту доріг .....	97
6.7	Організація руху при заторах транспортного потоку .....	98
7	Вибір заходів, спрямованих на підвищення безпеки дорожнього руху .....	101
7.1	Принципи вибору засобів і методів організації дорожнього руху .....	101
7.2	Вибіркове та поетапне покращення умов руху .....	103
7.3	Облік дотримання вимог охорони навколишнього середовища ..	107
7.4	Застосування геоінформаційних технологій для оцінювання стану та транспортно-експлуатаційних якостей автомобільних доріг і міських вулиць .....	110
7.5	Впровадження інтелектуальних систем безпеки дорожнього руху ..	114
	Література .....	121
	Глосарій .....	122

## ВСТУП

Транспорт – одна з найважливіших галузей матеріального виробництва, що здійснює перевезення пасажирів і вантажів. Сучасний транспорт поділяється на такі види: залізничний, автомобільний, морський, внутрішній водний (річковий та озерний), повітряний, трубопровідний.

Автомобільний транспорт має ряд істотних переваг, що зумовлює позитивну перспективу його подальшого розвитку. До цих переваг слід віднести: широку сферу застосування; високу маневреність, яка дає змогу швидко зосереджувати транспортні засоби в потрібний час, в потрібному місці та в потрібній кількості; спроможність приймати вантажі безпосередньо в місці їхнього створення і доставляти їх до місця призначення без будь-яких проміжних навантажувальних і розвантажувальних операцій, що є особливо важливим для перевезень на короткі відстані (до 200 км); високу швидкість, яка поступається лише швидкості повітряного транспорту. Істотними недоліками автомобільного транспорту є низька продуктивність праці і висока собівартість перевезень.

Зменшити собівартість перевезень можна, удосконалюючи рухомий склад, застосовуючи альтернативні види пального, ширше використовуючи автомобільні поїзди, удосконалюючи організацію перевезень, впроваджуючи механізацію та автоматизацію вантажно-розвантажувальних робіт. Особливе значення у зниженні собівартості перевезень і підвищенні ефективності роботи автомобільного транспорту мають прийнята система організації дорожнього руху, оптимальна кількість, розміщення та транспортно-експлуатаційні характеристики автомобільних доріг.

Збільшення інтенсивності руху транспорту, зміна структури і швидкісних режимів транспортних потоків висувають з кожним роком жорсткіші вимоги до засобів керування й організації руху для забезпечення необхідного рівня ефективності і безпеки дорожнього руху. Для цього повинна бути створена оптимальна по довжині, щільності й транспортно-експлуатаційних показниках вулично-дорожня мережа. Однак досвід найбільш розвинутих країн показує, що недостатньо побудувати дороги, необхідно здійснювати на них постійну цілеспрямовану діяльність з планування, оснащення спеціальними технічними пристроями організації дорожнього руху й оперативному керуванню рухом [1–12]. Цю діяльність можуть забезпечити тільки фахівці, які мають необхідну сучасну підготовку у сфері організації і регулювання дорожнього руху.

Дисципліна «Організація дорожнього руху» є складовою частиною навчального процесу підготовки фахівців за спеціальністю 274 – «Автомобільний транспорт», 275 – «Транспортні технології».

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Організація дорожнього руху» є складний процес формування комплексу заходів з ефективного керування дорожнім рухом спрямований на покращення перевезень вантажів

та пасажирів, підвищення безпеки руху та зменшення шкідливого впливу транспорту на навколишнє середовище.

Мета викладання навчальної дисципліни «Організація дорожнього руху» полягає в тому, щоб на основі наукового підходу сформувати у студентів практичні навички вирішення питань в галузі організації дорожнього руху для самостійного рішення професійних задач.

В результаті вивчення дисципліни студенти зобов'язані знати:

- сутність організаційних процесів забезпечення ефективності дорожнього руху;
- типові методи дослідження дорожнього руху;
- основні характеристики транспортних потоків та математичні співвідношення між ними.

Після засвоєння дисципліни студенти повинні вміти:

- правильно визначати необхідний метод дослідження дорожнього руху на існуючій вулично-дорожній мережі та оцінювати за окремими комплексними показниками стан безпеки та ефективності дорожнього руху;
- вибирати та адаптувати до реальних умов типові методики з організації дорожнього руху;
- правильно вибирати методи скорочення кількості та зменшення ступеня небезпечності конфліктних точок дорожнього руху;
- оцінювати рівень складності динамічної системи взаємодії транспортних та пішохідних потоків з метою застосування математичних співвідношень при оперативній організації дорожнього руху;
- розробляти практичні рекомендації з організації дорожнього руху.

Цей навчальний посібник спрямований на ознайомлення читачів з напрямками дослідження закономірностей і методів оцінювання параметрів руху транспортних потоків при рішенні інженерних і системних питань з організації дорожнього руху (ОДР).

# 1 СТАН, СКЛАДНІСТЬ ТА ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ПОКРАЩЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

## 1.1 Автомобілізація та дорожній рух

Автомобільний транспорт міцно увійшов до сучасного життя, забезпечуючи великий об'єм перевезень у всіх сферах людської діяльності. Промисловість, будівельна індустрія, сільське господарство, торгівля не може нормально функціонувати без широкого використання автомобілів. Автомобільні перевезення стали невід'ємною ланкою транспортного процесу практично на всіх видах транспорту, оскільки підвезення вантажів і пасажирів до залізничних станцій, водних і повітряних портів забезпечується головним чином на автомобілях.

Показником автомобілізації є міра насичення країн автомобілями, яка визначається числом всіх видів автомобілів, що припадають на 1000 чол., однак частіше використовують показник автомобілізації, який визначається числом легкових автомобілів, що припадають на 1000 чол.

Як свідчать дані дослідження, проведеного Міжнародною дорожньою федерацією (International Road Federation), станом на кінець 2012 року світовими лідерами (топ-10) за рівнем автомобілізації населення були такі передові за економічним розвитком держави як Сан-Марино (1139 автомобілів на 1000 осіб наявного населення держави), Ліхтенштейн (750 авто/1000 осіб), Монако (732 авто/1000 осіб), Люксембург (665 авто/1000 осіб), Ісландія (644 авто/1000 осіб), Пуерто-Ріко (621 авто/1000 осіб), Італія (602 авто/1000 осіб), Нова Зеландія (599 авто/1000 осіб), Мальта (579 авто/1000 осіб) та Австралія (556 авто/1000 осіб). В Україні рівень автомобілізації складає 191 автомобіль на 1000 осіб.

Розширення обсягів та сфери застосування транспортних засобів підвищує ймовірність збільшення людських та матеріальних втрат, причиною яких є аварійність на дорогах. За результатами спільного дослідження всеукраїнської громадської організації (ВГО) «Асоціація безпеки дорожнього руху» та ВГО «Українська асоціація маркетингу» збільшення парку легкових автомобілів в Україні негативно вплинуло на безпеку руху: так, рівень смертності населення від дорожньо-транспортних пригод (ДТП) в Україні сягає 18,7 смертей на 100 тисяч населення, тоді як в таких країнах як Німеччина, Голландія, Велика Британія, Швеція (де середній рівень автомобілізації населення в 3,5–4 рази вищий) цей показник складає 3–4 особи на 100 тисяч осіб.

Статистика свідчить, що за останні 10 років в Україні зберігається високий рівень аварійності [1] (табл. 1.1), що ставить перед Україною цілий комплекс завдань, спрямованих на підвищення безпеки руху.

До причин високого рівня аварійності на автошляхах країни можна віднести:

- низький рівень правової культури учасників дорожнього руху;

Таблиця 1.1 – Динаміка ДТП та тяжкості їх наслідків в Україні за 2006–2015 рр.

Загальна кількість ДТП з постраждалими					
Рік	ДТП	Загинуло	Травмовано	Постраждалих	% загиблих
2006	49491	7592	60018	67610	11,23
2007	63554	9574	78528	88102	10,87
2008	51279	7718	63254	70972	10,87
2009	37049	5348	45675	51023	10,48
2010	31914	4875	38975	43850	11,12
2011	31281	4908	38178	43086	11,39
2012	30699	5131	37519	42650	12,03
2013	30677	4824	37526	42350	11,39
2014	26160	4464	32352	36816	12,13
2015	25365	3970	31467	35437	11,20
Кількість ДТП з постраждалими з вини водіїв					
Рік	ДТП	Загинуло	Травмовано	% від загальної кількості ДТП	
2006	37601	5692	49217	75,98	
2007	50115	7383	66060	78,85	
2008	41491	6078	54086	80,91	
2009	29657	4158	38715	80,05	
2010	24981	3684	32451	78,28	
2011	23416	3454	30535	74,86	
2012	24314	3832	31665	79,20	
2013	24364	3637	31672	79,42	
2014	20837	3366	27313	79,65	
2015	15218	2334	20385	60,00	
Кількість ДТП з постраждалими з вини нетверезих водіїв					
Рік	ДТП	Загинуло	Травмовано	% від загальної кількості ДТП	% від кількості ДТП з вини водіїв
2006	2437	304	3323	4,92	6,48
2007	4359	641	5889	6,86	8,70
2008	2997	420	3980	5,84	7,22
2009	1770	235	2361	4,78	5,97
2010	1334	159	1781	4,18	5,34
2011	1938	263	2674	6,20	8,28
2012	2022	263	2773	6,59	8,32
2013	2187	305	2960	7,13	8,98
2014	2342	349	3183	8,95	11,24
2015	2358	317	3203	9,30	15,49



- нехтування елементарними вимогами безпеки (невикористання ременів безпеки; ведення переговорів за допомогою мобільних телефонів за кермом автомобіля; перевезення маршрутними таксі кількості пасажирів більшої, ніж наявність посадкових місць; перехід пішоходами дороги поза спеціально облаштованими переходами і т. д.);
- технічний стан транспортних засобів;
- жахливий стан автомобільних доріг (особливо у весняний період);
- безкарність осіб, які скоїли правопорушення, пов'язані з транспортом.

За даними «Асоціації безпеки дорожнього руху» в Україні на дорогах гине 13% людей від загальної кількості загиблих в ДТП у країнах Європи, а втрати внаслідок ДТП щорічно досягають 5 млрд. доларів США.

З 2008 року в Україні намітилися позитивні тенденції зниження аварійності на дорогах. Проте якщо проаналізувати ДТП з важкими наслідками та резонансні ДТП, то їх кількість в країні зросла.

З 2009 року показники аварійності почали знижуватися, однією з причин чого стало прийняття Верховною Радою України 24.09.2008 Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо вдосконалення регулювання відносин у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху», яким посилено відповідальність учасників дорожнього руху за порушення вимог Правил дорожнього руху.

З 2014 року відбулося зниження абсолютних показників аварійності за рахунок вилучення із загальної статистики АР Крим та ряду районів Донецької та Луганської областей, однак відносні показники дещо зросли, що свідчить про погіршення рівня безпеки руху на шляхах країни.

Основними причинами виникнення ДТП на автомобільних дорогах України є недотримання водіями і пішоходами Правил дорожнього руху (ПДР) – перевищення швидкості, порушення правил обгону, маневрування, керування транспортними засобами в нетверезому стані, перехід пішоходом проїзної частини у невстановленому місці; помилки водія в керуванні автотранспортними засобами (АТЗ) – недотримання безпечної дистанції та ігнорування вимог технічних засобів організації дорожнього руху (дорожніх знаків, розмітки тощо); зниження працездатності водія; порушення правил експлуатації АТЗ та їх незадовільний технічний стан; поганий стан та утримання дорожнього покриття; незадовільна організація дорожнього руху.

Слід зауважити, що кожний окремо взятий недолік в експлуатаційному утриманні доріг може стати супутньою причиною, яка може вплинути на виникнення дорожньо-транспортної пригоди. Так, в Україні на автомобільних дорогах загального користування зафіксовано такі супутні причини ДТП: 24 % – наявність дерев, що ростуть з порушенням існуючих норм, 20 % – відсутність дорожньої розмітки, 14 % – слизьке покриття, 11 % – ямковість або руйнування проїзної частини, інші недоліки становили 31 %.

Аналіз розподілу ДТП за видами показує, що найбільша кількість ДТП припадає на наїзди на пішоходів та перешкоду, зіткнення і перекидання. Отже, сучасний стан аварійності потребує поглибленого вивчення умов та причин цих ДТП з метою створення рекомендацій та формування заходів щодо підвищення безпеки дорожнього руху.

## 1.2 Основні напрямки діяльності із забезпечення безпеки та організації дорожнього руху

Рух автомобіля по дорозі чи якій-небудь іншій місцевості можна розглядати як функціонування системи «водій – автомобіль – дорога – середовище», яку звичайно позначають аббревіатурою ВАДС (рис. 1.1).

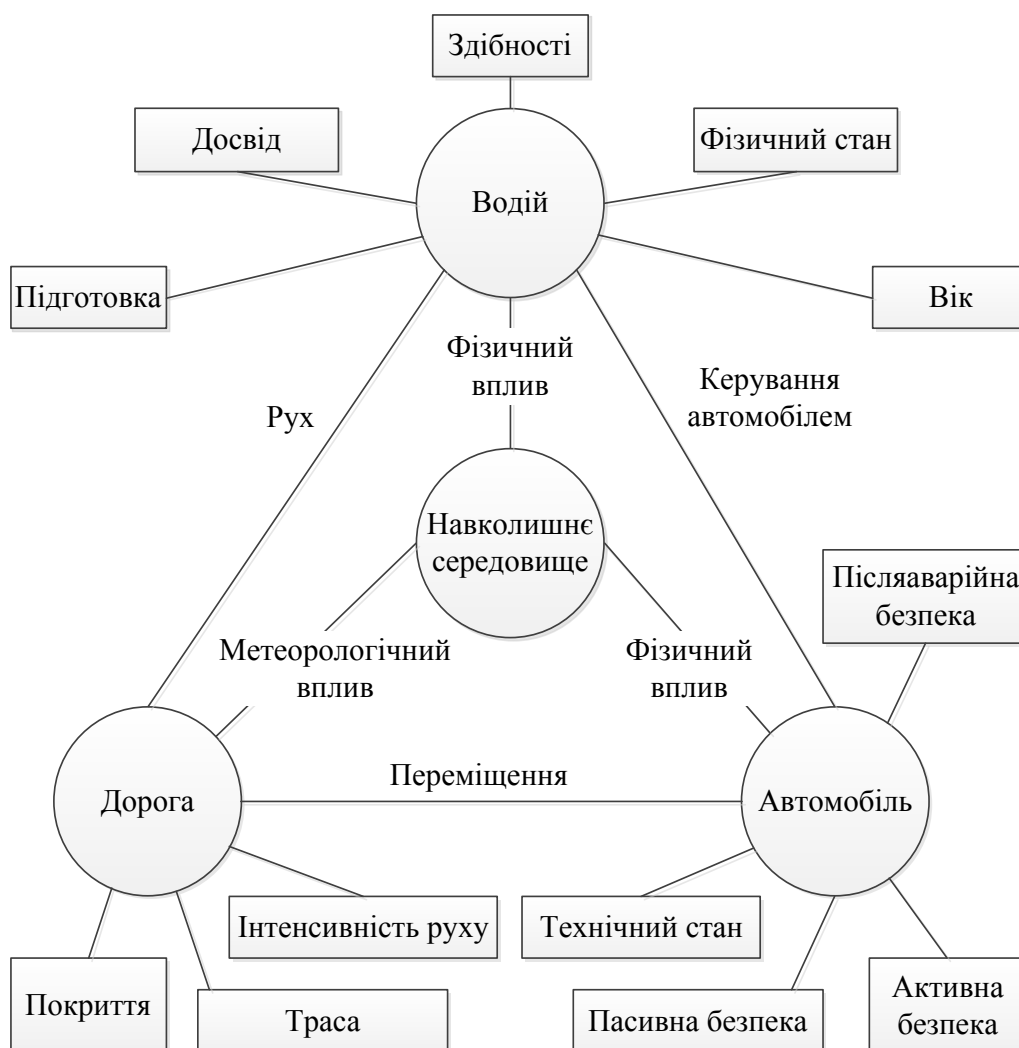


Рисунок 1.1 – Структурна схема системи ВАДС

Порушення в роботі кожного з компонентів системи ВАДС призводить до зниження її ефективності (зменшення швидкості руху, немотивованих зупинок, збільшення витрати палива) або до аварії (ДТП).

Для забезпечення ефективного і безпечного функціонування системи ВАДС необхідно удосконалювати підготовку водіїв, покращувати конструкцію і технічний стан транспортних засобів, розширювати будівництво вулиць і доріг, оптимально організовувати процес дорожнього руху.

З позиції системного підходу ця діяльність може бути розглянута як послідовно здійснювана на трьох рівнях керування, кінцевою метою якого є безпека руху.

1-й рівень передбачає створення системи законодавчих та інших нормативних правових актів, а також стандартів, технічних правил, що містять загальні вимоги безпеки по всіх компонентах системи ВАДС.

2-й рівень передбачає безпосередню реалізацію вимог системи законодавчих та інших нормативних правових актів 1-го рівня в процесі створення транспортних засобів, будівництва, реконструкції та утримання вулично-дорожньої мережі (ВДМ), організації дорожнього руху, а також при підготовці водіїв та навчанні населення правилам дорожнього руху.

3-й рівень передбачає організацію контролю надійності функціонування всіх компонентів системи ВАДС в процесі дорожнього руху і вживання відповідних заходів для відновлення належного рівня безпеки системи.

Таким чином, для вирішення проблем дорожнього руху необхідні знання в області юриспруденції, економіки, психології, педагогіки, інженерних наук, включаючи спеціальні пізнання в містобудуванні, дорожній і автомобільній справі.

В рамках дисципліни, що вивчається, слід розуміти, що організувати дорожній рух – це означає за допомогою інженерно-технічних та організаційних заходів створити на існуючій ВДМ умови для досить швидкого, безпечного і зручного руху транспортних засобів і пішоходів.

На основі аналізу вітчизняного і зарубіжного досвіду інженерна діяльність з організації дорожнього руху може бути подана у вигляді п'яти блоків.

1. Основою для розробки заходів з ОДР є інформація про стан існуючої організації руху і дані про інтенсивність, склад транспортних і пішохідних потоків, інша інформація про дорожній рух. Таку інформацію зазвичай збирає організація (проектна, дорожньо-експлуатаційна, комунальна), якій доручено розробити комплекс заходів із вдосконалення організації руху. Цю інформацію збирають в процесі періодичних обстежень ВДМ і дорожнього руху.

2. Робота з виявлення місць концентрації ДТП на існуючій ВДМ, місць з обмеженою пропускною спроможністю, ділянок, де спостерігаються затримки транспортних і пішохідних потоків, яка базується на даних статистики ДТП, відомостях Міністерства внутрішніх справ (МВС) України про порушення Правил дорожнього руху (ПДР), оцінюванні пропускної здатності окремих елементів ВДМ, результатах вивчення умов руху за допомогою ходових лабораторій. В плані виявлення небезпечних місць роботу повинні систематично виконувати підрозділи патрульної поліції, які обслуго-

вують дану міську територію або дорогу. Вивчення «вузьких» місць та оцінювання пропускнуої здатності можуть проводити як співробітники МВС, так і організація, якій доручена розробка пропозицій (проектів) із вдосконалення дорожнього руху.

3. На основі інформації про стан ВДМ, ОДР, даних про ДТП і місця їх концентрації, наявність «вузьких» місць розробляються (з необхідним економічним обґрунтуванням) проекти організації дорожнього руху (ПОДР). Залежно від поставленого завдання проект розробляється для локальної ділянки (перехрестя, ділянка вулиці) або для міста (міського району), автомобільної дороги або міської магістралі в цілому.

Виконавцем при розробці проекту може бути лише спеціалізована проектна організація. Завдання на проектування, як правило, повинен розробляти відповідний підрозділ місцевої адміністрації за участю підрозділу МВС України, який обслуговує дану територію або дорогу.

4. Безпосередня участь в реалізації розроблених заходів щодо вдосконалення організації руху, здійснювана в порядку авторського нагляду, дає можливість коректувати при необхідності проектні рішення і одночасно з цим перевіряти їх на практиці.

Розробка і реалізація будь-яких заходів щодо організації руху має на увазі наявність певних правил, які регламентують поведінку всіх учасників дорожнього руху. Тому Правила дорожнього руху прийнято вважати основою організації дорожнього руху. Дорожні знаки і розмітка, світлофорна сигналізація є додатковими і дуже важливими інструментами, за допомогою яких забезпечується оптимальна організація руху.

5. Оперативні зміни ОДР необхідні при проведенні масових заходів (мітингів, демонстрацій, спортивних змагань, святкової ходи), а також у разі виникнення на окремих ділянках ВДМ заторів (вичерпання пропускнуої спроможності), в місцях ДТП, при проведенні аварійно-рятувальних робіт. Як правило, місця проведення масових заходів заздалегідь відомі, і тому служби організації руху повинні мати опрацьовані і погоджені з зацікавленими організаціями схеми об'їзду ділянок ВДМ, що тимчасово закриваються для руху. На основі вивчення руху мають бути встановлені місця можливого виникнення заторів і опрацьовані схеми руху, що передбачають установлення тимчасових дорожніх знаків, світлофорів, напрямних конусів тощо. Реалізація оперативних змін організації дорожнього руху, як правило, покладається на підрозділи патрульної поліції, що обслуговують відповідну територію.

На даний час в рамках реалізації Державної цільової програми підвищення рівня безпеки дорожнього руху, Транспортної стратегії України на період до 2020 року, Галузевої програми забезпечення безпеки руху на автомобільному транспорті реалізується комплекс заходів зі зниження аварійності та тяжкості наслідків дорожньо-транспортних пригод в Україні, посилюються вимоги до персоналу автомобільного транспорту та конструкції транспортних засобів (впровадження тахографів), започатковано тех-

нічне розслідування ДТП, розробляється Положення про систему управління безпекою руху на автомобільному транспорті з урахуванням норм міжнародного стандарту ISO 39001:2012 «Система управління безпекою дорожнього руху (БДР) – вимоги та настанови щодо застосування» тощо.

### **1.3 Правила дорожнього руху та міжнародні конвенції про дорожній рух**

Правила дорожнього руху (rules of road motion) – це єдиний нормативний акт, який зобов’язані виконувати всі учасники руху. До появи технічних засобів регулювання дорожнього руху єдиним елементом його організації були правила, які регламентували поведінку на дорогах.

У Росії перші спеціальні укази про правила руху були видані в XVII столітті. Згідно із цими указами при першій затримці лихача обмежувалися попередженням, при повторному сікли батогом, на третій раз засиляли на каторгу. В 1732 р. для лихачів була передбачена страта.

Правила дорожнього руху в різних країнах світу мають відмінності. У США, наприклад, у кожному штаті діють свої правила.

В 1909 р. була розроблена перша Міжнародна Конвенція, що встановлює єдину систему дорожньої сигналізації. Вона складалася із чотирьох знаків, які попереджали водіїв про крутий поворот, перехрестя, залізничний переїзд, нерівну дорогу.

В СРСР перший документ, що регламентує дорожній рух, був уведений в 1920 р. декретом Ради Народних Комісарів «Об автодвижении по городу Москве и ее окрестностям (Правила)», підписаним В. І. Леніним. Єдиних Правил для всієї території країни довгий час не було. Місцеві органи влади мали право затверджувати для окремих областей власні Правила, які відрізнялися одне від одного, мали невиправдані розходження у вимогах до водіїв при тих самих умовах і були недосконалі.

В 1926 р. у Парижі були укладені конвенції про дорожній транспорт і про автотранспорт.

В 1931 р. у м. Женеві європейські держави підписали Конвенцію про введення однаковості в дорожніх знаках і сигналах. Відповідно до Женевської Конвенції як обов’язкові вводилися 26 знаків. Вони були розділені на 3 групи: попереджувальні, наказові та вказівні.

В 1931 р. були затверджені Вимоги, висунуті до водія щодо виконання ним службових обов’язків та Основні правила їзди на автомобілях і мотоциклах у межах СРСР. Вони забороняли водієві перед роботою і протягом робочого дня вживати спиртні напої та наркотики, розмовляти і курити під час руху. Перші типові Правила руху по вулицях міст і дорогах СРСР були розроблені в 1940 р. На їх базі розроблялися місцеві Правила. В 1957 р. були прийняті нові типові Правила руху, на основі яких у більшості союзних республік розроблялися республіканські Правила. В 1961 р. були затвер-

джені перші єдині для всієї території країни Правила руху по вулицях і дорогах СРСР.

В 1949 р. Організацією Об'єднаних Націй (ООН) була прийнята Конвенція про дорожній рух і Протокол про дорожні знаки та сигнали. Метою Конвенції було сприяти розвитку і безпеці дорожнього руху в усіх країнах. До Конвенції 1949 р. приєдналася більшість розвинених країн світу, що сприяло уніфікації національних документів, які містять правила дорожнього руху. Наша країна приєдналася до цієї Конвенції в 1959 р.

В зв'язку з ростом автомобілізації, удосконалюванням конструкції транспортних засобів та організації дорожнього руху в 1964 р. в рамках Європейської економічної комісії ООН її робочими органами при активній участі України (СРСР) була почата розробка нових документів щодо організації руху.

З 1 січня 1965 р. були введені в дію Правила руху по вулицях міст, населених пунктах і дорогах СРСР з врахуванням міжнародних угод.

В 1968 р. на Конференції ООН у Відні були прийняті Конвенція про дорожній рух і Конвенція про дорожні знаки та сигнали. Надалі в зв'язку з удосконалюванням цих міжнародних документів розроблювались та вводились в дію нові редакції Правил дорожнього руху (ПДР).

*Конвенція про дорожній рух* 1968 р. містить у собі загальні положення, ПДР, умови допуску до міжнародного руху автомобілів і причепів, велосипедів з підвісним двигуном, вимоги до водіїв автомобілів та велосипедистів і заключні положення. Крім того, до цієї Конвенції були прийняті додатки, які передбачають:

- відступ від зобов'язань допуску до міжнародного руху автомобілів і причепів;
- реєстраційні номери, відмітні та розпізнавальні знаки автомобілів і причепів, що перебувають у міжнародному русі;
- технічні умови, що стосуються автомобілів і причепів;
- форми національного та міжнародного водійських посвідчень.

В загальних положеннях Конвенції про дорожній рух дані означення основних термінів. Термін *дорога* означає всю смугу відведення будь-якої дороги або вулиці, відкритої для руху. Термін *проїзна частина дороги* означає елемент дороги, призначений для руху нерейкових транспортних засобів. Дорога може мати кілька проїзних частин, межами яких є розділювальні смуги.

Термін *механічний транспортний засіб* – транспортний засіб, що приводиться в рух за допомогою двигуна. Цей термін поширюється на трактори, самохідні машини і механізми, а також тролейбуси та транспортні засоби з електродвигуном потужністю понад 3 кВт, за винятком велосипедів з підвісним двигуном на території договірних сторін, які не прирівнюють їх до мотоциклів, і за винятком рейкових транспортних засобів.

Термін *автомобіль* означає механічний транспортний засіб, використовуваний звичайно для перевезення по дорогах людей чи вантажів або для

буксирування транспортних засобів, тролейбуси, тобто нерейкові транспортні засоби, з'єднані з електричним приводом. Термін не охоплює такі транспортні засоби, як сільськогосподарські трактори, які, перевозячи людей і вантажі, виконують лише допоміжні функції.

В Правилах дорожнього руху Конвенції в розділі «Водії» відзначено, що водій повинен мати необхідні фізичні та психічні якості, а його фізичний і розумовий стан повинен дозволяти управляти транспортним засобом. Водій механічного транспортного засобу повинен мати знання і навички, необхідні для керування транспортним засобом.

*Конвенція про дорожні знаки і сигнали* містить у собі загальні положення, дорожні, світлові та інші знаки та сигнали, дорожню розмітку, заключні положення.

Міжнародні конвенції встановлюють лише найбільш загальні положення організації дорожнього руху, прийнятні для більшості країн світу. В зв'язку з цим передбачається прийняття регіональних угод між групами країн, найбільш близьких за умовами дорожнього руху. Прикладом такого документа є Європейська угода про дорожній рух.

Зараз на території України діють ПДР введені з 1 січня 2002 р. із змінами, внесеними згідно з Постановами Кабінету Міністрів, прийнятими у 2005–2015 роках. У своїй основі вони зберегли повну наступність із попередніми Правилами і відповідають Конвенціям про дорожній рух і про дорожні знаки та сигнали, а також Європейським угодам, що доповнюють ці Конвенції, Закону України «Про дорожній рух», державним стандартам та іншим нормативним актам.

#### **1.4 Патрульна поліція, служби організації дорожнього руху**

Патрульна поліція – підрозділ Національної поліції, який цілодобово патрулює міста України, забезпечує громадський порядок та безпеку, першим реагує на повідомлення про правопорушення і надзвичайні події, надає поліцейські послуги, первинну медичну та невідкладну допомогу громадянам, забезпечує безпеку дорожнього руху, розглядає справи про адміністративні правопорушення і застосовує засоби адміністративного впливу до правопорушників, організовує заходи безпеки на місці ДТП, оформлення необхідних документів.

У її складі діють піші, автомобільні та мотопатрулі, а також кінний патруль для паркових зон, і річковий патруль.

Патрулювання вулиць у містах здійснюють піші патрулі, а також на спеціально обладнаних автомобілях та мотоциклах, які оснащені сучасними засобами зв'язку та підключені до електронних баз, що дозволяє своєчасно зв'язатися з поліцейським управлінням і отримувати оперативну інформацію. Патрулювання паркових зон здійснює кінний патруль. А за безпекою на воді слідкує річковий патруль.

До їхніх обов'язків належить надання інформації пішоходам та водіям транспортних засобів, перевірка і фіксація будь-яких порушень законодавства, виписування штрафів. Поліцейські зобов'язані оперативно реагувати на правопорушення, виїжджати на місце подій і ретельно вивчати скарги громадян. Стосується це також побутових правопорушень (зокрема домашнього насильства); невідкладної допомоги потерпілим від суспільно небезпечних діянь, нещасних випадків з особами з обмеженими фізичними можливостями. Окрім прямих обов'язків, патрульні поліцейські повинні вміти надавати першу медичну допомогу та консультувати громадян.

Кожен патрульний має нагрудну камеру та планшет, через який по базі даних він відразу на місці може дізнатися всю потрібну інформацію про водія-порушника. У базі вони позначені для зручності за кольорами: зелений колір – це значить у водія немає проблем, жовтий – не сплачено штраф, червоний – машина в розшуку, або є серйозні порушення. Також через планшет патрульний заповнює протоколи за шаблоном: досить вказати номер статті та прізвище з ім'ям водія, а все інше заповнюється автоматично. Таким чином, процес швидкий і не затягується – на все йде п'ять хвилин. Після цього порушник отримує електронний протокол та квитанцію або при бажанні зможе розплатитися банківською картою на місці.

Відповідно до закону України «Про Національну поліцію» поліцейський може зупиняти транспортні засоби у разі:

- 1) якщо водій порушив Правила дорожнього руху;
- 2) якщо є очевидні ознаки, що свідчать про технічну несправність транспортного засобу;
- 3) якщо є інформація, що свідчить про причетність водія або пасажирів транспортного засобу до вчинення ДТП, кримінального чи адміністративного правопорушення, або якщо є інформація, що свідчить про те, що транспортний засіб чи вантаж можуть бути об'єктом чи знаряддям учинення ДТП, кримінального чи адміністративного правопорушення;
- 4) якщо транспортний засіб перебуває в розшуку;
- 5) якщо необхідно здійснити опитування водія чи пасажирів про обставини вчинення дорожньо-транспортної пригоди, кримінального чи адміністративного правопорушення, свідками якого вони є або могли бути;
- 6) якщо необхідно залучити водія транспортного засобу до надання допомоги іншим учасникам дорожнього руху або поліцейським або як свідка під час оформлення протоколів про адміністративні правопорушення чи матеріалів ДТП;
- 7) якщо уповноважений орган державної влади прийняв рішення про обмеження чи заборону руху;
- 8) якщо спосіб закріплення вантажу на транспортному засобі створює небезпеку для інших учасників дорожнього руху;
- 9) порушення порядку визначення і використання на транспортному засобі спеціальних світлових або звукових сигнальних пристроїв.



Поліцейський зобов'язаний поінформувати водія про конкретну причину зупинення ним транспортного засобу з детальним описом підстави для зупинення.

Відповідно до закону України «Про дорожній рух» організація дорожнього руху на автомобільних дорогах, вулицях та залізничних переїздах здійснюється із застосуванням технічних засобів інформаційно-телекомунікаційних та автоматизованих систем керування та нагляду за дорожнім рухом відповідно до правил і стандартів, а також на основі проектів і схем організації дорожнього руху, погоджених із відповідними підрозділами Національної поліції. До вказаних проектів і схем за приписами відповідних підрозділів Національної поліції можуть бути внесені зміни та доповнення.

Організація дорожнього руху здійснюється спеціалізованими службами, що створюються відповідними органами: на автомобільних дорогах, що перебувають у власності територіальних громад, – органами місцевого самоврядування; на інших автомобільних дорогах – центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері дорожнього господарства та управління автомобільними дорогами; на залізничних переїздах – центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері безпеки на залізничному транспорті.

Зміни в організації дорожнього руху з метою підвищення інтенсивності руху транспортних засобів за рахунок зниження рівня безпеки дорожнього руху не допускаються.

У разі виникнення загрози безпеці дорожнього руху, перешкод у русі транспортних засобів і пішоходів відповідні посадові особи Міністерства внутрішніх справ України, дорожніх і комунальних служб мають право вносити оперативні зміни в організацію дорожнього руху і вживати необхідних заходів щодо усунення перешкод.

### **Питання для самоперевірки**

1. Що таке автомобілізація та як вона впливає на безпеку руху?
2. Основні причини ДТП в Україні, характеристика аварійності.
3. Рівні управління ефективністю та безпекою функціонування системи ВАДС.
4. Напрямки інженерної діяльності з організації дорожнього руху.
5. Міжнародні конвенції про дорожній рух та їх вплив на формування ПДР України.
6. Функції патрульної поліції та служб організації дорожнього руху.

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

### 2.1 Транспортний потік

Транспортний потік – це впорядкований транспортною мережею рух транспортних засобів.

Для характеристики транспортних потоків використовують такі основні показники: інтенсивність транспортного потоку; щільність транспортного потоку; швидкість руху транспортного потоку; склад транспортного потоку; затримки руху транспортного потоку.

Під інтенсивністю руху (traffic density) розуміють кількість транспортних засобів, що проходять через дану ділянку дороги за одиницю часу (рік, день, годину).

Склад транспортного потоку характеризується співвідношенням в ньому транспортних засобів різного роду. Склад транспортного потоку здійснює значний вплив на всі параметри, що характеризують дорожній рух. Разом з тим, склад потоку звичайно відображає загальний склад парку автомобілів в країні, області, місті.

Інтенсивність і склад руху є основними показниками, що впливають на такі важливі параметри автомобільної дороги, як ширина проїзної частини, конструкція дорожнього покриття, конструкція дорожніх розв'язок тощо. Вони характеризують рівень завантаження дороги і рівень зручності руху та є визначальними показниками для призначення класності або так званої категорії дороги, призначення заходів з ремонту та утримання дороги, визначення засобів організації руху (organization of road motion).

Щільність транспортного потоку  $q_a$  є просторовою характеристикою, що визначає ступінь завантаження смуги дороги. Її вимірюють кількістю транспортних засобів, що приходяться на 1 км довжини смуги дороги. Гранична щільність може спостерігатися при нерухомому стані колони автомобілів, розташованих впритул один до одного на смузі дороги. Природно, що при такій щільності рух неможливий навіть при автоматичному керуванні автомобілями, тому що відсутня дистанція безпеки. Тому зазначена величина щільності потоку має суто теоретичне значення. При використанні показника щільності потоку необхідно враховувати коефіцієнт приведення для різних типів транспортних засобів (див. п. 2.4), тому що в протилежному випадку результати порівняння  $q_a$  для різного за складом потоку можуть привести до несумісних результатів.

В залежності від щільності потоку можна умовно розділити умови руху за ступенем завантаженості на такі: вільний рух, частково зв'язаний рух, насичений рух, колонний рух, перенасичений рух.

Чисельні величини  $q_a$  у фізичних одиницях транспортних засобів, характерні для кожної з умов, дуже істотно залежать від характеристики

дороги і, у першу чергу, від плану і профілю дороги, швидкостей руху і складу потоку транспортних засобів на ній.

Швидкість руху є найважливішим показником дорожнього руху, тому що характеризує його цільову функцію. Найбільш об'єктивною характеристикою швидкості транспортного засобу на дорозі може служити крива, що характеризує її зміну протягом усього маршруту руху. Одержання таких просторових характеристик для безлічі автомобілів, що рухаються, є складним. У практиці організації руху прийнято характеризувати швидкість руху транспортних засобів миттєвими її значеннями  $V_a$ , зафіксованими в окремих типових точках дороги. Вимірником швидкості доставки вантажів і пасажирів є швидкість сполучення, що визначається як відношення відстані між точками сполучення до часу перебування транспортного засобу в дорозі. Великою, зворотною швидкості сполучення, є темп руху, що вимірюється часом, затраченим на подолання одиниці довжини шляху (хв/км). Цей вимірник дуже зручний для розрахунків часу доставки пасажирів і вантажів на різні відстані. Миттєва швидкість транспортного засобу і відповідно швидкість сполучення залежать від багатьох факторів і піддаються значним коливанням.

Будь-яке зниження швидкості руху транспортних засобів у порівнянні з розрахунковою швидкістю для даної ділянки дороги, а тим більше перерва в русі (зупинка), приводять до втрати часу і відповідно до економічних втрат. Тому при організації дорожнього руху особлива увага повинна бути звернена на затримки руху. До затримок варто відносити не тільки всі вимушені зупинки транспортних засобів перед перехрестями, залізничними переїздами, при заторах на перегонах, але також і зниження швидкості транспортного потоку в порівнянні із розрахунковою (чи дозволеною) для даної дороги.

Втрати часу при русі транспортного засобу можуть бути виражені в загальному вигляді виразом

$$t_{\Delta} = \int_{l_0}^{l_1} \left( \frac{1}{V_{fs}(l)} - \frac{1}{V_{ro}(l)} \right) dl, \quad (2.1)$$

де  $V_{fs}$  – фактична швидкість сполучення, км/год;

$V_{ro}(l)$  – розрахункова (оптимальна) швидкість руху, км/год;

$l_0, l_1$  – точки розглянутої ділянки дороги, км.

При визначенні оптимальної швидкості руху необхідно враховувати не тільки втрати часу, але і витрати, пов'язані з витратою палива, зносом автомобіля, аварійністю, що можуть збільшуватися в міру економії часу (зростання швидкості).

У світовій літературі найперша та велика монографія з теорії транспортних потоків – робота С. Дрю і Р. Дональда «Теорія транспортних потоків та керування ними». В ній докладно розглядаються елементи системи

ВАДС і будуються моделі руху транспортних потоків, описаний процес формування та подальшого функціонування транспортного потоку, його формалізація та опис на основі математичних моделей, розглянуті методи регулювання руху на складних вузлах доріг та швидкісних магістралях і проектування високопродуктивних транспортних систем з високою пропускну здатністю.

Велика увага приділяється системному підходу до транспортних проблем, а також важливим для практики методам теорії ймовірностей, математичній статистиці та теорії масового обслуговування. Великий інтерес являє так званий детерміністський підхід до транспортних проблем (див. п. 2.3) і метод фізичних аналогій. Частина книги присвячена деякими практичним задачам, пов'язаним з проектуванням доріг та регулюванням вуличного руху.

Глибокі дослідження в області вивчення транспортних потоків були виконані Т. Метсоном, Р. Смітом, В. Лейтцбахом та іншими ученими Токійського університету. Х. Іносе та Т. Хамада підготовлена монографія, в якій піднята проблема збору і обробки інформації про параметри транспортних потоків, а також питання їх оцінювання та прогнозування.

В роботі В. В. Сильянова [11] розглянуті питання оцінювання пропускну здатності автомобільних доріг з точки зору їх проектування, ефективності прийняття проектних рішень, а також застосування окремих засобів організації руху; наведені результати дослідження закономірностей руху транспортних потоків в реальних дорожніх умовах; на основі цих спостережень встановлені рівні зручності руху і величина оптимального завантаження дороги рухом; приділена увага методам імітаційного моделювання руху транспортних потоків; подані методики розрахунку пропускну здатності елементів доріг.

## 2.2 Пішохідний потік

До основних показників, що характеризують рух пішоходів, відносяться його інтенсивність, щільність і швидкість.

Інтенсивність пішохідного потоку  $N_{pish}$  коливається в дуже широких межах залежно від функціонального призначення вулиці або дороги і від розташованих на них об'єктів тяжіння. Особливо висока інтенсивність руху пішоходів спостерігається на головних і торговельних вулицях великих міст, а також в зоні транспортних вузлів (вокзалів, станцій метрополітену). Об'єм пішохідного потоку в обох напрямках уздовж великих міських магістралей в години пік може досягати 15–20 тис. люд. на годину. Такі об'єми руху спостерігалися, наприклад, на вул. Хрещатик в Києві.

Для пішохідних потоків характерна значна часова нерівномірність протягом доби. Вона істотно залежить від функціонального значення тієї або іншої ділянки вулиці і розташування на ній об'єктів тяжіння пішоходів.

Дані для розробки конкретних рішень щодо організації дорожнього руху мають бути отримані натурними спостереженнями.

Щільність пішохідного потоку  $q_{pish}$ , так само, як і інтенсивність, коливається в широких межах і чинить вплив на швидкість руху пішоходів та пропускну здатність пішохідних доріг. Так само, як і для транспортного потоку, гранична щільність пішохідного потоку визначається відповідними габаритними розмірами рухомих об'єктів. Так, людина в статичному положенні в літньому одязі займає площу 0,1–0,2 м<sup>2</sup>, в зимовому одязі – 0,25 м<sup>2</sup>, а за наявності ручної поклажі – до 0,5 м<sup>2</sup>.

Залежно від щільності розрізняють вільний і обмежений рух (вільні і обмежені умови руху). У вільних умовах ( $q_{pish} \leq 0,5$  люд./м<sup>2</sup>) кожна людина у будь-який момент може змінити швидкість і напрям свого руху. В обмежених умовах ( $q_{pish} > 0,5$  люд./м<sup>2</sup>) щільність потоку обмежує свободу і можливість змінювати режим руху людей. Спостереження показують, що для вільного руху дистанція між рухомими в колоні людьми повинна досягати близько 2 м. Її можна умовно назвати «динамічним габаритом пішохода». Відчутні перешкоди спостерігаються вже при 0,7–0,8 люд./м<sup>2</sup>, а при 4–5 люд./м<sup>2</sup> рух є повністю обмеженим. Це граничне значення щільності, при якій потік ще може повільно продовжувати рух.

Швидкість пішохідного потоку  $V_{pish}$  обумовлена швидкістю пересування пішоходів в потоці. Швидкість руху людини спокійним кроком коливається в середньому в межах 0,5–1,5 м/с і залежить від віку і стану здоров'я, мети пересування, дорожніх умов (рівності, подовжнього ухилу і ковзкості покриття), стану доквілля (видимості, опадів, температури повітря). Згідно із дослідженнями, проведеними в Московському автодорожньому інституті (МАДІ), швидкість  $V_{pish}$  на пішохідних переходах через проїжджу частину вулиць може змінюватися залежно від типу і стану дорожнього покриття приблизно в 2,2 раза, від віку людей – в 1,7, від довжини переходу – в 1,4 раза. Характерно, що на переходах більшої довжини швидкість пішоходів стає вищою. Тут виявляється психологічний вплив зростання небезпеки конфлікту з транспортним потоком. Пересування пішоходів може також характеризуватися показником, зворотним швидкості, – темпом руху, вимірюваним в секундах, що діляться на метри (с/м).

На швидкість руху людей в умовах інтенсивного пішохідного потоку істотний вплив робить його щільність (рис. 2.1). Чим вища щільність, тим більш відчутні взаємні перешкоди, що сприяє зниженню швидкості пішохідного потоку.

Типові діапазони швидкостей руху пішоходів такі, м/с:

- рух по тротуару: у вільних умовах – 0,7–1,1; в обмежених – 0,5–0,9;
- рух по наземних пішохідних переходах: при малій щільності руху – 1,1–1,5; високій – 0,6–0,9.

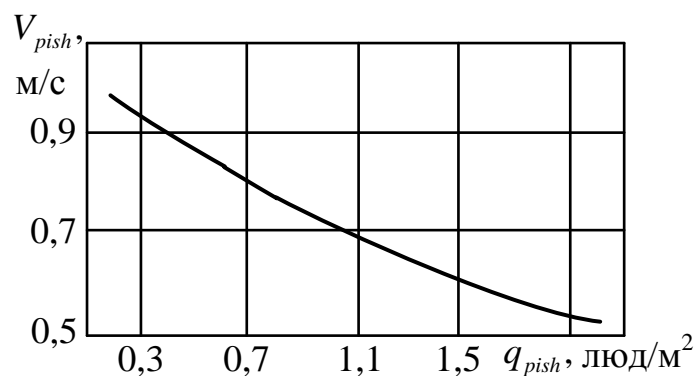


Рисунок 2.1 – Зразок залежності «швидкість–щільність» для пішохідних потоків на тротуарі [7]

Швидкість руху людей може бути і значно вища. Особливо це характерно для чоловіків у віці 19–35 років, які можуть при швидкому кроці розвивати швидкість 3,3–3,6 м/с, а при швидкому бігу до 6–7 м/с. При цьому різко збільшується відстань, на якій людина може зупинитися при виявленні небезпеки. Якщо при русі спокійним кроком ця відстань на сухому покритті не перевищує 1,5 м, то при бігу «шлях до зупинки» зростає до 3,3–9,0 м. Ця обставина може сприяти ДТП.

При організації пішохідних переходів необхідно застосовувати такий показник, як тривалість затримок. Затримки можна визначити за фактичним часом, втраченим кожною людиною, яка вимушена чекати можливості переходу, або за середнім значенням цього часу, віднесеним до кожного пішохода, що проходить через дане перехрестя.

### 2.3 Математичний опис транспортного потоку

Для обґрунтування вибору форм і методів ОДР та застосування для цієї мети системи керування, необхідно знати закономірності транспортних потоків. Первинними завданнями, що послужили розвитку моделювання транспортних потоків, є вивчення і обґрунтування пропускної здатності доріг та їх перетинань. Поведінка транспортного потоку дуже мінлива і залежить від дії багатьох чинників та їх поєднань. Поряд з технічними чинниками (транспортні засоби, дорога) вирішальний вплив на нього роблять поведінка людей (водіїв, пішоходів), а також стан середовища руху.

При розгляді показників дорожнього руху слід виділити ті з них, які є первинними. До них слід віднести показники, що визначаються потребами в перевезенні вантажів і пасажирів, а також у формуванні пішохідних кореспонденцій. До первинних показників відноситься сумарна інтенсивність руху транспортних засобів і пішоходів за відносно тривалий проміжок часу і склад транспортного потоку. Всі інші показники можна вважати похідними, оскільки вони в основному визначаються цими первинними параметрами і сукупністю умов дорожнього руху.

Математичні моделі, що знайшли практичне використання в організації дорожнього руху (рис. 2.2, 2.3), можна розділити на дві групи залежно від підходу: детерміністські та ймовірнісні (стохастичні).

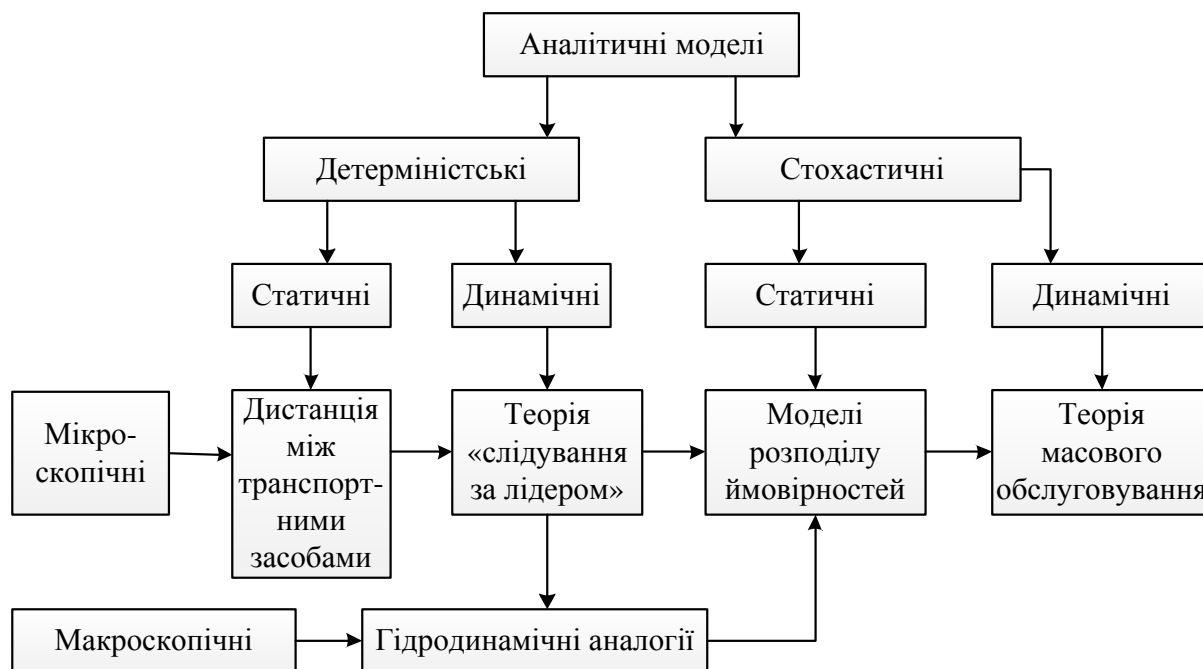


Рисунок 2.2 – Аналітичні моделі транспортного потоку

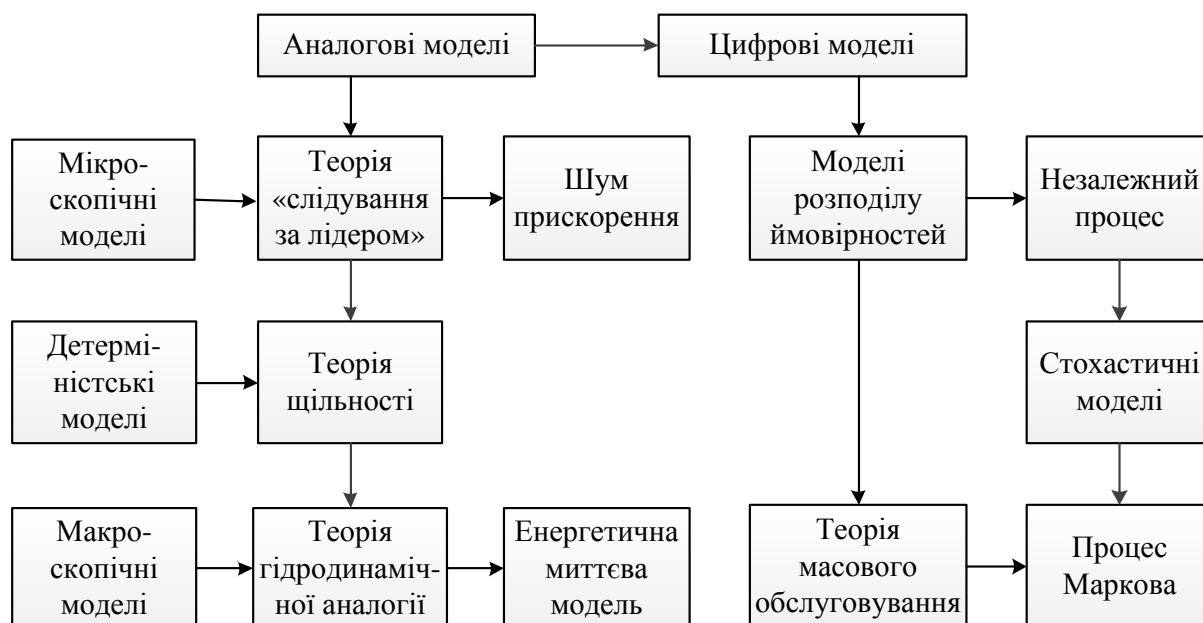


Рисунок 2.3 – Аналогові та цифрові моделі транспортного потоку

До детерміністських відносяться моделі, в основі яких лежить функціональна залежність між окремими показниками, наприклад, швидкістю і дистанцією між автомобілями в потоці. При цьому вважаємо, що всі автомобілі віддалені один від одного на однакову відстань.

Стохастичні моделі відрізняються більшою об'єктивністю. В них транспортний потік розглядається як ймовірнісний (випадковий) процес. Наприклад, розподіл часових інтервалів між автомобілями в потоці може прийматися не строго визначеним, а випадковим.

Детерміністські моделі. Простою математичною моделлю, що описує потік автомобілів, є так звана спрощена динамічна модель. Її застосовують для визначення максимально можливої інтенсивності руху по одній смузі дороги  $N_{a\max}$  при швидкості  $V_a$ :

$$N_{a\max} = \frac{AV_a}{L}, \quad (2.2)$$

де  $A$  – коефіцієнт розмірності;

$L$  – динамічний габарит автомобіля.

При вимірюванні швидкості в кілометрах на годину, а динамічного габариту в метрах формула (2.2) є виразом для визначення пропускної здатності смуги

$$P_c = \frac{1000V_a}{L}. \quad (2.3)$$

Дана математична модель складена на підставі двох допущень: швидкість всіх транспортних одиниць в потоці однакова; транспортні засоби однотипні, тобто мають рівні динамічні габарити. Динамічний габарит  $L$  транспортного засобу визначають як суму довжини транспортного засобу, дистанції безпеки і зазора до автомобіля, що зупинився попереду.

В результаті вивчення транспортних потоків високої щільності і спеціальних експериментів, проведених американськими фахівцями, була запропонована теорія «слідування за лідером», математичним виразом якої є мікроскопічна модель транспортного потоку [2]. Мікроскопічною її називають тому, що вона розглядає елемент потоку – пару автомобілів, що слідує один за одним. Особливістю цієї моделі є те, що в ній відображені закономірності комплексу ВАДС і, зокрема психологічний аспект керування автомобілями. Він полягає в тому, що при русі в щільному транспортному потоці дії водія обумовлені змінами швидкості лідируючого (ведучого) автомобіля і дистанції до нього в даний момент.

Експериментальна перевірка основного рівняння здійснювалася декількома ученими методом натурального імітаційного експерименту за допомогою двох автомобілів, обладнаних апаратурою для вимірювання значень параметрів рівняння. Дистанцію між автомобілями визначали кінозйомкою або спеціальною амортизуючою лебідкою, яка з'єднувала обидва автомобілі. Проте такий експеримент вже в своїй постановці містить відому штучність, що спотворює реальний процес. Це полягає, перш за все у спеціальному підборі водіїв, автомобілів і завданні певного режиму руху. Крім того, відносно мале число вимірювань не дозволяє охопити всю різноманітність ситуацій, що виникають в реальному транспортному потоці. Дорожні умови і загальна



транспортна ситуація розглядаються в даній моделі не як окремі параметри, а як рухи, що виявляються в значенні швидкості. Рівняння теорії слідування за лідером описує взаємодію між автомобілями з врахуванням реакції водія на зміни в транспортному потоці – стимул-реакції.

До моделей, що розглядають потік в цілому і називаються макроскопічними, відносять, наприклад, моделі гідродинамічної теорії.

Найбільш відомі дві з них, основані на використанні аналогії в поведінці транспортного потоку і потоку рідини. Перша основана на рівнянні нерозривності, яке обумовлює постійність кількості рідини при її протіканні по водостоку, і в позначеннях, прийнятих для транспортного потоку, в результаті перетворень і спрощень характеризується залежністю:

$$N_a = V_a q_a \ln \frac{q_{a\max}}{q_a}, \quad (2.4)$$

де  $V_a$  – швидкість, що підлягає експериментальному визначенню;

$q_{a\max}$  – щільність транспортного потоку при заторі ( $V_a = 0$ ).

Друга гідродинамічна модель використовує відоме з гідравліки поняття про потенціал тиску рідини і передбачає, що рух автомобіля виражається у вигляді функції деякого потенціалу тиску, залежного від дорожніх умов, стану довілля і психофізіологічного стану водія.

Стохастичні моделі. Для вирішення деяких завдань організації дорожнього руху необхідно мати в своєму розпорядженні стохастичні характеристики параметрів транспортних потоків в зоні перетинань або на інших контрольованих ділянках доріг. Дослідженнями встановлено, що для опису потоків порівняно малої інтенсивності, що характеризує ймовірність проїзду певного числа транспортних засобів через переріз дороги, застосовне рівняння (розподіл) Пуассона

$$P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t}, \quad (2.5)$$

де  $P_n(t)$  – ймовірність проїзду  $n$ -го числа автомобілів за час  $t$ ;

$\lambda$  – основний параметр розподілу (інтенсивність транспортного потоку);

$t$  – тривалість інтервалів спостереження;

$n$  – число спостережуваних автомобілів.

Практично для цілей керування рухом необхідно мати в своєму розпорядженні дані про характер розподілу часових інтервалів між транспортними засобами, що слідують один за одним. Якщо поява автомобілів характеризується розподілом (2.5), то інтервали між автомобілями розподілені за експоненціальним законом

$$F(t) = \lambda e^{-\lambda t},$$

де  $F(t)$  – щільність розподілення.

Слід зауважити, що в транспортному потоці фізично неможлива поява інтервалів, менших, ніж відповідні довжини типового транспортного засобу (наприклад, 4–5 м для потоку легкових автомобілів). Тому правильнішим для опису розподілу часових інтервалів є використання моделі зміщеного експоненціального закону

$$F(t) = \lambda e^{-\lambda(t-\Delta)}.$$

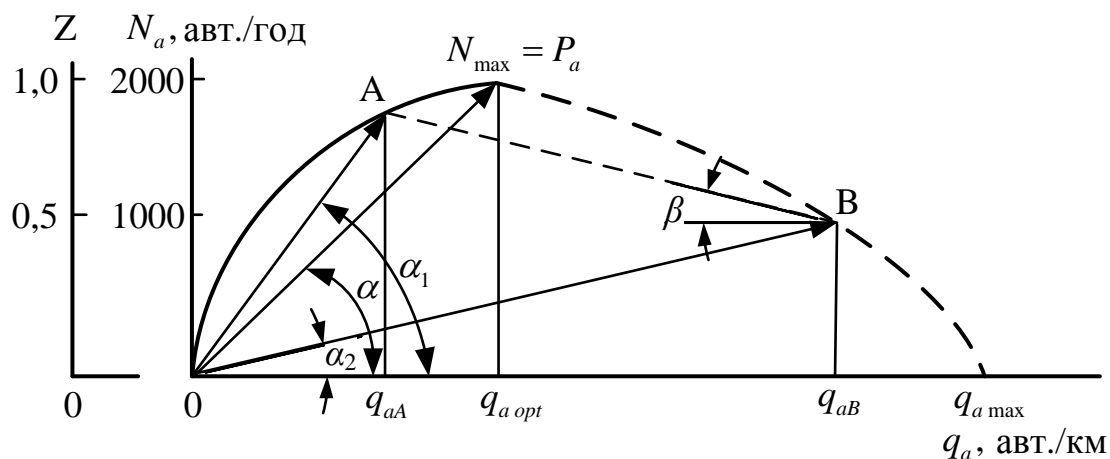
Згадані моделі збігаються з натурними спостереженнями для однорідних потоків, що головним чином складаються з легкових автомобілів. При змішаному потоці, а також дії деяких зовнішніх чинників розподіл Пуассона не дає задовільних результатів, і в цьому випадку може бути застосований гамма-розподіл Пірсона III типу або розподіл Ерланга.

Рух транспортних засобів по дорогах в потоці великої інтенсивності і особливо в зоні перетинань може бути розглянутий на основі теорії масового обслуговування. Завдання, що вирішуються за допомогою цієї теорії, зазвичай зводяться до визначення максимального числа «заявок», а також визначення черги в системі після закінчення певного проміжку часу. Стосовно транспортного завдання це означає можливість визначення пропускної спроможності перетинання і затримок автомобілів, що виникають перед перехрестям доріг. Під «заявкою» розуміють появу в перерізі дороги одного транспортного засобу.

При аналізі закономірностей дорожнього руху, а також при вирішенні практичних завдань ОДР виникає необхідність використання залежності характеристик транспортного потоку. Взаємозв'язок інтенсивності, швидкості і щільності потоку на одній смузі дороги графічно може бути зображений у вигляді так званої основної діаграми транспортного потоку (рис. 2.4), що відображає залежність

$$N_a = V_a q_a.$$

Основна діаграма відображає зміну стану однорядного транспортного потоку переважно легкових автомобілів залежно від збільшення його інтенсивності і щільності. Ліва частина кривої (показана суцільною лінією) відображає стійкий стан потоку, при якому у міру збільшення щільності транспортний потік проходить фази вільного, потім частково зв'язаного і нарешті зв'язаного руху, досягаючи точки максимально можливої інтенсивності, тобто пропускної здатності (точка  $N_{\max} = P_a$  на рис. 2.4). В процесі цих змін швидкість потоку падає – вона характеризується тангенсом кута нахилу  $\alpha$  радіус-вектора, проведеного від точки 0 до будь-якої точки кривої, що характеризує зміну  $N_a$ . У відповідній точці  $N_{\max} = P_a$  значення щільності і швидкості потоку вважаються оптимальними за пропускною здатністю ( $q_{a\text{opt}}$  і  $V_{a\text{opt}}$ ). При подальшому зростанні щільності (за точкою  $N_{\max} = P_a$  перегину кривої) потік стає нестійким (ця гілка кривої показана переривистою лінією).



Z – Коефіцієнт (рівень) завантаження

Рисунок 2.4 – Основна діаграма транспортного потоку

Перехід потоку в нестійкий стан відбувається унаслідок несинхронної дій водіїв для підтримки дистанції безпеки (дії «гальмування–розгін») на будь-якій ділянці дороги і особливо проявляється за несприятливих погодних умов. Все це створює «пульсуючий» (нестійкий) потік.

Різде гальмування потоку (що знаходиться в режимі, відповідному точці А) і перехід його в результаті гальмувань до стану за швидкістю і щільністю у відповідне, наприклад у точці В, положення викликає так звану «ударну хвилю» (показано пунктиром АВ), що поширюється назустріч напрямку потоку зі швидкістю, що характеризується тангенсом кута  $\beta$ . «Ударна хвиля» є, зокрема, джерелом виникнення попутних ланцюгових зіткнень, типових для щільних транспортних потоків.

В точках 0 і  $q_{a \max}$  інтенсивність руху  $N_a = 0$ , тобто відповідно на дорозі немає транспортних засобів або потік знаходиться в стані затору (нерухомості).

Радіус-вектор, проведений з точки 0 у напрямі будь-якої точки на кривій (наприклад, А або В), що характеризується  $N_a$ , визначає значення середньої швидкості потоку  $V_a = N_a / q_a = \operatorname{tg} \alpha$ .

На графіку (рис. 2.4) показано для прикладу дві точки, характерні: А – для стійкого руху транспортного потоку; В – для нестійкого потоку, що наближається до стану затору. Кут нахилу радіус-вектора в першій точці  $\alpha_1 = 60^\circ$  ( $\operatorname{tg} 60^\circ = 1,77$ ), а в другій  $\alpha_2 = 15^\circ$  ( $\operatorname{tg} 15^\circ = 0,26$ ). Швидкість в точці В (~9,9 км/год) менша, ніж в точці А, в 6,8 раза.

Необхідно відзначити, що основна діаграма не може відобразити всю складність процесів, що відбуваються в транспортному потоці, і характеризує його надійно лише при однорідному складі і нормальному стані дороги і зовнішнього середовища. При зміні стану покриття, умов видимості для водіїв, складу потоку, вертикального і горизонтального профілів доро-

ги змінюється характер діаграми. Діаграма транспортного потоку може бути побудована і в інших координатах, наприклад  $V_a - q_a$  і  $N_a - V_a$ .

## 2.4 Облік і аналіз інтенсивності руху та складу транспортного потоку, оцінювання пропускної здатності автомобільних доріг

Облік транспортних засобів на дорогах здійснюється з метою одержання й нагромадження інформації про загальну їх кількість, а також про кількість окремих груп рухомого складу в загальному транспортному потоці. Дані обліку інтенсивності та складу руху потрібні для:

- встановлення відповідності технічних і транспортно-експлуатаційних показників дороги до наявної інтенсивності руху;
- призначення категорії дороги і конструкції дорожнього покриття;
- визначення перспективних інтенсивності і складу руху;
- наукового планування перевезення зі складанням маршрутів і графіків перевезень;
- планування ремонтів доріг, обсягів і термінів їх виконання;
- техніко-економічного обґрунтування розміщення транспортних мереж;
- розроблення заходів з раціональної організації руху і підвищення безпеки руху.

Облікові пункти розміщуються на підходах до завантажених перехресть доріг, під'їздах до адміністративних центрів і великих населених пунктів, залізничних станцій, аеропортів тощо. З метою визначення кількості транспортних засобів їх поділяють на групи за типом і вантажопідйомністю.

Періодичність і тривалість обліку руху визначається чинними інструкціями. На всіх дорогах державного значення, а також на важливих обласних і місцевих облік має здійснюватися вибіркоким способом регулярно протягом року двічі на місяць, неперервно протягом доби. Для інших доріг облік здійснюють 7...10 днів протягом 16 год щодня з 7<sup>00</sup> до 23<sup>00</sup>.

Результати обліку руху обробляють у такому порядку:

- визначають характеристики руху;
- розраховують середньорічну добову інтенсивність і розрахункову інтенсивність руху.

Періодичні коливання інтенсивності руху, що відбуваються протягом дня, тижня і року, устанавлюються за допомогою коефіцієнта нерівномірності. Він визначається для кожної ділянки обліку на підставі даних про середньодобову інтенсивність руху в буденні, вихідні дні і в місяці перед відпустками. Цей коефіцієнт ураховує специфічні для дороги, регіону, країни і пов'язані з рухом особливості. Від фактичної інтенсивності  $N_i$  до розрахункової  $N_p$  переходять за формулою

$$N_p = \sum N_i k_i, \quad (2.6)$$

де  $N_i$  – інтенсивність руху окремих типів транспортних засобів;

$k_i$  – коефіцієнти приведення інтенсивності руху різних транспортних засобів до легкового автомобіля, приймаються згідно з ДБН В.2.3-4:2007 «Споруди транспорту. Автомобільні дороги» (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Коефіцієнти приведення ТЗ до легкового автомобіля

Тип транспортного засобу	Коефіцієнт приведення
1 Мотоцикл без коляски та мопед	0,5
2 Мотоцикл з коляскою	0,75
3 Легковий автомобіль	1,0
4 Вантажний автомобіль вантажопідйомністю, т:	
до 1	1,0
від 1 до 2	1,5
від 2 до 6	2,0
від 6 до 8	2,5
від 8 до 14	3,0
понад 14	3,5
5 Автопоїзд вантажопідйомністю, т:	
до 12	3,5
від 12 до 20	4,0
від 20 до 30	5,0
понад 30	6,0
6 Колісний трактор з причепами вантажопідйомністю, т:	
до 10	3,5
понад 10	5,0
7 Автобус	3,0
8 Автобус зчеплений (здвоєний)	5,0

Примітки:

1. При проміжних значеннях вантажопідйомності транспортних засобів коефіцієнти приведення визначають інтерполяцією.

2. Коефіцієнти приведення для спеціальних автомобілів приймають як для базових автомобілів відповідної вантажопідйомності.

Обладнання для автоматизованого обліку містить два основні елементи: детектор (сенсор, датчик), який реєструє наявність або проходження транспортного засобу, і лічильник накопичення одержаних сигналів. Основні методи автоматизованого визначення параметрів транспортного потоку:

- контактнo-механічні: зважувальні, пневматичні, електроконтактні, ємнісні, вібраційні;
- магнітно-індуктивні: петльові зі штучним електромагнітним полем, з використанням магнітного поля Землі, магнітні;
- зондувальні імпульси: фотоелектричні, інфрачервоні, ультразвукові, радіолокаційні, лазерні;
- за випромінюванням автомобіля: інфрачервоне (теплове) випромінювання двигуна, шум двигуна, вихлопні гази.

Останніми роками виникла потреба реєструвати також навантаження, що передається на покриття дороги задніми колесами вантажних автомобілів. Це важливо для запобігання передчасному руйнуванню покриття перевантаженими транспортними засобами.

Для прогнозування інтенсивності руху використовують екстраполяційні формули, найчастіше геометричну й експоненціальну:

$$N(t) = N_0 + (1 + a)^t; \quad N(t) = N_0 \exp(bt), \quad (2.7)$$

де  $N(t)$  – прогнозована інтенсивність руху на  $t$ -му році;

$N_0$  – початкова інтенсивність руху;

$a$  і  $b$  – коефіцієнти щорічного приросту інтенсивності руху;

$t$  – розрахунковий період, років.

Найскладніше визначити коефіцієнти  $a$  і  $b$ , значення котрих, як правило, знаходять методом середніх або найменших квадратів (МНК), які є в програмному забезпеченні ПЕОМ.

Аналіз зв'язків між трьома характеристиками транспортного потоку: інтенсивністю руху, щільністю руху, тобто кількістю автомобілів на одиницю довжини смуги руху та їх швидкістю, дозволяє визначити пропускну здатність дороги – характеристику, що суттєво впливає на безпеку руху. Пропускна здатність – це функція швидкості руху та допустимої відстані між автомобілями, яка пов'язана зі станом дороги та погодними умовами. Розрізняють теоретичну та практичну пропускну здатність. Теоретична пропускна здатність – це пропускна здатність еталонного горизонтального відрізка дороги з сухим покриттям.

Теоретичну пропускну здатність визначають за формулами динамічної теорії транспортних потоків:

$$P_{\max} = 1000V / L, \quad (2.8)$$

де  $V$  – швидкість, км/год;

$L$  – динамічний габарит автомобіля, який складається із відстані, яку проходить автомобіль за час реакції водія  $l_p$ , гальмівного шляху  $S_G$ , довжини автомобіля  $l_a$  та зазора безпеки до автомобіля попереду  $l_o$  (рис. 2.5):

$$L = l_p + S_G + l_a + l_o. \quad (2.9)$$

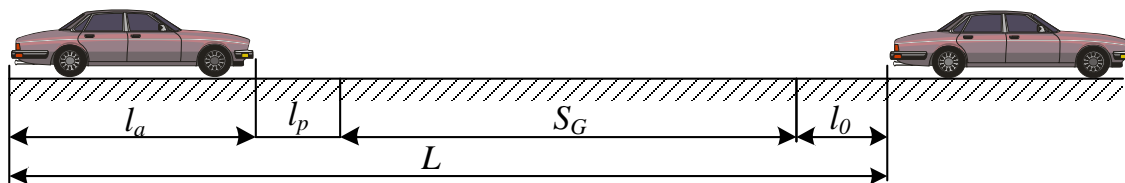


Рисунок 2.5 – Схема до визначення динамічного габариту автомобіля

Тоді

$$P_{\max} = \frac{1000V}{\frac{V}{3.6} + \frac{V^2}{254(\varphi \pm i + f)} + l_a + l_0}. \quad (2.10)$$

Практична пропускна здатність – це найбільше число автомобілів, яке може бути пропущене ділянкою дороги в реальних дорожніх і погоднокліматичних умовах.

$$p = B \cdot P_{\max}, \quad (2.11)$$

де  $B$  – коефіцієнт зниження пропускної здатності, який враховує різні параметри та характеристики дорожніх умов (визначається за методикою проф. В. В. Сильянова).

Практична пропускна здатність доріг є одним із показників, які характеризують міру безпеки і зручності руху. За її величиною визначають коефіцієнт (рівень) завантаження дороги  $Z$ :

$$Z = 0,076 \cdot N / p, \quad (2.12)$$

де  $N$  – середньорічна добова інтенсивність руху, авт./добу.

Вирізняють шість рівнів завантаження, які характеризують режим руху автомобілів:  $Z < 0,2$  (А) – вільний рух;  $0,2 < Z < 0,5$  (Б) – рух групами;  $0,5 < Z < 0,7$  (В) – рух великими групами;  $0,7 < Z < 0,9$  (Г) – рух колоною з інтервалами всередині колони;  $0,9 < Z < 1,0$  (Д) – рух неперервною колоною;  $Z > 1,0$  (Е) – рух неперервною колоною із зупинками. Міра завантаження не має перевищувати: 0,5 – на під'їздах до аеропортів, морських і річкових вокзалів; 0,6 – на позаміських автомагістралях; 0,65 – на в'їздах у міста, об'їздах і кільцевих дорогах навколо великих міст; 0,70 – на дорогах I і II категорій; 0,75 – на дорогах III–V категорії.

### Питання для самоперевірки

1. Що таке транспортний потік і якими показниками його можна охарактеризувати?
2. Що таке пішохідний потік та які його основні характеристики?
3. Які аналітичні моделі транспортного потоку ви знаєте?
4. Які аналогові та цифрові моделі використовують в теорії транспортного потоку?
5. Діаграма транспортного потоку як характеристика стану транспортного потоку.
6. Як організують облік інтенсивності і складу руху по дорозі?
7. Які параметри транспортного потоку і як визначають при обробці результатів обліку руху?
8. Як оцінюють пропускну здатність дороги?
9. Які показники характеризують міру безпеки і зручності руху?

## 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

### 3.1 Класифікація та характеристика методів

Залежно від мети дослідження, можуть бути використані різні методи визначення характеристик дорожнього руху: документальні, натурні, методи моделювання [2, 5, 7, 9–11].

На рис. 3.1 подана класифікація найбільш поширених методів дослідження характеристик і умов дорожнього руху, в основу якої покладено спосіб отримання необхідної інформації.



Рисунок 3.1 – Класифікація методів дослідження дорожнього руху

Документальні методи – основані на вивченні та аналізі планових, звітних, статистичних і проектно-технічних матеріалів. До цієї групи методів відносяться також анкетні обстеження транспортних потоків і пасажиропотоків. У документальних методах використовуються залежності між обсягами руху та обсягами виробництва, щільністю населення транспортних районів, транспортною рухомістю населення тощо. Документальні методи мають високу трудомісткість і, як правило, низьку точність результатів.

Методи натурних обстежень основані на проведенні безпосередніх вимірів характеристик дорожнього руху у різних місцях ВДМ. Інформацію можна одержати шляхом безпосередніх спостережень або за допомогою засобів автоматичної реєстрації.

Натурні обстеження поділяються на локальні, зональні, регіональні.



Локальні обстеження проводяться для вивчення інтенсивності, швидкості, складу потоків на перехрестях, окремих ділянках доріг, вулиць.

Зональні обстеження полягають в одержанні просторових і часових характеристик у певній зоні. Ці обстеження є вибірковими.

Регіональні обстеження проводяться для одержання сумарних значень параметрів транспортних потоків у районі, місті, області. Вони використовуються для прогнозування тенденцій зміни характеристик потоків при будівництві, реконструкції об'єктів.

Перевагами методів натурних обстежень є їхня простота, висока точність. Недоліки – висока трудомісткість обстежень, неможливість застосування цих методів для проєктованих об'єктів.

Методи моделювання ґрунтовані на використанні математичних і нематематичних (фізичних, аналогових) моделей зміни параметрів транспортних потоків. Наприклад, основне рівняння транспортного потоку – математична модель, яка описує взаємозв'язок між інтенсивністю, швидкістю та щільністю потоку. У порівнянні з методами натурних обстежень, методи моделювання мають більш низьку точність. Але при цьому, вони прості в застосуванні, не потребують залучення великої кількості обліковців. Крім того методи моделювання застосовні для проєктованих об'єктів [9].

### **3.2 Методи та засоби натурних досліджень**

Найбільш небезпечними є ділянки дороги з різкою зміною режиму руху автомобілів. Тому режим руху на досліджуваній дорозі оцінюється в два етапи: спочатку на усій протяжності дороги, потім детально на несприятливих ділянках, виявлених на першому етапі.

Перед першим етапом оцінювання режиму руху автомобілів виконують детальне вивчення вихідних даних, в першу чергу елементів траси і даних про дорожньо-транспортні пригоди.

На першому етапі вивчається режим руху автомобіля за допомогою ходової лабораторії, що дозволяє фіксувати швидкість, час і шлях руху, використовувати передачу, тривалість і інтенсивність гальмування. За результатами обробки результатів вимірювань здійснюється визначення миттєвих швидкостей руху, подовжніх і поперечних прискорень, часу і шляху руху, тягових і гальмівних зусиль на ведучих колесах автомобіля. Для отримання достовірних даних за допомогою ходової лабораторії досить одного проїзду досвідченого водія з реєстрацією декількох показників, що характеризують режим руху.

На другому етапі проводять детальні дослідження режиму руху автомобілів на несприятливих ділянках, що виявляються на першому етапі. Роботи на цьому етапі виконують як за допомогою ходових лабораторій, так і стаціонарними методами. Спостереження ведуть не лише на небезпечній ділянці, але і в межах зон впливу цієї ділянки. Таким чином, реєструють усі характеристики руху автомобіля-лабораторії, з підходу до зони впливу

небезпечної ділянки, в межах ділянки і в зоні впливу за небезпечною ділянкою.

Для оцінювання стійкості і керуваності автомобіля, особливо у важких і небезпечних дорожніх умовах, на автомобілі-лабораторії встановлюють додаткове устаткування.

У найбільш складних дорожніх умовах виконують спеціальні дослідження умов праці водіїв і вимірюють їх психофізіологічні показники: шкірно-гальванічну реакцію (ШГР), електрокардіограму (ЕКГ), розподіл погляду, час реакції. Для вимірювання цих показників використовують ходову психофізіологічну лабораторію. На тілі водія встановлюють спеціальні датчики, що дозволяють реєструвати зміну перерахованих вище показників під час руху автомобіля-лабораторії по небезпечній ділянці.

При проведенні досліджень виходять з того, що робота водія, як і будь-яка інша трудова діяльність, характеризується певним рівнем нервового збудження і знаходиться в прямій залежності від умов її виконання.

Визначення оптимального емоційного стану водія дозволяє вирішити ряд інженерних завдань, спрямованих на вибирання засобів і методів управління дорожнім рухом.

Застосування ходових лабораторій дозволяє проводити детальне вивчення умов руху на небезпечній ділянці і на основі цього розробляти найбільш ефективні заходи щодо підвищення безпеки і зручності руху.

Для вивчення впливу дорожніх умов на режими руху транспортних потоків широке застосування знаходять також стаціонарні методи і аерофотознімання.

Методами стаціонарних спостережень зазвичай оцінюють такі характеристики руху транспортних потоків: миттєві швидкості руху 15; 50; 85 і 95% забезпеченості, траєкторії руху, інтервали і дистанції між автомобілями, щільність транспортного потоку.

Для вимірювання застосовують секундоміри, відеокамери, а також фотоелектричні, інфрачервоні, ультразвукові, радіолокаційні, лазерні установки.

Універсальним методом одночасного оцінювання усіх характеристик руху транспортних потоків є аерофотознімання, за допомогою якого можна безпосередньо проводити вимірювання таких характеристик транспортного потоку, вимірювання яких неможливе іншими способами (наприклад, щільність руху транспортного потоку).

Останнім часом почали знаходити широке впровадження системи інтелектуального відеоспостереження, які дозволяють вирішувати широкий спектр завдань у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху та контролю проїзду транспортних засобів:

- розпізнавання державних реєстраційних знаків транспортних засобів, контроль проїзду транспортних засобів, розшук транспортних засобів;
- автоматична фотовідеофіксація порушень швидкісного режиму;

- автоматична фотовідеофіксація проїзду на заборонний сигнал світлофора;
- формування, реєстрація та друк постанов про призначення адміністративних покарань;
- збір даних про характеристики транспортних потоків, передача цих даних в автоматизовану систему керування дорожнім рухом (АСКДР).

На рисунку 3.2 подано приклад загальної схеми організації системи інтелектуального відеоспостереження.

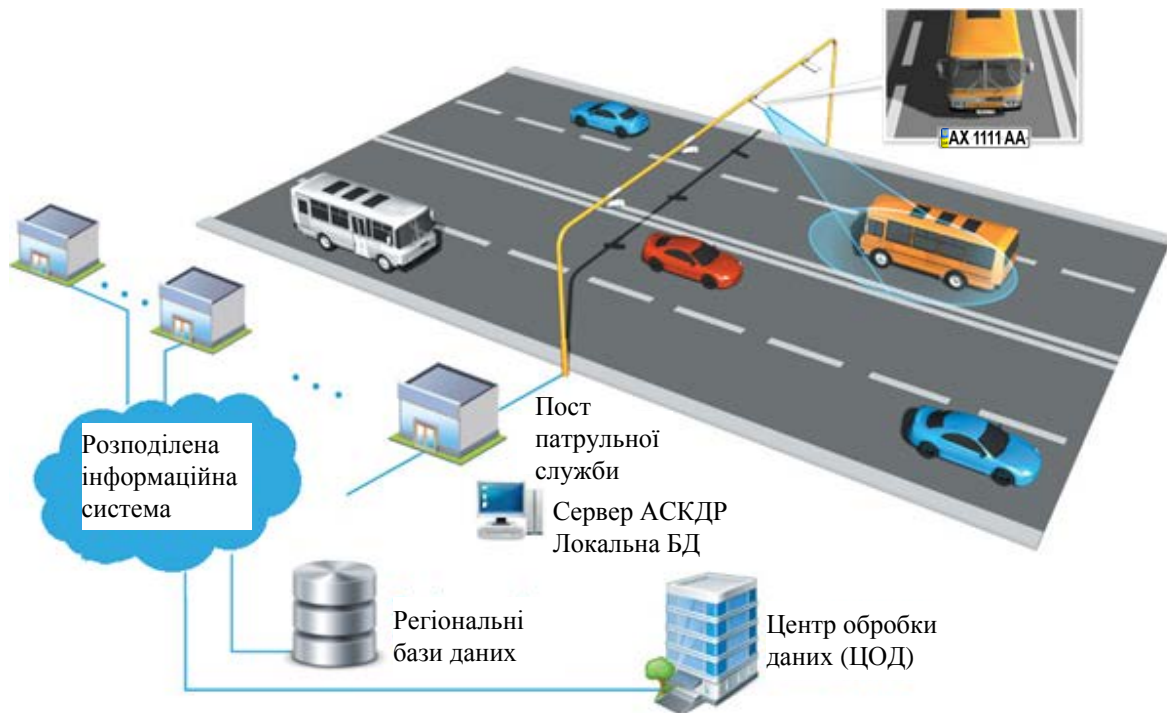


Рисунок 3.2 – Загальна схема організації системи інтелектуального відеоспостереження

Система інтелектуального відеоспостереження дозволяє створити розподілену систему будь-якого масштабу для вирішення одного з цих завдань або кількох завдань одночасно. Як правило, вона складається із трьох основних підсистем (модулів):

- відеомоніторинг інтенсивності дорожнього руху;
- розпізнавання державних номерних знаків транспортних засобів;
- GPS-моніторинг та керування транспортом.

Модуль відеомоніторингу інтенсивності дорожнього руху забезпечує:

- можливість моніторингу визначених зон шляху;
- можливість отримувати та обробляти відеозображення з різних джерел відеоспостереження;
- підрахунок кількості автомобілів за визначений період часу на смузі (з періодом від 20 с), чи взагалі за добу;

- визначення середньої швидкості руху за визначений період часу на смузі;
- визначення середньої зайнятості смуги за визначений період часу на смузі;
- визначення середньої незайнятості смуги за визначений період часу на смузі;
- автоматичну класифікацію типів транспортних засобів;
- видачу сигналів про інциденти та про зупинку транспортного засобу;
- видачу сигналу за поганої видимості;
- використання додаткових модулів для розширення можливостей системи та для віддаленого отримання даних і зображення;
- можливість фіксації транспортних засобів, що порушують правила дорожнього руху.

Модуль розпізнавання державних номерних знаків транспортних засобів забезпечує:

- виведення прийнятого зображення на екран;
- пошук на зображенні транспортного засобу номерних знаків, їх детекцію та розпізнавання з подальшим занесенням в загальну базу розпізнаних номерів;
- порівняння розпізнаного номера з номерами, наявними в базі (наприклад, для розшуку транспортного засобу);
- зберігання на жорсткому диску комп'ютера кольорового зображення транспортного засобу з розпізнаним номером;
- переглядання бази розпізнаних номерів та їх збережених зображень;
- створення особливого додаткового списку архіву, що заповнюється самим користувачем. Його елементом є державний номерний знак, поява якого в контрольованій зоні викликає сигнал тривоги (автомобілі в розшуку, автомобілі VIP тощо).

Модуль GPS-моніторинг та керування транспортом дозволяє:

- відслідковувати будь-яку кількість мобільних об'єктів;
- отримувати інформацію про місце розташування об'єктів з точною локалізацією на карті напрямку і швидкості руху;
- отримувати статистику пересувань об'єктів за будь-який заданий проміжок часу з відображенням на карті всіх переміщень;
- отримувати відомості про пройдений об'єктами шлях у кілометрах;
- задавати індивідуальний режим спостереження (за частотою та інтервалом фіксації місця розташування) для кожного з будь-якої кількості об'єктів, разом з тим користувач або група користувачів можуть керувати окремими засобами (групою засобів) пересування з індивідуально обговореними правами доступу;
- мати постійний зв'язок зі всіма об'єктами транспортного парку поза залежністю від часу та їх місцезнаходження;
- здійснювати запит місцезнаходження одиничних об'єктів, усього транспортного парку, а також об'єктів, що знаходяться у визначеній зоні;

- зберігати інформацію в базах даних про кожний об'єкт, включаючи маршрути, обмін повідомленнями й ін.;
- задавати інтервали отримання повідомлень про рух і технічний стан транспортних засобів: швидкості, координати, кількість палива в баках, маси (за наявності датчиків) тощо.
- задавати ділянку на карті, при виході з якої диспетчеру відправляється відповідне повідомлення.

### **3.3 Облік, порядок визначення і аналіз дорожньо-транспортних пригод**

Дорожньо-транспортна пригода (ДТП) – це подія, що сталась під час руху транспортного засобу та призвела до загибелі чи поранення людей або до матеріального збитку.

ДТП за видами поділяються на: зіткнення; перекидання; наїзд на транспортний засіб, що стоїть; наїзд на перешкоду; наїзд на пішохода; наїзд на велосипедиста; наїзд на гужовий транспорт; наїзд на тварин; падіння пасажера; падіння вантажу.

Правила обліку ДТП визначаються діючим Порядком обліку дорожньо-транспортних пригод та відповідними інструкціями, вказівками та роз'ясненнями.

В дорожньо-експлуатаційних організаціях підлягають обліку всі ДТП, в тому числі з матеріальним збитком, скоєні на автомобільних дорогах, що обслуговуються ними. Облік і щомісячний лінійний, з наростаючим підсумком, аналіз ДТП, проводиться з метою встановлення незадовільних дорожніх умов, виявлення недоліків в організації дорожнього руху, які впливають або сприяють скоєнню ДТП, та вжиття заходів щодо їх усунення.

Порядок визначення ділянок і місць концентрації ДТП здійснюється відповідно до положень СОУ 45.2-00018112-048:2010 та СОУ 45.2-00018112-007:2008.

Виявлення кожної нової ділянки або місця концентрації ДТП проводиться власником автомобільних доріг щорічно в першому кварталі поточного року на основі аналізу лінійного розподілу ДТП, відповідно до вимог СОУ 45.2-00018112-066:2011.

Дані інтенсивності руху на автомобільних дорогах повинні надаватись дорожнім підприємством. За відсутності необхідно здійснювати облік руху відповідно до ПОР-218-141.

ДТП, скоєнню яких сприяли дорожні умови, реєструються в окремому журналі (книзі). Дорожні організації про кожну таку подію, в тому числі з матеріальним збитком, надсилають повідомлення органу, до сфери управління якого вони належать, до 5-го числа місяця, що настає за звітним. Форма повідомлення і журналу (книги) встановлюється органом, якому подається повідомлення.

Віднесення ДТП до таких, що сталися через дорожні умови, покладено на судові організації із кримінальних справ у випадках ДТП, що спричинили поранення чи загибель людей, та на органи Національної поліції у справах адміністративного провадження (ДТП з матеріальними збитками при відсутності постраждалих).

Під час обстеження місця ДТП і вивчення причин їх скоєння, відомча комісія (згідно з ПОР 218-144), що здійснює розслідування ДТП, визначає (згідно з ДБН В.2.3-4) параметри елементів плану і профілю дороги (ширину проїзної частини і узбіч, радіус кривої у плані, габарит мосту або шляхопроводу, радіус вертикальної кривої і величину поздовжнього нахилу, величину нахилів поперечного профілю та інші величини на ділянці (200–300) м, а також проводить необхідні вимірювання рівності покриття та коефіцієнта зчеплення, відстані видимості у плані і профілі, видимості дорожніх знаків та ін.).

При вивченні дорожніх умов на місці ДТП встановлюється наявність необхідних дорожніх знаків, транспортних і пішохідних огорожень, тротуарів і велосипедних доріжок, зелених насаджень та інших елементів дороги, а також відмічаються недоліки в її утриманні, розроблюються конкретні заходи щодо поліпшення експлуатаційного стану ділянки дороги.

Порядок та умови обстеження місць ДТП та аналіз дорожніх умов регламентуються СОУ 45.2-00018112-007:2008, СОУ 45.2-00018112-048:2010, СОУ 45.2-00018112-066:2011 та ПОР 218-144.


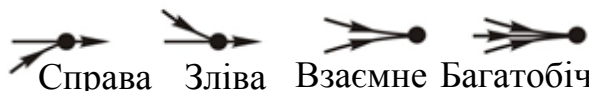

Встановлено, що кожна автомобільна аварія в Україні обходиться суспільству приблизно у вісім тисяч доларів США [1].

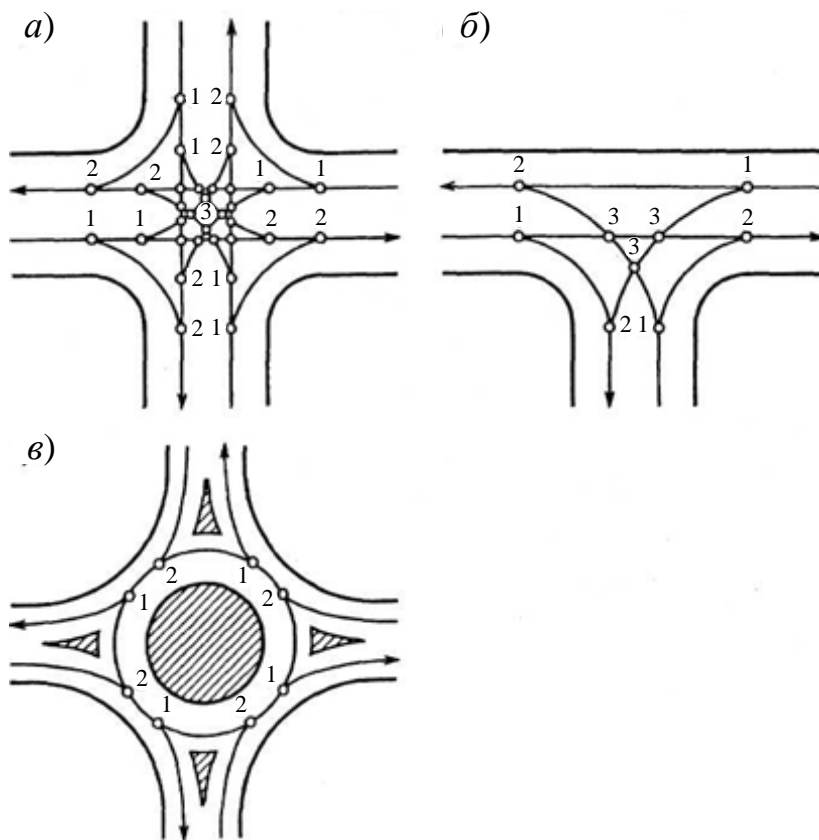
До побічних втрат відносяться втрати, пов'язані з тимчасовим або повним припиненням трудової діяльності людини, тобто умовна втрата частини національного доходу. Підраховано, що «вартість» втрати однієї людини в ДТП складає приблизно 50 тисяч доларів США [10].

### **3.4 Аналіз конфліктних точок**

Дослідження ДТП показали, що найбільша їх кількість відбувається в так званих конфліктних точках, тобто в місцях, де в одному рівні перетинаються траєкторії руху транспортних засобів або транспортних засобів та пішоходів, а також в місцях відхилення або злиття (поділу) транспортних потоків (табл. 3.1). Найбільш часто така взаємодія учасників дорожнього руху виникає на перехрестях доріг, де зустрічаються потоки різних напрямків (рис. 3.3). Разом з тим, частина конфліктів відбувається і на перегонах доріг при маневруванні та при переході проїзної частини пішоходами поза перехрестями. Таким чином, виникає можливість оцінювати потенційну небезпеку тих чи інших ділянок ВДМ за кількістю конфліктних точок. Їх аналіз дозволяє також порівнювати між собою різні варіанти схем організації руху.

Таблиця 3.1 – Види конфліктних точок

Вид маневру	Схеми взаємодії потоків
Відхилення	 Вправо Вліво Взаємне Багатобічне
Злиття	 Справа Зліва Взаємне Багатобічне
Перетинання	 Справа Зліва Попутне Зустрічне



*a* – чотиристоронніх; *б* – тристоронніх; *в* – з круговим рухом

Рисунок 3.3 – Конфліктні точки відхилення (1), злиття (2) і перетину (3) на перехрестях з різною конфігурацією

Для порівняльної оцінки складності і потенційної небезпеки перетинань застосовують показник складності, який визначається за формулою:

$$m = n_6 + 3n_3 + 5n_{np}, \quad (3.1)$$

де  $n_6$  – кількість конфліктних точок відхилення;

$n_3$  – кількість конфліктних точок злиття;

$n_{np}$  – кількість конфліктних точок перетинання.

На реальному нерегульованому перехресті число конфліктних точок визначають з урахуванням числа смуг руху по кожному напрямку і дозволених напрямків руху, тобто число конфліктних точок збільшується зі збільшенням числа смуг. При однорядному русі в кожному з дозволених напрямків на чотиристоронньому перехресті можна виявити 32 конфліктні точки (складність вузла  $m = 112$ ), на тристоронньому – 9 ( $m = 27$ ), на перехресті з круговим рухом – 8 ( $m = 16$ ) (див. рис. 3.3).

Якщо  $m < 40$ , то вузол вважається простим, якщо  $40 < m < 80$ , то – середньої складності, якщо  $80 < m < 150$ , то вузол складний і якщо  $m > 150$ , то дуже складний. Подібне оцінювання дещо спрощене і дає лише приближене уявлення про небезпеку ділянок ВДМ. Реальна небезпека конфліктної точки залежить від багатьох факторів, таких як інтенсивність конфліктуючих потоків, умови видимості для водіїв, стан покриття проїзної частини дороги, траєкторія, по якій здійснюється маневр тощо.

Необхідно особливо підкреслити, що, незважаючи на безперечну небезпеку місць перетину транспортних і пішохідних потоків в теорії конфліктних точок до цього часу не розроблена кількісна оцінка цієї категорії конфліктів. Проте, при виконанні конкретного аналізу на реальному перетині і складанні відповідних схем ці точки повинні бути обов'язково позначені.

Аналіз конфліктів між автомобілями та пішоходами знайшов розвиток у дослідженнях конфліктних ситуацій.

### **3.5 Дослідження конфліктних ситуацій**

Різноманітність чинників, які реально впливають на безпеку руху в умовних конфліктних точках, не дозволяє на основі їх камерального аналізу зробити вичерпні висновки про характер і ступінь небезпеки на конкретному об'єкті ВДМ та повністю обґрунтувати можливе поліпшення організації руху.

Дослідження в ряді країн, спрямовані на створення більш об'єктивних методів виявлення небезпечних місць, привели до формування методики натурного вивчення конфліктних ситуацій [2, 7]. Перші досить великі дослідження з цього питання були проведені в США в 1967 р. Метод ґрунтується на натурному спостереженні на об'єкті ВДМ, де спостерігачі фіксують «передаварійні» події, тобто ситуації, коли в результаті порушення нормального перебігу процесу дорожнього руху відбувається таке зближення учасників руху в просторі і в часі, при якому тільки екстрені (аварійні) дії одного або обох конфліктуючих учасників руху дозволяють уникнути ДТП. Таких ситуацій відбувається значно більше, ніж ДТП, особливо в умовах інтенсивного міського руху. Це дозволяє при ретельному спостереженні, не чекаючи виникнення ДТП, намічати заходи щодо поліпшення організації руху.



У 1977 р. в Норвегії відбулася перша міжнародна Конференція з вивчення конфліктних ситуацій (Traffic Conflict). Наступні аналогічні конференції за участю європейських і американських фахівців відбулися у Франції в 1979 р. і в Нідерландах в 1982 р. Вони дозволили зробити деякі узагальнювальні висновки та дати рекомендації. Зокрема на них було обґрунтовано перелік типових конфліктних ситуацій та запропоновано вважати, що конфліктна ситуація пов'язана з таким зближенням учасників руху, який характеризується запасом часу до зіткнення всього 1,0–1,5 с. Було підкреслено, що успішне проведення таких досліджень можливе лише при спеціальній підготовці виконавців роботи.

Основними ознаками конфліктної ситуації є: різке екстрене гальмування одного або декількох автомобілів; різке прискорення або уповільнення руху пішохода (пішоходів) при переході вулиці внаслідок загрози наїзду на нього.

Такі дослідження проводяться не тільки в зоні перехресть на стаціонарних постах, але також за допомогою ходових лабораторій на перегонах з автоматизованою фіксацією параметрів руху. Слід підкреслити, що методом аналізу конфліктних ситуацій вдається більш детально фіксувати такі ситуації, як конфлікт «автомобіль–пішохід» і передумови до попутного зіткнення, які методом аналізу конфліктних точок взагалі не охоплюються. Досить істотне підвищення ефективності цього обстеження досягається при наявності відеокамер на перехресті та можливості відеоспостереження за об'єктом, а ще більшою мірою – при відеозйомці ситуацій. При цьому можливий подальший комісійний аналіз обстановки групою фахівців у процесі демонстрації відеозапису. При наявності відеозапису його демонстрація може повторюватися для додаткових обговорень та вимірювання параметрів руху автомобілів і пішоходів.

Результат спостережень за конфліктними ситуаціями може фіксуватися узагальненим показником їх числа на 1000 транспортних засобів (або за одиницю часу) для порівняння дорожньо-транспортної обстановки з іншим аналогічним об'єктом ВДМ.

При більш детальних дослідженнях самостійно можуть бути виділені окремі види конфліктних ситуацій (загроза зустрічного, бічного, попутного, дотичного зіткнень, наїзду на пішохода, що переходить проїзну частину поза переходом, на переході тощо).

При дослідженнях в МАДІ (ТУ) доцентом В. Н. Ситником конфліктні ситуації класифікувалися як показано на рис. 3.4: 1 – раніше реалізовані в ДТП і підтверджені спостереженнями; 2 – раніше реалізовані в ДТП і не підтверджені спостереженнями, 3 – виявлені тільки при спостереженнях.

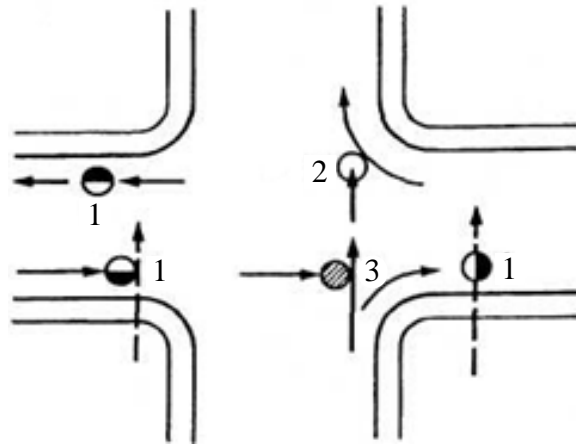


Рисунок 3.4 – Результати обстеження конфліктних ситуацій на нерегульованому перехресті

Метод обстеження конфліктних ситуацій потребує подальшого розвитку з урахуванням перспективи широкого застосування відеотехніки. Він особливо доцільний при порівняльних обстеженнях методом «до і після».

Може бути рекомендований такий порядок організації «конфлікт-обстеження» [7, 11]:

- а) попереднє натурне обстеження об'єкта на ВДМ з визначенням часу спостереження та необхідного числа і розташування спостерігачів або відеокамер;
- б) організація пробного одно- та двогодинного спостереження з подальшим уточненням методики спостереження та ведення протоколу;
- в) проведення основного натурального обстеження (відеозйомки);
- г) обробка та обговорення результатів, складання звіту.

### Питання для самоперевірки

1. Методи дослідження характеристик і умов дорожнього руху.
2. Методологія проведення натурних досліджень та засоби її реалізації.
3. Технічні можливості систем інтелектуального відеоспостереження в галузі підвищення ефективності організації дорожнього руху.
4. Методи вивчення аварійності та їх значення для роботи з організації та забезпечення безпеки дорожнього руху.
5. Показники аварійності, їх переваги та недоліки.
6. Види конфліктних точок при взаємодії транспортних потоків. Показник складності перетинань.
7. Методика натурального вивчення конфліктних ситуацій.

## 4 МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

### 4.1 Основні напрямки і способи організації дорожнього руху

Наукові дослідження та практична інженерна діяльність у сфері організації руху дозволили розробити різні методи в організації руху, які мають тісний взаємозв'язок і навіть взаємопроникнення. Можна умовно виділити сім найбільш значущих методичних напрямків і по кожному з них навести типові способи реалізації [2, 5, 7–11] (рис. 4.1).

Перші два методи поділу руху в просторі і поділу руху в часі виконують одну загальну задачу тільки різними способами – це скорочення числа конфліктних точок на перетинах транспортних потоків і зниження рівня завантаження доріг. Розділити рух у просторі можна шляхом каналізування на перегонах доріг і в зоні перехресть. Це дуже розповсюджений спосіб, що не потребує великих витрат при його здійсненні. Протилежністю цього способу є розв'язка руху в різних рівнях, оскільки це потребує вагомих капіталовкладень. Питання про її необхідність розглядається на стадіях містобудівного проектування. Для поділу потоків у просторі застосовують одnobічний рух, що не завжди можливо через відсутність вулиць, які б відповідали умовам організації схем одnobічного руху, або через великі перепробіги. До першого методу відносяться також влаштування обхідних шляхів транспортного руху та маршрутизація автомобільних перевезень. Недоліком даного методу є те, що при його застосуванні не зникають усі можливі конфліктні точки транспортних потоків.

Другий напрямок охоплює способи, що забезпечують, в основному, за допомогою правил та засобів регулювання дорожнього руху поділ транспортних і пішохідних потоків у часі. Завдяки цьому виключається (чи зводиться до мінімуму) конфліктність при проїзді перехресть, залізничних переїздів, вузьких місць на дорогах. Недоліком методу є те, що тут не враховується склад транспортного потоку та швидкісний режим руху.

Третій методичний напрямок розглядає створення однорідних транспортних потоків, що сприяє вирівнюванню швидкості руху, підвищенню швидкісної здатності магістралей, а також ліквідує «внутрішні» конфлікти в потоці. Типові способи його реалізації: влаштування смуг пріоритетного руху маршрутного пасажирського транспорту, виділення вулиць вантажного руху, спеціалізація смуг на проїзній частині дороги. Недоліком методу є неможливість скорочення кількості та ступеня небезпеки конфліктних точок, керування швидкісними та стоянковими режимами. Також не беруться до уваги особливості пішохідного руху.

Оптимізацію швидкісного режиму проводять для підвищення безпеки руху і пропускної здатності ВДМ шляхом зниження чи підвищення швидкісного режиму. Методом користуються, виходячи з визначених дорожніх умов і специфіки розв'язуваної задачі.

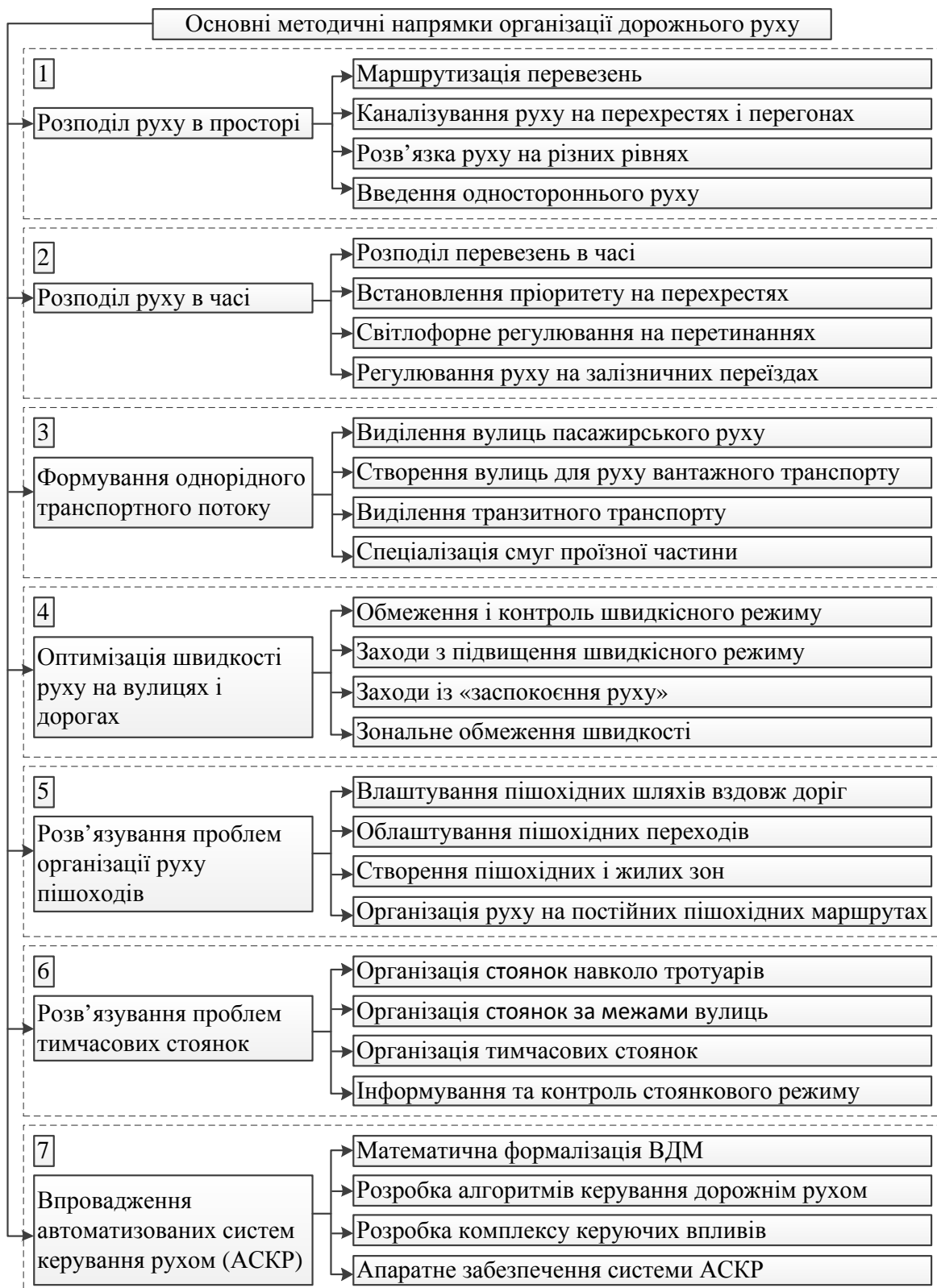


Рисунок 4.1 – Напрямки організації дорожнього руху та їх реалізація

Оптимізація стоянкового режиму реалізується шляхом організації при-дорожніх та позавуличних стоянок, розвитку системи інформування про стоянки. Завдяки цьому методу можна збільшити пропускну здатність до-

ріг і запобігти заторам, що виникають у наслідок поганої інформованості водіїв про місця паркування автомобілів.

Забезпечення зручності і безпеки пішохідного руху особливо актуальне при його високій інтенсивності. Правильно застосовуючи способи реалізації методу, можна домогтися підвищення безпеки пішоходів, при русі їх через проїзну частину.

Основною метою впровадження автоматизованих систем керування рухом (АСКР) є підвищення ефективності функціонування вулично-дорожньої мережі міста. Досягнення цієї мети потребує вирішення цілого комплексу технологічних, технічних та організаційних задач, пов'язаних з проектуванням, будівництвом та організацією експлуатації АСК.

В розвитку основних напрямків ОДР, поданих на рис. 4.1, слід назвати такі інженерні задачі:

- дослідження транспортних, пішохідних потоків та дорожньо-транспортних пригод;
- виявлення місць підвищеної небезпеки для руху транспортних засобів і пішоходів та розробка заходів для їх ліквідації;
- виявлення «вузьких» місць на ВДМ (місць виникнення затримок руху) та розробка заходів з підвищення пропускної здатності доріг;
- розробка раціональних схем руху транспортних засобів та їх корегування відповідно до зміни умов та потреб в транспортних та пішохідних сполученнях;
- впровадження в експлуатацію нових технічних засобів керування рухом;
- оцінювання ефективності впроваджуваних заходів з організації та регулювання дорожнього руху;
- прогнозування розвитку дорожнього руху.

На практиці ці задачі тісно пов'язані між собою. Так, розробка раціональних схем руху для транспортних та пішохідних сполучень сприяє скороченню невиробничих затримок і ДТП. Ліквідація місць підвищеної небезпеки, як правило, одночасно сприяє підвищенню швидкості руху транспортних засобів. Корегування схем організації руху відповідно до змін обстановки підвищує зручність руху тощо. Поняття зручності руху, крім можливості безпечно та з мінімальною втратою часу рухатись по дорогах, має більш широке розуміння. В поняття зручності входить легкість орієнтування водіїв та пішоходів на потрібних маршрутах, тобто наявність достатньої інформації. Зручність користування масовим пасажирським транспортом забезпечується не тільки розміщенням зупинок поблизу пасажиротворювальних центрів, а і вдалим взаємним розташуванням в пересадних вузлах. Створення мережі тимчасових автостоянок є не тільки необхідною умовою зручності користування індивідуальними легковими автомобілями, а і служить для розвантаження проїзної частини магістралей. Це ще раз підкреслює тісний взаємозв'язок усіх напрямків діяльності з організації дорожнього руху.

Важливо відмітити, що оперативні заходи організації руху з ліквідації заторів можуть дати ефект лише в межах певної інтенсивності руху, оскільки відомі методи можуть в найоптимальніших випадках забезпечити підвищення пропускної здатності смуги не більше ніж на 25–30%. Тому, якщо обсяг транспортного потоку систематично перевищує величину 1000 од/час на кожній смугі, необхідні заходи з реконструкції та розвитку вулично-дорожньої мережі.

#### 4.2 Розподіл руху в просторі

У найзагальнішому вигляді поділ руху в просторі зумовлює пропорційний розвиток ВДМ в міру розвитку автомобільного парку. Це дозволяє забезпечити достатню площу проїжджої частини доріг для розосередження автомобілів в просторі під час руху.

Каналізування руху на перегонах передбачає, перш за все, поділ зустрічних потоків, щоб ліквідувати найбільш небезпечні конфліктні точки зустрічного зіткнення, а також поділ руху по смугах попутного напрямку. Поздовжня розмітка проїзної частини дозволяє впорядкувати рух, сформувати ряди, що сприяє підвищенню загальної пропускної здатності дороги і безпеки руху. Засобом каналізування на перегонах є влаштування розділювальних смуг на широких дорогах з установленням на них огорож. Для виділення смуг основним засобом є дорожня розмітка. Як тимчасові засоби виділення смуг для руху застосовують переносні конуси, дерев'яні стояки і бар'єри.

Приклад каналізування руху на перегоні за допомогою розділювальної смуги і поздовжньої розмітки зображений на рис. 4.2.



Рисунок 4.2 – Каналізування руху на автомагістралях

Одним з найважливіших елементів каналізування руху на вузьких позаміських дорогах (по одній смугі для зустрічних напрямків руху) є не

тільки нанесення «осьової» лінії дорожньої розмітки, а й позначення краю проїзної частини. Це покращує орієнтування водія і знижує ймовірність з'їзду правими колесами на узбіччя (наприклад, при зустрічному роз'їзді в темряві), що нерідко є причиною ДТП (з'їзду в кювет).

Каналізування руху в зоні перехресть призначено для скорочення числа і небезпеки конфліктних точок за рахунок спрямування автомобільних і пішохідних потоків по найбільш сприятливій і безпечній траєкторії. Каналізування руху полегшує орієнтування і підвищує чіткість взаємодії водіїв на складних по конфігурації перетинах і в тих місцях ВДМ, де зайва площа створює передумови хаотичного руху, поширення зон конфліктних точок (рис. 4.3).



Рисунок 4.3 – Приклад каналізування руху на перехресті

Узагальнюючи, можна перерахувати такі завдання, які можуть бути вирішені каналізуванням руху:

- поділ попутних і зустрічних транспортних потоків;
- резервування зайвої ширини проїзної частини;
- забезпечення правильного вихідного і кінцевого положення автомобілів при виконанні маневру на перехресті, що обумовлює рух по найбільш безпечній траєкторії;



- захист транспортних засобів, які очікують можливості виконання маневру повороту ліворуч (розвороту);
- виділення (позначення) шляхів для руху пішоходів;
- захист пішоходів і технічних засобів організації руху (світлофорних колонок, маячків, стояків дорожніх знаків) на переходах;
- примусове зниження швидкості автомобілів в окремих місцях за рахунок звуження смуги, застосування штучних нерівностей у вигляді горбів-сповільнювачів тощо.

Розв'язка руху в різних рівнях сприяє найбільш повному скороченню конфліктів між пішохідним рухом і транспортними потоками. Влаштування перетинів в різних рівнях потребує великих матеріальних затрат. Питання про їх необхідність вирішується на стадіях містобудівного проектування. Разом з тим слід зазначити, що навіть влаштування розв'язки в різних рівнях повністю не ліквідує конфліктні точки, оскільки зберігаються конфлікти відхилення і злиття транспортних потоків в місцях з'їзду з однієї з пересічних магістралей і в'їзду на іншу магістраль.

Маршрутне орієнтування водіїв стає все більш важливим методом організації руху. Сучасні складні транспортні розв'язки потребують ретельно продуманої системи інформації. При її відсутності або дефекті водії, потрапляючи на неправильний напрям, змушені здійснювати багатокілометрові перепробіги. Недисципліновані водії в таких умовах допускають виключно небезпечні маневри (щоб найкоротшим шляхом потрапити на потрібний напрямок), що призводять до ДТП.

Продумана система маршрутного орієнтування не тільки допомагає водіям чітко орієнтуватися і уникати помилок у виборі напрямку руху, але й дає можливість у певних масштабах перерозподіляти транспортні потоки ВДМ, тобто пом'якшувати транспортну ситуацію на найбільш перевантажених напрямках. Прикладом місцевого розосередження транспортного потоку в просторі може служити впровадження таких схем організації руху на перехрестях, при яких праві і ліві повороти передбачаються в два і більше рядів в залежності від конкретної інтенсивності потоків і наявної ширини проїзної частини.

### **4.3 Розподіл руху в часі**

Введення пріоритету на перетинах за допомогою Правил дорожнього руху є найбільш універсальним методом, при якому водії, виконуючи існуючі вимоги, самостійно організують рух. Існує ряд положень ПДР, які визначають черговість проїзду перехрестя та інших місць. Так, на перетинах рівнозначних доріг пріоритет руху має водій транспортного засобу, який не має перешкоди справа. Це правило діє не тільки на перехрестях, а й у всіх інших місцях, де можливий рух (на території автотранспортного підприємства, у дворах, на інших закритих територіях). Таким чином, за



допомогою цього положення реалізується один з важливих напрямків організації руху – поділ транспортних потоків у часі.

У ПДР встановлені й інші нормативні вимоги, що визначають черговість проїзду місць можливого конфлікту транспортних засобів між собою і з пішоходами. Наприклад, ПДР зобов'язують при повороті наліво поступитися дорогою транспортним засобам, що рухаються із зустрічного напрямку прямо, і тим самим забезпечується розосередження в часі при проїзді конфліктної точки. Існує також загальне правило, яке потребує від водіїв транспортних засобів, повертаючи на перехресті направо або наліво, поступитися дорогою пішоходам, які переходять проїзну частину тієї дороги, в бік якої відбувається поворот.

Введення пріоритету на перетинах за допомогою дорожніх знаків реалізується з використанням знаків 2.1–2.6. Наприклад, при русі по дорозі, позначеній знаком 2.3 «Головна дорога», водій має перевагу при проїзді всіх перехресть відносно водіїв, які перебувають на дорогах, що перетинаються з головною. Таким чином, на головній дорозі надається першочергове право на рух і забезпечується менша втрата часу на очікування. Знаки 2.1 «Дати дорогу» і 2.2 «Рух без зупинки заборонено» потребують від водіїв надати іншим водіям транспортних засобів, які знаходяться на дорозі, що перетинається, право на першочерговий рух, і таким чином забезпечується поділ руху в часі при проїзді конфліктних точок. Для попереминого руху в місцях звуження проїзної частини при відносно невисокій інтенсивності руху застосовують два знаки: 2.5 «Перевага зустрічного руху» та 2.6 «Перевага перед зустрічним рухом», які неначе спрощено виконують роль світлофора.

Світлофорне регулювання руху призначено для попереминого пропуску транспортних і пішохідних потоків по взаємно конфліктуючих напрямках. Перш за все це відноситься до перехресть з інтенсивним рухом, де за допомогою тільки знаків і розмітки не можна забезпечити безпеку руху. Чим вища інтенсивність руху, тим більша вірогідність виникнення конфліктів і тим менша можливість усунути цю небезпеку, не вдаючись до світлофорного регулювання. Практика організації дорожнього руху виробила критерії введення світлофорної сигналізації, що враховують сумарні затримки і ступінь небезпеки руху.

Світлофорне регулювання широко використовують для забезпечення безпечного переходу пішоходів через проїзну частину і поза перехрестями біля шкіл, торгових центрів, кінотеатрів, інших місць масового відвідування. Причому в цих місцях буває доцільним застосовувати викличний пристрій, за допомогою якого пішоходи самі можуть включати для себе зелений сигнал, зупиняючи при цьому транспортний потік.

Без світлофорної сигналізації неможливо забезпечити належну безпеку руху на залізничних переїздах.

Характерним прикладом використання світлофорної сигналізації для поділу транспортних потоків у часі є регулювання на реверсивній смузі –

смузі проїзної частини, яка використовується для поперемінного руху в зустрічних напрямках. В даному випадку тільки світлофорна сигналізація забезпечує безпеку поперемінного руху по одній і тій самій смузі.

Приблизно таку ж функцію виконує світлофорна сигналізація і при по черговому пропуску транспортних потоків у місцях тимчасового звуження проїзної частини (наприклад, в місцях провадження дорожньо-ремонтних або будівельних робіт), де не можна організувати односторонній рух.

У всіх випадках, коли використовується світлофорна сигналізація, може бути застосоване і ручне регулювання за допомогою сигналів, що подаються співробітниками патрульної служби МВС. Однак в сучасних умовах інтенсивного багаторядного руху ручне регулювання може застосовуватися лише протягом якогось обмеженого часу (на період виходу з ладу світлофорної сигналізації, виникнення непередбачених заторів та інших надзвичайних ситуацій), оскільки при багатосмуговій проїзній частині практично неможливо забезпечити чітку і одночасну подачу сигналів по всіх напрямках.

Поділ руху в часі забезпечується тимчасовим розподілом транспортних потоків. У міру розвитку автомобілізації все частіше, особливо у великих містах, виникають систематичні затори в зв'язку з перевантаженням ВДМ. В таких умовах навіть АСКР не в змозі запобігти ускладненню транспортної ситуації, що приводить до різкого падіння швидкостей сполучення. Полегшити ситуацію можна за допомогою таких організаційних заходів, як плановий розподіл певних видів перевезень за часом доби або заборона руху окремих видів транспортних засобів у певні періоди. Так, наприклад, скорочення інтенсивності руху міського пасажирського транспорту (МПТ) можна досягти шляхом розосередження пасажиропотоку за рахунок призначення різного часу початку робочого дня (і його закінчення) в близько розташованих великих підприємствах і установах. Цей захід реалізується в багатьох містах світу шляхом відповідних розпоряджень місцевих органів влади.

Широко відома і така міра, як заборона в містах або деяких їхніх зонах перевезень великовагових вантажів і рух важких вантажних автомобілів у денний час (період найбільш високої інтенсивності транспортних потоків).

#### **4.4 Формування однорідних транспортних потоків**

Наближення до однорідних транспортних потоків сприяє вирівнюванню швидкості руху, підвищенню пропускної здатності магістралей (смуг), а також ліквідує «внутрішні» конфлікти в потоці. Вирівнювання транспортних потоків розглядають в трьох аспектах [7]: за типом АТЗ, напрямком подальшого руху на перетині та за метою руху.

Вирівнювання транспортних потоків за типом АТЗ можна досягти шляхом диференціації смуг для легкових і вантажних автомобілів на магістралях з багаторядним рухом та виділення окремих смуг для МПТ, хоча

маневрування перед перетинами для зміни напрямку руху і в разі зупинки, а також недисциплінованість частини водіїв, які не дотримуються «рядності», не дозволяють при цьому забезпечити повну однорідність потоків. Тому на найбільш напружених напрямках бажано забезпечити диференціацію магістралей. Природно, що виділення магістралей пасажирського та вантажного руху можливе тільки при достатній щільності ВДМ і наявності дублюючих доріг. Крім того, можливість диференціації магістралей залежить від розміщення вантажо- і пасажироутворювальних об'єктів.

Найбільш небезпечним є регулярний рух вантажних автомобілів по вулицях двостороннього руху із шириною проїзної частини 7 м і житловою забудовою. Їх бажано в першу чергу звільняти від вантажного потоку. Забезпечення однорідності транспортних потоків досягається також широко поширеною у всьому світі заборонаю вантажного руху в центральних зонах міст. Цей захід в деяких випадках діє в денний час, в той час як вночі дозволяється проїзд вантажних автомобілів обмеженої вантажопідйомності, які доставляють товари в магазини і будівельні вантажі, а також здійснюють комунальне обслуговування.

Розглядаючи завдання створення однорідних транспортних потоків, необхідно зупинитися не тільки на різниці типів транспортних засобів, а й на однорідності за виконуваним маневром. Якщо на підході до перетину в одному рівні дорога має одну смугу, то різноспрямованість напрямів подальшого руху транспортних засобів може надавати ще більш відчутний вплив на швидкість і безпеку руху, ніж різнотипність транспортних засобів у потоці. Тому спеціалізація смуг на підході до перетину за ознакою подальшого напрямку є типовою мірою вирівнювання складу транспортного потоку.

Прикладом локального вирівнювання складу транспортних потоків за швидкісною ознакою є влаштування додаткових смуг на підйомах доріг. Це дозволяє більш тихохідні вантажні транспортні засоби відвести на праву смугу, а більш швидкісний потік пропускати по лівій смузі без затримок руху. Додаткові смуги на проїзній частині в сторону підйому рекомендується згідно з ДБН В 2.3-4-2007 влаштовувати при поздовжньому ухилі 30 % і довжині ділянки понад 1 км, а при ухилі 40 % – понад 500 м.

При вирівнюванні потоку за метою руху виділяють транзитний і місцевий рух. Учасники транзитного руху мають головну мету – швидко і безупинно проїхати до пункту призначення, наприклад, до аеропорту. Місцевий рух характеризується відносно низькою швидкістю і частими зупинками. Бажано ці дві частини транспортного потоку направити по різних дорогах (вулицях) або різними проїзними частинами. Найбільш суттєвий ефект поділу місцевого руху для даного міста (населеного пункту) і транзитного руху дає влаштування об'їзної дороги. Вона дозволяє звільнити міські вулиці від транзитного руху легкових і вантажних автомобілів. За останні роки побудовані дороги в обхід майже у всіх великих населених пунктах на напрямках головних автомобільних магістралей України. Ефек-

тивність використання об'їзних доріг може бути досягнута, якщо вони мають достатню пропускну здатність і облаштовані автозаправними станціями, підприємствами торгівлі та харчування, засобами зв'язку, пунктами технічного обслуговування автомобілів. Важливо, щоб об'їзні дороги при цьому не забудовувалися житловими будинками, перетворюючись на міську вулицю.

#### **4.5 Оптимізація швидкісного режиму руху**

Під оптимізацією швидкісного режиму слід розуміти вплив на швидкості транспортних засобів у потоці для підвищення безпеки руху або пропускну здатності. Таким чином, залежно від конкретних умов завдання оптимізації може полягати у зниженні або підвищенні існуючого швидкісного режиму.

Рівномірність швидкості руху кожного окремого автомобіля і транспортного потоку в цілому скорочує внутрішні перешкоди в ньому та є важливою умовою безпеки руху. У містах це завдання значною мірою вирішується шляхом координації світлофорного регулювання і, зокрема, впровадження АСКР. Оптимізація швидкості певною мірою забезпечується при вирівнюванні складу потоку на дорозі або смузі руху. Це ще раз підтверджує, що багато методичних напрямків організації руху тісно пов'язані один з одним.

В залежності від сформованих умов руху для підвищення пропускну здатності дороги може бути необхідним як обмеження, так і підвищення швидкості, що впливає із закономірності, описуваної основною діаграмою транспортного потоку (див. рис. 2.4). Найбільше значення пропускну здатності дороги досягається при швидкостях 50–55 км/год (рис. 4.4). Очевидно, що коли стан дороги не дозволяє забезпечити таку швидкість (наприклад, на залізничному переїзді через несправність настилу), мірою її оптимізації буде усунення цього недоліку. Аналогічним прикладом є ліквідація ожеледиці на дорозі, при якій швидкість різко падає і знижується пропускну здатність. Підвищення швидкості транспортного потоку може бути також досягнуто збільшенням ширини проїзної частини та узбіччя до оптимальних розмірів (на звужених ділянках).

Протилежні заходи можуть знадобитися на швидкісній дорозі при настанні години пік, коли звичайна швидкість для цієї дороги 100–120 км/год не може забезпечити бажаної пропускну здатності. В цьому випадку примусове тимчасове обмеження швидкості до 60–70 км/год дозволяє помітно підвищити пропускну здатність дороги за рахунок безпечного підвищення щільності транспортного потоку.

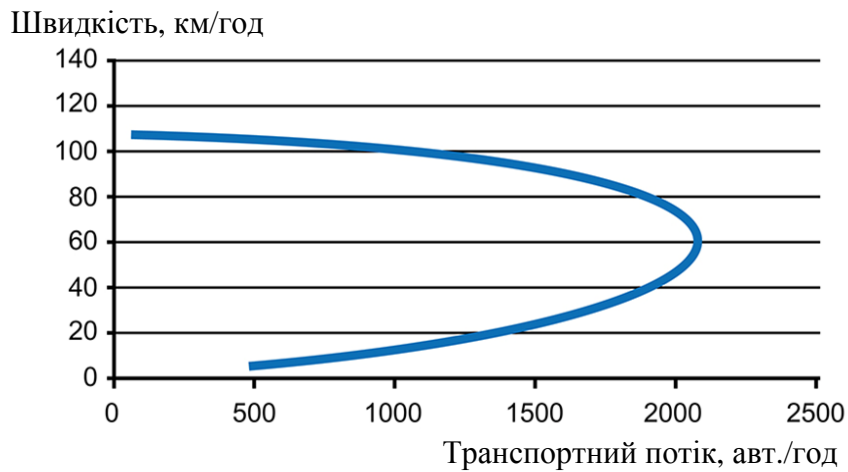


Рисунок 4.4 – Вплив швидкості потоку на пропускну здатність дороги

Таким чином, завдання регламентації швидкості з метою підвищення безпеки руху можуть бути розділені на два напрямки. Перший – це обмеження швидкості в найбільш небезпечних для руху місцях або для певних типів транспортних засобів, другий – регулювання швидкісного режиму для скорочення різниці швидкостей транспортних засобів у потоці.

Обмеження швидкості можуть бути постійними і повсюдними або тимчасовими і місцевими. Постійні і повсюдні обмеження встановлюються в усіх країнах Правилами дорожнього руху. Місцеві і зазвичай тимчасові обмеження встановлюють на ділянках доріг з небезпечними умовами до усунення цих умов, коли не вдається зробити це відразу.

Неоднорідність швидкості в транспортному потоці приводить до збільшення кількості обгонів і, як наслідок, більш високого рівня ризиків. Високий розкид швидкостей тісно пов'язаний з ДТП зі смертельними наслідками на всіх дорогах – міських та заміських (рис. 4.5).

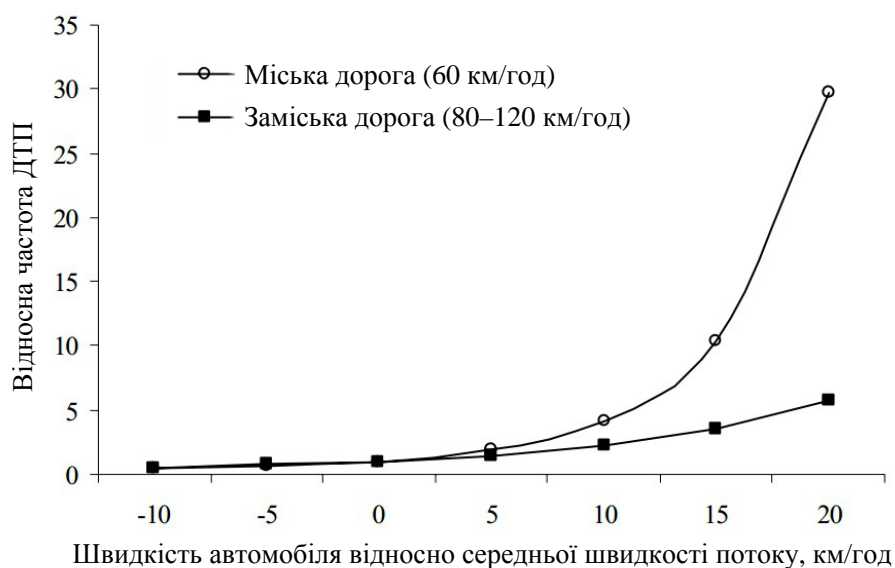


Рисунок 4.5 – Вплив неоднорідності швидкості на ймовірність ДТП

Як правило, зниження швидкості приводить до зниження неоднорідності швидкостей в потоці.

Вирівнюванню швидкісного режиму можуть сприяти як обмеження верхньої межі швидкості на дорозі, так і встановлення мінімально допустимої швидкості. Для цього передбачається не тільки заборонний знак 3.29 «Обмеження максимальної швидкості», а й знак 4.16 «Обмеження мінімальної швидкості». Крім того, ПДР встановлюють також, що на автомагістралях (тобто дорогах, позначених знаком 5.1) не допускається рух транспортних засобів, швидкість яких менша 40 км/год, що також є прикладом регламентації нижньої межі швидкості на дорозі. Досвід організації руху показує, що в ряді випадків впливати на швидкісний режим слід не шляхом обов'язкових обмежень верхньої або нижньої межі, але за допомогою рекомендаційної інформації, а саме : застосуванням знака 5.30 «Рекомендована швидкість». Одним із прикладів може служити вказання такої швидкості на магістралях з координованим світлофорним регулюванням.

На підставі досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених граничним допустимим значенням зниження швидкості на певній ділянці дороги слід вважати 25–30% від швидкості на попередній ділянці руху. Так, на міській магістралі, де дозволена швидкість не вище 60 км/год, допустимим первинним обмеженням є 40 км/год.

Великий збиток в організації руху задають невиправдані і не відповідні обставині обмеження швидкості, які незрозумілі водіям, і тому більшістю з них не виконуються. Особливе значення в зв'язку з цим мають чіткість і своєчасність інформування водіїв. Зокрема при введенні місцевого обмеження швидкості разом зі знаком 3.29 треба встановити відповідний попереджувальний знак, що показує, у зв'язку з якою небезпекою введено дане обмеження (наприклад, звуження доріг, крива малого радіуса, підвищена слизькість, ремонтні роботи тощо).

Для підвищення швидкостей сполучення по магістральних вулицях міст в окремих випадках може бути встановлена межа швидкості руху вище 60 км/год, якщо магістраль має відповідні параметри та облаштування. Введення підвищеного швидкісного режиму на міській магістралі допустимо тільки при хорошому інженерному облаштуванні. Для введення підвищеного швидкісного режиму має бути впорядковано пішохідний рух, введено його обов'язкове регулювання на переходах або влаштовані переходи в різних рівнях. Необхідно забезпечити достатню шорсткість покриття, розмітку руху та зовнішнє освітлення. Також не повинні бути виключені нерегульовані розвороти і повороти наліво.

Є приклади, коли на різних смугах проїзної частини застосовують різний рівень обмеження швидкості, що найчастіше пов'язано зі «спеціалізацією» смуг за типами транспортних засобів.

Перспектива ефективної оптимізації швидкісного режиму особливо на міських магістралях і автомобільних дорогах з високим рівнем завантаження тісно пов'язана з можливістю застосування багатопозиційних керо-

ваних дорожніх знаків. З їх допомогою можна змінювати межу обмеження в залежності від рівня завантаження та метеорологічних умов.

Як показує міжнародний досвід [1–4, 7, 8, 11], вимогам правил руху і в тому числі знаків, що обмежують швидкість, не підпорядковується значна частина водіїв, які захоплюються невинуватою швидкою їздою. Це особливо небезпечно в житлових районах і на в'їздах у населені пункти. У зв'язку з цим в більшості європейських країн фахівцями з організації руху розроблено, впроваджено та експериментально частково враховані в нормативних документах методи так званого «заспокоєння руху». Згідно з означенням Інституту транспортних інженерів (ІТЕ) «заспокоєння руху» є комбінацією фізичних заходів, які зменшують негативний ефект використання автомобілів і покращують умови для інших користувачів вулиці. Основними завданнями цих заходів є:

- поліпшення умов проживання;
- облік і пріоритет вимог, які висувають користувачі міської території (робота, рекреація);
- створення безпечних і привабливих вулиць;
- зниження негативних ефектів від автомобільного транспорту (насамперед шум і забруднення);
- створення сприятливих умов для пішоходів і велосипедистів.

До числа основних результатів, що досягаються заспокоєнням руху, зараховують:

- зниження швидкості руху транспортних засобів;
- зниження кількості і важкості ДТП;
- забезпечення умов для різних видів пересувань (громадський транспорт, велосипед, пішки);
- зменшення транзитного руху автомобільного транспорту.

Однією з головних причин затримок руху (зниження швидкості сполучення) є перенасичення магістралей транспортними та пішохідними потоками. Тому особливо в умовах міст та приміських зон підвищення швидкості може бути ефективно досягнуте зниженням рівня завантаження дороги. Це завдання вирішується за двома напрямками: зниженням інтенсивності потоків або збільшенням пропускної здатності дороги. У ряді випадків доводиться діяти за обома напрямками одночасно.

#### **4.6 Використання інтелектуальних транспортних систем в організації дорожнього руху**

В останні роки словосполучення Intelligent Transport Systems і відповідна аббревіатура ITS, стали звичайними в стратегічних, політичних і програмно-цільових документах розвинених країн.

Інтелектуальні транспортні системи – це системна інтеграція сучасних інформаційних і комунікаційних технологій і засобів автоматизації з транспортною інфраструктурою, рухомим складом (РС) і користувачами, що

орієнтована на підвищення безпеки і ефективності транспортного процесу, комфортності для водіїв і користувачів транспорту.

В цілому, це транспортні системи, де засоби зв'язку, керування і контролю з самого початку вбудовані в РС і об'єкти інфраструктури, а можливості керування (ухвалення рішень) на основі інформації, що отримується в реальному часі, доступні не тільки транспортним операторам, але і всім користувачам транспорту. Сьогодні це інтегровані системи з максимальним використанням новітніх технологій, які інформаційно-керують, тобто цілеспрямована сукупність: людей, транспортної інфраструктури, транспортних засобів.

В даний час ідея ITS, в своїй основі, вже практично реалізована в глобальному масштабі під керівництвом Міжнародної організації цивільної авіації (International Civil Aviation Organization, ICAO) в цивільній авіації. Тут завдяки стандартам і керівним документам, з використанням інформаційних і комунікаційних технологій, гармонізовано керування міжнародними польотами, роботою аеропортів і обслуговуванням пасажирів. Всі повітряні судна в сучасній авіації мають засоби зв'язку і автономної супутникової навігації, системи автоматичного пілотування, запобігання зіткненням в повітрі, керування посадкою тощо. Наземні служби також мають в своєму розпорядженні технології постійного контролю і керування в умовах щільного і ешелонованого повітряного руху.

На автомобільному транспорті (АТ) процес створення ITS знаходиться у стадії становлення. В Європі він проходить за ініціативою міжнародної некомерційної структури – Європейської організації із координації впровадження дорожньої телематики (European Road Telematics Implementation Coordination Organization – ERTICO), якою запропоновано для Європи цілий спектр спеціальних програм:

- ADASIS (Advanced Driver Assistant Systems Interface Specification), програма використання точних картографічних даних в засобах навігації для отримання водієм прогнозу ситуації на дорозі попереду по ходу руху;

- AIDE (Adaptive Integrated Driver-Vehicle Interface), програма використання спеціального електронного устаткування і програмного забезпечення (ПЗ), що дозволяє концентрувати увагу водія у момент обгону і відключення функцій приладів в салоні РС, які відволікають увагу під час здійснення складного маневру;

- AGILE (Application of Galileo in the Location-Based Service Environment), програма забезпечення комерційного використання супутникової системи Galileo;

- CONNECT, SIMBA, національні і міжнародні програми з розвитку ринку ITS в країнах центральної і східної Європи, Бразилії, Індії, Китаї, Росії, ПАР;

- CVIS (Cooperative vehicle-infrastructure systems), програма взаємодії РС і дорожньої інфраструктури;



- ENITE (European Network on ITS Training & Education), програма підготовки фахівців з ITS;
- ESP21 (European Security Partnership for the 21st Century), програма формування комплексного підходу для забезпечення справедливого, правового, вільного і безпечного життя в Європі;
- EuroRoadS, програма зі створення бази даних (БД) про європейську дорожню інфраструктуру;
- eCall або «екстрений виклик», програма із обладнання РС спеціальними пристроями для визначення місцезнаходження РС, що потрапив в аварію, і виклику екстрених служб до місця ДТП;
- eSafety Forum, програма із масового впровадження систем активної і пасивної безпеки, що включає роботи за проектом eCall, створення електронних карт для екстрених служб, вивчення ефективності каналів передачі інформації від РС в диспетчерський центр, співпраця з учасниками американського, японського і інших ринків телематичних послуг, з метою вироблення пріоритетних завдань і міжнародних стандартів із надання екстреної допомоги постраждалим в аварії на дорогах, гармонізація технічних рішень із передачі інформації від РС до РС або від РС до дорожньої інфраструктури, організація інформування учасників дорожнього руху в режимі реального часу про ситуацію на дорогах через спеціальний радіоканал;
- ERTRAC (The European Road Transport Research Advisory Council), програма координації взаємодії Європейських дослідницьких інститутів в дорожньому і транспортному комплексі в цілях структуризації і оптимізації науково-дослідних робіт на користь країн Євросоюзу;
- FeedMAP, програма забезпечення постійного оновлення електронних карт;
- FRAME Forum, програма побудови архітектури Європейської ITS;
- GST (Global System for Telematics), програма створення технологічної платформи для розвитку співпраці з метою формування масового ринку відкритих телематичних послуг, що насамперед забезпечують збір, передачу обробку інформації для учасників дорожнього руху, швидкої допомоги і служб порятунку;
- HeavyRoute, програма підтримки швидких і безпечних вантажних перевезень;
- IP PReVENT, програма впровадження спеціальних електронних пристроїв ADAS (Advanced Driver Assistance Systems), що дозволяють водієві отримувати превентивну інформацію про можливу небезпеку по ходу руху і уникати аварійних ситуацій;
- MAPS&ADAS (IP PReVENT), програма використання електронних карт для підвищення безпеки на дорогах;
- Network of National ITS Associations, програма з розвитку міжнародної мережі асоціацій ITS;
- RCI (Road Charging Interoperability), програма розвитку платних до-ріг;

- Road Traffic Information Group, програма розвитку інформаційного супроводу учасників дорожнього руху;
- SAFESPOT, програма підтримки появи більшої кількості «розумного» РС на «розумних» дорогах;
- SpeedAlert Forum, програма інформування водіїв про дотримання встановленого швидкісного режиму;
- TMC Forum (Traffic Message Channel), програма інформування учасників дорожнього руху про реальну дорожню обстановку по спеціальному виділеному радіоканалу.

Засновником програм ITS на АТ є Японія, яка ще в 1973 р. приступила до проведення відповідних досліджень і сьогодні знаходиться на фазі розвитку під девізом «Зрілість ITS – інноваційний розвиток соціальних систем», що є завершальним періодом становлення ITS в Японії і позиціонується як базова система країни для досягнення загальнонаціональних ефектів. Так наприклад у Токіо, де проживає понад 10 млн чоловік, в рамках ITS діє система контролю дорожнього руху, що включає 17 тис. датчиків, розміщених уздовж транспортних магістралей, які передають в єдиний транспортний центр інформацію про стан транспортних потоків у місті. Транспортний центр в режимі реального часу управляє 15 тис. розумних світлофорів і таким чином не допускає транспортних заторів і аварійних ситуацій.

В США розвиток ITS оснований на національних програмах, що реалізуються Міністерством транспорту, де початковою точкою є Федеральна програма – «П'ятирічний національний програмний план розвитку ITS», прийнята ще в 1991 р. конгресом країни. Сьогодні в США створена система постійно оновлюваних офіційних стратегічних і програмних документів для розвитку ITS, яка охоплює всі рівні планування цих систем – від стратегічного до поточного. При цьому держава на законодавчому рівні гарантує свою участь в дослідженнях, розробках і розгортанні ITS.

Китай з 1997 р. є прикладом бурхливого планового розвитку ITS під повним контролем держави. Тут розвиток систем контролюється і організовується Міністерством комунікацій на основі Національного центру інжинірингу і технологій ITS, який сьогодні представляє команду дослідників з 40 різних інститутів вищої освіти. В даний час в Китаї реалізовані першочергові проекти ITS в системі збору платежів на платних дорогах, що тісно пов'язано з політикою країни щодо розвитку мережі швидкісних автодоріг, які сьогодні є у всіх провінціях Китаю.

Україна знаходиться також на етапі становлення ITS, мета якого полягає в ліквідації хаотичного розвитку цих систем. Сьогодні в області ITS діє близько 200 державних і приватних підприємств (виробники, інтегратори, сервісні фірми, провайдери, дилери), діяльність яких ніяк не координується і не регламентується в державному масштабі. При цьому кожен з видів транспорту розвиває свої корпоративні інформаційні системи, направлені виключно на вирішення внутрішніх завдань, а не на інтеграцію з інформа-

ційними системами суміжних видів транспорту. В цілому в країні створюється єдина державна стратегія, що визначає правила розвитку сфери державного контролю, технічного регулювання і розвитку ринку технологій ITS, як частин єдиного програмного комплексу, що об'єднує діяльність широкого переліку органів виконавчої влади.

Основний висновок зі світової практики розвитку ITS полягає в тому, що методологічно розвиток базується на системному підході. Сьогодні ITS формується саме як системи, а не окремі модулі (сервіси). При цьому підходи до створення ITS ґрунтуються на принципі реінжинірингу транспортних систем, що діють. Звідси витікають важливі принципи модульності і поетапного розвитку процесу створення ITS.

### **Питання для самоперевірки**

1. Напрямки організації дорожнього руху та їх реалізація.
2. Інженерні задачі розвитку основних напрямків ОДР.
3. Способи каналізування руху в просторі.
4. Способи каналізування руху в часі.
5. Завдання, які можуть бути вирішені каналізуванням руху.
6. Способи досягнення однорідності транспортних потоків.
7. Регламентація швидкості з метою підвищення пропускнуої здатності дороги.
8. Обмеження швидкості з метою підвищення безпеки руху.
9. Методи «заспокоєння руху», їх завдання та наслідки реалізації.
10. Спеціальні програми впровадження дорожньої телематики.
11. Інтелектуальні транспортні системи та їх роль в розвитку транспортної галузі України.

## 5 ПРАКТИЧНІ ЗАХОДИ З ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

### 5.1 Рух на перехрестях

Місця ВДМ, де на одному рівні перетинаються дороги, а отже, транспортні і пішохідні потоки, називаються перехрестями. У спеціальній літературі зустрічаються й інші терміни для визначення цих місць: транспортні вузли, розв'язки, перетини, площі тощо. Перші три терміни охоплюють і перетини на різних рівнях, тому мають більш широке значення. Відповідно до Конвенції про дорожній рух в Правилах дорожнього руху України дається таке означення: «Перехрестя» – місце перехрещення, прилягання або розгалуження доріг на одному рівні, межею якого є уявні лінії між початком заокруглень країв проїзної частини кожної з доріг. Не вважається перехрестям місце прилягання до дороги виїзду з прилеглої території. Перехрестя є місцями, де, як правило, найбільш часто виникають ДТП і затримки руху.

Розв'язки на перехрестях та примиканнях автомобільних доріг повинні забезпечувати максимальну пропускну спроможність, безпеку і зручність руху транспортних засобів з найменшими витратами часу на їх проїзд.

На розв'язках доріг в одному рівні необхідно забезпечувати видимість відповідно до ДСТУ 3587. Відстань видимості повинна бути не меншою ніж зупинний шлях автомобіля з пневматичним гальмівним приводом при часі реакції водія 1с. При розрахунку зупинного шляху беруть сповільнення  $4 \text{ м/с}^2$ , яке може бути реалізовано на сухому і мокрому незабрудненому асфальтобетонному покритті ( $\phi = 0,4$ ). Особлива увага повинна бути приділена перетинам, на яких бічна видимість менше 20 м, оскільки зазвичай водії, навіть виявляючи обережність, не знижують швидкість нижче 30 км/год. Такі перетини необхідно в першу чергу позначити знаками пріоритету.

При аналізі існуючої організації руху в місті або на частині його території і складанні відповідних схем зручно застосовувати умовні позначення, що дозволяють легко орієнтуватися в специфіці організації руху. Такі позначення регламентовані ДСТУ 4159–2003. «Безпека дорожнього руху. Організація дорожнього руху. Умовні позначення на схемах і планах».

Одним з поширених прийомів зниження складності перетинів є заборона на них деяких маневрів, зокрема поворотів наліво, які створюють найбільші небезпеку і затримки руху.

Якщо обсяг прямого та лівоповоротного руху на підході до перетину перевищує 40%, а також у разі підвищеного числа конфліктних точок на перетині може бути застосована схема кругового руху (див. п. 5.3).

Коли сумарна інтенсивність конфліктуючих однорядних потоків, що перетинаються на перехресті, досягає 700–800 авт./год, число часових інтервалів, протягом яких можливий безпечний роз'їзд автомобілів, стає настільки малим, що необхідно вводити примусове регулювання.

Застосування й розміщення світлофорів дорожніх регламентується ДСТУ 4092, дорожніх знаків – ДСТУ 4100. Правила застосування дорожньої розмітки наведені в ДСТУ 2587, огорожень дорожніх – ДСТУ 2735.

## 5.2 Односторонній рух

Введення одностороннього руху по двох паралельних вулицях (дорогах) є одним з найбільш характерних прийомів його організації, природним рішенням у містобудівній практиці при будівництві автомобільних магістралей, відомим дуже давно. В умовах автомобільного руху односторонній рух було вперше застосовано в Філадельфії (США) в 1906 р., а в 1907 р. введено на ряді паралельних вулиць в Нью-Йорку [2].

Головна перевага одностороннього руху полягає в скороченні числа конфліктних точок і перш за все в усуненні конфліктів зустрічних транспортних потоків. Особливо відчутно скорочується число конфліктних точок на перетинах потоків. Це підтверджується даними табл. 5.1 при порівнянні кількості конфліктних точок на перетині двох доріг з двостороннім рухом (по одній смузі в кожному напрямку) і двох доріг з одностороннім рухом (по дві смуги кожна).

Таблиця 5.1 – Порівняльна характеристика конфліктності перехресть [7]

Показник	Двосторонній рух				Односторонній рух			
	Перетин	Злиття	Відгалуження	Всього	Перетин	Злиття	Відгалуження	Всього
Кількість конфліктних точок	16	8	8	32	4	8	8	20
Сума умовних балів	80	24	8	112	20	24	8	52
Порівняльні показники	1	1	1	1	0,25	1	1	0,46

До переваг одностороннього руху слід також віднести:

- можливості більш раціонального використання смуг проїзної частини та здійснення принципу вирівнювання складу потоків на кожній з них (спеціалізація смуг);
- різке поліпшення умов координації світлофорного регулювання між перетинами;
- полегшення умов переходу пішоходами проїзної частини в результаті чіткого координованого регулювання та спрощення їх орієнтування, оскільки немає зустрічного транспортного потоку;
- підвищення безпеки руху в темний час внаслідок ліквідації засліплення водіїв світлом фар зустрічних транспортних засобів.

Досвід, багаторазово підтверджений в різних країнах, у тому числі і в нашій, показує, що введення одностороннього руху забезпечує підвищення швидкості транспортних потоків та збільшення пропускної здатності ву-

лиць. Типовими в цьому відношенні є опубліковані в США дані про збільшення пропускної здатності вулиць з шириною проїзної частини біля 13 м (табл. 5.2) при введенні одностороннього руху на двох паралельних вулицях з різними варіантами режиму стоянки автомобілів [2].

Таблиця 5.2 – Порівняльна характеристика пропускної здатності вулиць

Варіанти режиму стоянки автомобілів	Пропускна здатність вулиці, авт./год	
	вулиця з двостороннім рухом	вулиця з одностороннім рухом
Стоянка дозволена по обидва боки	1200	1600
Стоянка дозволена по одній стороні	1800	2300
Стоянка заборонена	2800	3400

Перешкодами для впровадження одностороннього руху є значне ускладнення при користуванні маршрутним пасажирським транспортом через збільшення дальності пішохідних підходів, а також збільшення пробігу автомобілів до об'єктів тяжіння. Прояв цих недоліків залежить від геометричної схеми розташування вулиць. Він є мінімальним при наявності прямокутної сітки вулиць і відстані між паралельними шляхами до 250–300 м.

Несприятливою є радіально-кільцева структура, при якій відстані між сусідніми радіальними магістралями в міру віддалення від центра різко збільшуються. Тому в інтересах пасажирів МПТ при переході на односторонній рух на мережі вулиць з радіально-кільцевою схемою в ряді випадків зберігають зустрічний рух тролейбусів і автобусів, здійснюючи таким чином неповний (частковий) односторонній рух.

У зв'язку з тим, що на деяких міських магістралях та приміських дорогах транспортні потоки в різні години або навіть дні тижня набувають певного напрямку руху, для пропуску явно переважних потоків виявляється доцільною організація реверсивного (змінного) одностороннього руху. Прикладом є магістралі, що ведуть в адміністративні центри міст, по яких в ранковий час пік відбувається масове прибуття автомобілів, а після закінчення робочого дня – їх виїзд.

Прояви інших недоліків одностороннього руху – деякі труднощі з орієнтуванням водіїв та пішоходів у перший період після введення такої схеми руху, підвищення швидкості транспортного потоку, небезпечне для вулиць з житловою забудовою, – можуть бути значною мірою попереджені. Для цього необхідно забезпечити належні нагляд за рухом та інформування учасників дорожнього руху в період їх адаптації до нових умов.

Обов'язковою для забезпечення безпеки при введенні одностороннього руху є чітке і повне інформування за допомогою дорожніх знаків. Для водіїв транспортних засобів, що рухаються по вулиці з одностороннім рухом, інформування повинно забезпечуватися знаком 5.5 «Дорога з односторон-

нім рухом», а перед виїздом з кожного проїзду, що примикає до вулиці, повинен бути встановлений знак 5.7.1 або 5.7.2 «Виїзд на дорогу з одностороннім рухом». Уздовж вулиці одностороннього руху з боку, протилежного дозволеному напрямку руху, встановлюють знаки 3.21 «В'їзд заборонено». Така інформація рівною мірою необхідна при всіх перерахованих варіантах одностороннього руху. Але при змінному та повному тимчасових варіантах доводиться вдаватися до переносних або керованих багатопозиційних знаків.

### 5.3 Круговий рух на перетинаннях

Розвитком методу організації одностороннього руху на перегонах вулиць і доріг стосовно до перехресть та міських площ є введення на них кругового руху. При цьому головним результатом є ліквідація конфліктних точок перетину і конфлікту зустрічних потоків. Другим позитивним фактором є вплив на водія відцентрової сили при русі по круговій траєкторії, в результаті чого він автоматично знижує швидкість. На правильно спроектованих розв'язках такого типу швидкість вільного руху легкових автомобілів складає 40–45 км/год (не більше), що забезпечує високий ступінь ймовірності ліквідувати будь-яку конфліктну ситуацію. Висока безпека на розв'язках кругового типу (які застосовуються як в міських умовах, так і на автомобільних дорогах) підтверджується вітчизняною та зарубіжною статистикою ДТП.

Принципова схема повноцінного кругового руху показана на рис. 5.1 на прикладі 4-променевої розв'язки зі симетричним розташуванням вхідних доріг. Така розв'язка властива прямокутній сітці ВДМ. Проте в реальних умовах, особливо при радіальній схемі доріг, що сходяться (у старих містах), симетричне їх розташування не забезпечується. Це погіршує умови руху внаслідок скорочення довжини ділянок перестроювання.

В ряді випадків застосовуються прямокутні та еліпсоїдні острівці, що природно зменшує можливість зниження швидкості за рахунок впливу на водія бічної сили. Найбільшою кільцевою розв'язкою з круглим острівцем є площа генерала Де Голля в Парижі. Вона обслуговує 12 збіжних доріг і має центральний острівець діаметром близько 90 м. Дуже позитивним і таким, що спрощує ситуацію на багатопроменевих розв'язках, є застосування одностороннього руху на деяких входах і виходах. Це скорочує число конфліктних точок.

Розглянуті вузли в спеціальній літературі часто називають саморегульованими перехрестями з безперервним рухом. Це відображає ту обставину, що вони можуть функціонувати без світлофорного регулювання; в'їзд на розв'язку і рух по ній можуть здійснюватися безупинно.

Умови безупинного руху забезпечуються тільки в певних дорожньо-транспортних умовах (в залежності від геометричних розмірів розв'язки, інтенсивності і складу вхідних транспортних потоків). Так, без затримки

в'їзд на кругову розв'язку можливий, якщо тимчасові інтервали між легко-вими автомобілями на кільці перевищують 5–6 с, а для вантажних і автопоїздів мають ще більші значення. Якщо ж сумарна інтенсивність руху на кільці така, що інтервали знижуються до 2–4 с, ця умова не виконується. У такому випадку для запобігання зіткненням і утворення затору на самому кільці необхідно вводити пріоритет для руху по кільцю, а перед в'їздами встановлювати знаки 2.1 «Дати дорогу». Якщо і при цьому спостерігаються наростаючі черги на в'їздах, доводиться вдаватися до застосування світлофорного регулювання. Найбільш складним питанням функціонування кругової розв'язки є пропуск через вузол пішохідного руху. Кращим варіантом є відсутність регулярного пішохідного руху (відсутність поблизу житлової забудови) або можливість влаштування підземних пішохідних переходів. Якщо ж є значний регулярний пішохідний рух, то необхідне влаштування пішохідних переходів через входні дороги з регулюванням відповідно інтенсивності пішохідних потоків. Існуючі розв'язки кругового типу потребують контролю фахівців з ОДР і модернізації в залежності від змін складу та інтенсивності транспортних потоків та їх розподілу за напрямками прилеглих доріг.

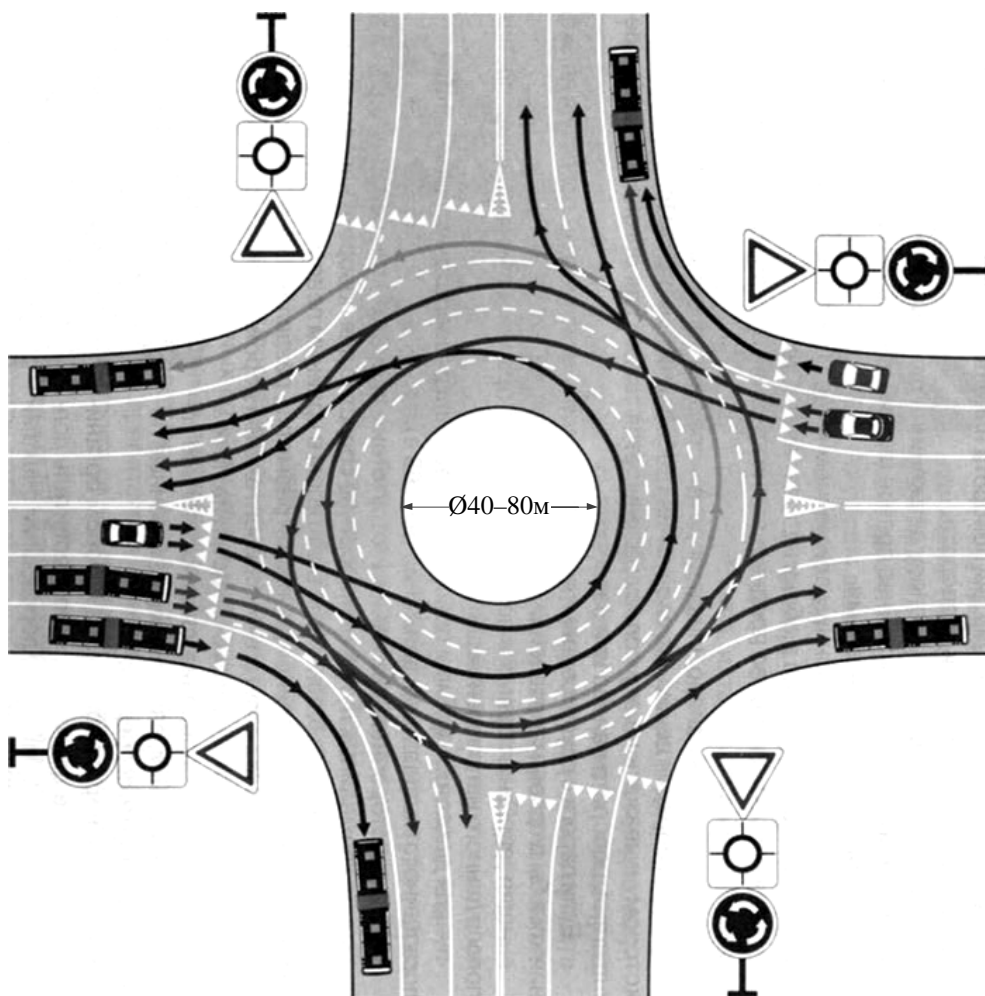


Рисунок 5.1 – Принципова схема кругового руху



Обстеження потоків потребує опрацювання плану і підготовки спостерігачів, особливо для багатопромених розв'язок. При обстеженні повинні вирішуватися кілька завдань: визначення обсягів вхідних і вихідних потоків; встановлення розподілу потоків за напрямками прямування (кореспонденції); виявлення найбільш завантаженого перетину кругової розв'язки. Природно, при обстеженні виявляються випадки заторових явищ. Наявність цих даних дозволяє не тільки оцінити стан руху, але і намітити необхідні першочергові та перспективні заходи даному об'єкту ВДМ.

На основі аналізу геометричних характеристик розв'язки та отриманих даних про інтенсивність і склад транспортних і пішохідних потоків з урахуванням даних про ДТП можуть бути прийняті рішення про застосування горизонтальної розмітки рядів руху, нанесення на проїжджій частині стріл 1.18 і каналізування окремих ділянок за допомогою напрямних острівців. Якщо дозволяють місцеві умови, то доцільно розширення доріг на підходах для збільшення числа рядів на входах або улаштування розділювальної смуги.

Необхідно відзначити, що, незважаючи на відсутність знаків пріоритету на зазначених розв'язках, більшість водіїв при виїзді на розв'язку пригальмовують. Тому для підвищення пропускної здатності таких перетинів доцільно при інтенсивності руху по одній смузі більше 400 од./год встановлювати на всіх в'їздах знаки пріоритету 2.1 «Дати дорогу». Необхідно підкреслити, що розв'язки кругового типу обов'язково повинні бути позначені на всіх в'їздах знаком 4.10 «Круговий рух». На центральному острівці навпроти кожного в'їзду необхідне встановлення знака 1.4.3 «Напрямок повороту». Це практично усуває випадки наїздів на центральний острівець, що трапляються на деяких розв'язках в умовах поганої видимості, особливо в темряві.

Досвід організації дорожнього руху багатьох вітчизняних міст підтверджує доцільність застосування принципу кругового руху на великих витягнутих площах, наприклад, перед залізничними вокзалами, аеропортами, великими адміністративними будівлями тощо. Однак траєкторія руху на них далека від кругової, у зв'язку з чим можливе небажане збільшення швидкості на прямих ділянках. Тому тут з урахуванням пішохідного руху слід застосовувати примусове обмеження швидкості за допомогою знаків до 30–40 км/год.

#### **5.4 Організація руху пішоходів та велосипедистів**

Рациональна організація руху пішоходів є вирішальним фактором підвищення пропускної спроможності вулиць і доріг та забезпечення більш дисциплінованої поведінки людей в дорожньому русі.

Складність забезпечення зручності та безпеки руху пішоходів обумовлена тим, що поведінка пішоходів важче піддається регламентації, ніж по-

ведінка водіїв, а в розрахунках режимів регулювання важко врахувати психофізіологічні чинники з усіма відхиленнями, притаманними окремим групам пішоходів.

Можна виділити такі типові завдання організації руху пішоходів:

- забезпечення самотійних шляхів для пересування людей уздовж вулиць і доріг;
- обладнання пішохідних переходів, створення пішохідних (безтранспортних) зон;
- виділення житлових зон;
- комплексна організація руху на специфічних постійних пішохідних маршрутах.

Важливою умовою оптимальної організації пішохідного руху є облік психофізіологічних особливостей і фізичних можливостей людей при розробленні відповідних технічних рішень. Тільки за цієї умови можна досягти згоди з тим чи іншим рішенням основної маси людей і підпорядкування їх передбаченими схемами руху і режимами регулювання.

До психофізіологічних факторів слід насамперед віднести природне прагнення людей заощаджувати зусилля і час, рухаючись по найкоротшому шляху між наміченими пунктами. При розробленні схем організації руху це положення потребує ретельного обліку. Найважливіше значення мають особливості зору пішоходів, оскільки саме зоровий фактор багато в чому визначає поведінку людини на дорозі. Тому конструкцію, забарвлення і розміщення технічних засобів організації пішохідного руху необхідно розробляти з урахуванням їх чіткого і швидкого зорового сприйняття людьми. Нарешті, виключно важливим є врахування особливостей людського зору в темряві, що різко втрачає свою ефективність у порівнянні зі світлим періодом. В зв'язку з цим влаштування зовнішнього освітлення та застосування добре видимих вночі покажчиків і знаків є ефективними засобами для забезпечення орієнтування пішоходів і впливу на їхню поведінку (наприклад, залучення на обладнаний пішохідний перехід).

Основним завданням забезпечення пішохідного руху вздовж магістралей є відділення його від транспортних потоків. Необхідними заходами для цього є:

- влаштування тротуарів на вулицях і пішохідних доріжок уздовж автомобільних доріг (вони повинні бути достатньої ширини для потоку людей та утримуватися в належному стані);
- усунення всяких перешкод для руху потоку пішоходів (ліквідація торгових точок на тротуарах, раціональне розміщення телефонних будок, кіосків тощо), що скорочують пропускну здатність тротуарів;
- застосування по краю тротуару огорожень, що запобігають раптового для водіїв виході пішоходів на проїзну частину, а також установлення на розділювальній смузі магістралей огорожувальної сітки, що перешкоджає переходу людей;

- виділення та огороження додаткової смуги на проїзній частині для руху пішоходів при недостатній ширині тротуарів та наявності резерву на проїзній частині;
- влаштування пішохідних галерей (критих проходів) за рахунок перших поверхів будинків в місцях, де неможливо інакше розширити тротуар;
- влаштування огорожень (високих бортів, колесовідбійних брусів), що запобігають виїзду автомобілів на пішохідні шляхи в найбільш небезпечних місцях;
- наочне інформування пішоходів (за допомогою покажчиків) про наявність пішохідних шляхів.

Тротуари, пішохідні та велосипедні доріжки повинні відповідати вимогам ДБН В.2.3-5-2001.

Пішохідні переходи за принципом розміщення через проїзні частини вулиць і доріг поділяють на розташовані на одному рівні (наземні) і на різних рівнях (підземні або надземні). Повну безпеку та можливість для пішохода перетнути проїзну частину без затримок гарантують тільки переходи другого типу. Однак при влаштуванні надземних чи підземних переходів шлях переходу дещо збільшується, а підйом і спуск потребують від пішоходів додаткових витрат енергії. Особливі труднощі при користуванні такими переходами відчувають інваліди та особи похилого віку, а також люди, що везуть дитячі коляски чи йдуть з багажем. Тому для гарантії користування спорудою усіма пішоходами в перспективі необхідно обладнати їх ескалаторами. Одним із засобів попередження переходу по поверхні дороги при наявності підземного або надземного переходу є застосування огорожі у вигляді сітки заввишки 2,0–2,5 м, розташованої на розділювальній смузі.

За характером регулювання руху людей наземні пішохідні переходи можуть бути класифіковані за такими групами: нерегульовані; з неповним регулюванням; з повним регулюванням (обладнані транспортними та пішохідними світлофорами); з ручним регулюванням.

Конкретні вказівки щодо влаштування пішохідних переходів наведені в ДБН В.2.3-5-2001 та ДБН В 2.3-4-2007.

З розвитком автомобілізації проблема забезпечення безпеки та зручності пішохідного руху в місцях його концентрації (ділові, культурні та торгові центри міст) призвела до необхідності закривати або різко обмежувати рух транспортних засобів на окремих вулицях, створюючи безтранспортну зону. При цьому тротуари та проїзну частину надають для безперешкодного руху пішоходів. Одна з перших в Європі безтранспортних зон була організована в Ессені (Німеччина) ще в 1926 р.

При виділенні пішохідних зон рух транспортних засобів може бути закрито як повністю, так і на певні періоди доби. Останній варіант є менш ефективним, оскільки потребує перебудови поведінки пішоходів в залежності від часу доби, що не гарантує повну безпеку руху. В наш час у спеціальній літературі широко застосовуються терміни: «безтранспортна зона»,

«пішохідна зона», «пішохідна вулиця». Проте строгого розходження між цими термінами немає.

Великий досвід організації безтранспортних зон у багатьох країнах Європи дозволяє сформулювати основні вимоги до їх створення і разом з тим відзначити труднощі. При організації пішохідної зони в основному необхідно:

- відвести транспортні потоки на інші паралельні шляхи;
- забезпечити шляхи підвезення товарів і вантажів до об'єктів пішохідної зони і під'їзду жителів до будинків на особистих автомобілях;
- передбачити наближення маршрутів пасажирського транспорту, щоб найбільше віддалення від зупинних пунктів в будь-якій точці не перевищувало 400–500 м;
- влаштувати стоянки по периферії пішохідної зони для індивідуальних автомобілів користувачів цієї зони.

Не можна не відзначити, що пішохідна зона виправдовує себе лише в разі, якщо в ній сконцентровані торгові точки, заклади культурного відпочинку, підприємства громадського харчування та інші об'єкти масового відвідування, що виходить за рамки компетенції фахівців з організації руху і повинно вирішуватися органами міської влади. Найбільш вдало ці питання вирішуються у випадку, коли проводиться капітальна реконструкція відповідного мікрорайону, як це було зроблено, наприклад, в Дрездені (Німеччина) і Ковентрі (Велика Британія).

У зв'язку з труднощами вирішення комплексу перерахованих питань в умовах уже сформованих планування та забудови міста в ряді випадків доводиться йти на компроміси, які в цілому не позбавляють пішохідну зону своїх потенційних переваг. Так, наприклад, в Ерфурті (Німеччина) у великій пішохідній зоні збережено трамвайний рух. У Варні (Болгарія) і Шауляї (Литва) пішохідні зони в декількох місцях перетинають транспортні потоки. Для забезпечення безпеки в цих місцях іноді застосовуються світлофори.

Необхідність компромісних рішень привела до появи такого різновиду організації руху в інтересах пішоходів, як «пішохідна (житлова) вулиця». Подальшим розвитком організації житлових вулиць стало поширення цих принципів не на окрему вулицю, а на зону, наприклад, житловий мікрорайон. З'явилися і відповідні дорожні знаки «Житлова зона» і «Кінець житлової зони» в Конвенції про дорожні знаки і сигнали. Найбільш доцільна організація житлової зони для групи великих житлових будинків, що утворюють мікрорайон. Всі в'їзди в такий мікрорайон і виїзди з нього позначаються зазначеними знаками. Таким чином, усі мешканці мікрорайону знаходяться в більшій безпеці, ніж при пересуванні або знаходженні в звичайних внутрішньоквартальних проїздах.

При організації пішохідного руху необхідно звернути увагу на характерні шляхи постійного руху великих груп пішоходів, що склалися в даному місці. Це, наприклад, шляхи, які використовуються туристами для огляду визначних

пам'яток міста, шляхи руху від вокзалів, річкових портів, місць масового відпочинку до віддалених від них зупинних пунктів МПТ або таксі, шкільні маршрути, за якими діти йдуть в школу і додому. Завданнями організації руху в цьому відношенні є: оцінювання стану і пропускної здатності тротуарів (пішохідних доріжок) протягом всього маршруту, обладнання пішохідних переходів, впровадження напрямних пристроїв та огорожень у всіх місцях, де пішоходи можуть випадково вийти на особливо небезпечні ділянки проїзної частини тощо. Все це повинно бути доповнено розробленням і установленням у відповідних місцях схем пішохідного руху. Слід пам'ятати, що навіть найдосконаліші, чітко обґрунтовані рішення з організації пішохідних потоків не можуть дати належного ефекту, якщо не будуть забезпечені сувора дисципліна поведінки пішоходів і добровільне бажання їх користуватися відповідними шляхами і пристроями для руху. Ця мета може бути досягнута тільки при виконанні принаймні двох умов: постійна активна виховна робота, яка повинна бути особливо ефективною серед дітей, забезпечення чіткого інформування пішоходів на всіх ділянках пішохідних шляхів за допомогою покажчиків, знаків і розмітки про рекомендовані організаторами напрямки і порядок руху.

У багатьох країнах світу велосипед є найбільш доступним, економічним, здоровим, екологічним, а також швидким і безпечним (при дотриманні умов правильної організації дорожнього руху) транспортним засобом. Так в Нідерландах та інших європейських країнах велосипедистами є близько 40 % населення. Приблизно 60 % всіх велосипедних поїздок складають ділові поїздки, серед яких перше місце займають поїздки до місця навчання (27 %). У Японії 15 % людей їздять на роботу на велосипеді, у Голландії – 50 %, а в Китаї – 77 %. Загальна протяжність велодоріжок у європейських містах така: Гельсінкі – 1300 км, Лондон – 900 км, Париж – 341 км. Частка велотранспорту у перевезенні малих вантажів в європейських країнах доходять до 40 %.

Необхідно визнати, що в нашій країні лише останнім часом стали приділяти увагу створенню умов для руху велосипедистів, хоча нормативні документи вже не одне десятиліття передбачають необхідність виділення або влаштування самостійних шляхів для руху велосипедистів, а також застосування технічних засобів для регулювання їх руху. Разом з тим рух велосипедистів в умовах інтенсивних потоків на вулицях більшості міст і на позаміських дорогах стає все більш і більш небезпечним як з точки зору можливості ДТП, так і через високий ступінь загазованості атмосферного повітря. У вітчизняній і зарубіжній пресі все частіше публікуються обґрунтовані виступи на користь більш широкого використання велосипедів для трудових поїздок і активного відпочинку. При цьому наводяться переконливі аргументи повної екологічної безпеки велосипеда і його сприятливого впливу на стан здоров'я людей (природно, при дозах навантаження, відповідних віку і стану здоров'я конкретної людини).

Найбільш перспективним є виділення велосипедних доріжок поза межами проїзної частини автомобільних доріг та міських вулиць. Велосипед-

на доріжку повинна виділятися на вулицях як крайня смуга тротуару або як паралельна тротуару і відокремлена від нього зеленою смугою (рис. 5.2, а). Уздовж автомобільних доріг велодоріжка повинна влаштовуватися за межами проїзної частини на спеціальній бермі, віддаленій не менше ніж на 1 м від кромки проїзної частини (рис. 5.2, б). В обмежених умовах пролягання дороги, в тому числі на підходах до штучних споруд, велодоріжку можна, як виняток, розташовувати поруч з проїжджою частиною, але відокремлювати бордюром заввишки не менше 0,25 м.



а)



б)

Рисунок 5.2 – Варіанти розміщення велодоріжки

Велодоріжки можуть бути призначені для одностороннього (ширина не менше 1,2 м) або двостороннього (ширина 2,5 м) руху. Поздовжні ухили на велодоріжках не повинні перевищувати 5 %. Найскладнішим є забезпечення безпеки на перетинах з транспортними потоками. Відповідно до міжнародного досвіду та Правил дорожнього руху України тут можливе застосування світлофорів для велосипедистів на спеціально позначених доріжках, які перетинають проїзну частину паралельно пішохідній доріжці. Таке регульоване перехрестя неприпустимо влаштовувати через магістральні вулиці швидкісного і безперервного руху. Як правило, зелена фаза для велосипедистів повинна збігатися з червоною фазою основного напрямку, що перетинає транспортний потік.

Потік велосипедистів за характером руху багато в чому аналогічний транспортному потоку. Тому при теоретичному аналізі цілком обґрунтовано застосовувати поняття динамічного габариту та інші характеристики, зокрема, теоретичну і практичну пропускну здатність. У літературі [7] зазначається, що теоретичну пропускну здатність смуги велодоріжки, тобто в умовах безперервного колонного руху, можна приймати рівною 1000 од./год.

В цілому організація руху велосипедистів потребує забезпечення достатньої пропускну здатності доріжки, необхідної ізоляції та захисту від автомобільного руху, влаштування безпечних перетинань з транспортними потоками, наявності інформаційного забезпечення велосипедистів в частині спрямування і режимів руху, влаштування місць для тимчасового зберігання велосипедів біля об'єктів тяжіння.

## **5.5 Рух маршрутного пасажирського транспорту**

Масові перевезення пасажирів міським транспортом, їх швидкість, безпека і економічність мають вирішальне значення для зручності населення. Ефективність цих перевезень, з одного боку, залежить від якості їх організації транспортними підприємствами, а з іншого – від загального рівня організації дорожнього руху, оскільки маршрутний пасажирський транспорт, як правило, не має ізолюваних шляхів сполучення.

Необхідними умовами забезпечення безпеки масових пасажирських перевезень є: справні пасажирські транспортні засоби, що відповідають дорожнім умовам і обсягу перевезень; висока кваліфікація та дисциплінованість водіїв і всього службового персоналу; справні дороги з необхідним облаштуванням; раціональна організація руху з наданням в необхідних випадках пріоритету МПТ.

Розвиток МПТ не тільки висуває ряд завдань перед фахівцями з організації руху, але значно впливає на весь процес дорожнього руху. Громадський транспорт забезпечує більш економічне використання ВДМ, ніж індивідуальні автомобілі. У табл. 5.3 наведено порівняння найбільш перспективних засобів наземного пасажирського міського транспорту. В останній

графі таблиці наведені орієнтовні дані про провізну здатність при повному заповненні автобуса і швидкісного трамвая і середньому заповненні легкового автомобіля, оскільки забезпечити повне заповнення останнього практично неможливо.

Таблиця 5.3 – Порівняльна характеристика пасажирського транспорту

Транспортний засіб	Використання місткості, %	Число пасажирів, що перевозяться	Площа смуги дороги, займана одним пасажиром, м <sup>2</sup>		Провізна здатність, тис. люд./год
			в нерухомому стані	при швидкості 50 км/год	
Легковий автомобіль	100	4	3,7	21,8	1,4
	середнє	1,4	10,7	62,5	
Автобус	100	86	0,4	3,5	10
	40	34	1,0	8,8	
Швидкісний трамвай	100	270	0,3	1,6	18
	40	108	0,8	3,9	

В останні роки фахівцями висувуються обґрунтовані пропозиції щодо вирішення транспортної проблеми в центральних частинах великих міст шляхом більш широкого та ефективного використання автобусів або троллейбусів. Це дозволяє вводити обмеження для індивідуальних автомобілів на найбільш завантажених магістралях, особливо в пікові години.

Ступінь впливу різних типів МПТ на безпеку та інші характеристики руху обумовлений комплексом властивостей. Найважливіше значення мають маневреність, гальмівні якості, інтенсивність розгону, умови праці водіїв, ступінь гучності та отруєння повітряного середовища, специфічні вимоги до зупинних пунктів. Найбільший негативний баланс за цими показниками має трамвай, шляхи якого розташовані посередині проїзної частини. Це пояснюється насамперед відсутністю маневреності, крайньою небезпекою зупинних пунктів, розташованих на проїзній частині, про що свідчить статистика ДТП.

При організації руху МПТ необхідно враховувати, що однією з головних задач транспортного обслуговування міського населення є забезпечення таких витрат часу на пересування від місць проживання до роботи 90 % трудящих (в один кінець) в залежності від розмірів міст (табл. 5.4) [7].

Таблиця 5.4 – Рекомендовані значення витрат часу

Чисельність населення, тис. мешканців	2000	1000	500	250
Витрата часу, хв	45	40	37	35



Для міст з населенням понад 2 млн жителів максимальні витрати часу повинні визначатися спеціальним обґрунтуванням з урахуванням комплексу місцевих умов.

Основною метою заходів з організації руху є підвищення швидкості сполучення при забезпеченні безпеки руху. Швидкісні показники МПТ, як і всього потоку, залежать від якості організації та регулювання дорожнього руху. На швидкість  $V_c$  впливають динамічність рухомого складу (інтенсивність розгону і гальмування, максимальна швидкість), довжина перегонів між пунктами зупинок, тривалість зупинок та умови транспортного потоку, що визначають фактичну швидкість руху на перегоні.

Спрощена модель руху транспортного засобу МПТ може бути подана циклічним режимом, що містить розгін, рух зі сталою швидкістю, гальмування, затримку на зупинці для висадки-посадки пасажирів або біля перехрестя за умовами регулювання руху. З урахуванням цього для одного циклу

$$V_c = \frac{3,6L_p}{\frac{V_r}{7,2} \left( \frac{1}{a} + \frac{1}{j} \right) + \frac{3,6L_p}{V_r} + t_\Delta}, \quad (5.1)$$

де  $V_r$  – дозволена максимальна (або встановлена розрахункова) швидкість на перегоні, км/год;

$a$  – прискорення, м/с<sup>2</sup>;

$j$  – сповільнення при службовому гальмуванні, м/с<sup>2</sup>;

$L_p$  – довжина перегону між зупинками, м;

$t_\Delta$  – середня тривалість затримки на зупинці, с.

Аналіз залежності (5.1) показує, що підвищення швидкості сполучення при маршрутних пасажирських перевезеннях при заданій характеристиці рухомого складу може бути досягнуто збільшенням відстані між пунктами затримки (пунктами зупинок і регульованими перехрестями) і скороченням тривалості кожної затримки. Очевидно також, що вдосконалення регулювання руху і надання пріоритету МПТ можуть зіграти вирішальну роль у підвищенні швидкості сполучення.

Прискорення та сповільнення транспортного засобу залежать не тільки від його конструктивних характеристик, але і від методу водіння, тобто від кваліфікації водія. Встановлена швидкість на перегоні залежить не тільки від технічної характеристики автобуса, але і від стану дороги та встановленого Правилами дорожнього руху або дорожніми знаками граничного її значення. Середня тривалість затримок залежить від оптимальності режиму регулювання руху, організації зупинних пунктів, а також від конструктивних параметрів автобуса. При русі з частими зупинками збільшення дозволеної максимальної (усталеної) швидкості не дає помітного ефекту, оскільки період руху з граничною швидкістю малий.

Умови руху автобусів на міжміських маршрутах істотно відрізняються від умов на міських маршрутах, і циклічний режим руху не має такого зна-

чення. Однак умови організації руху чинять і в цьому випадку вирішальний вплив на їх швидкість, яка визначається значенням  $V_c$ . Швидкість сполучення на міжміському маршруті

$$V_c = \frac{\sum L}{\sum T} = \frac{L_M + L_{NP} + L_D + L_O}{\frac{L_M}{V_M} + \frac{L_{NP}}{V_{NP}} + \frac{L_D}{V_D} + \frac{L_O}{V_O} + \frac{1}{60}(n_{nz}t_{nz} + n_{zp}t_{zp} + n_p t_p + n_{zz}t_{zz})}, \quad (5.2)$$

де  $L_M$ ,  $L_{NP}$ ,  $L_D$ , і  $L_O$  – протяжності ділянок руху на маршруті відповідно по містах, населених пунктах, дорогах у незабудованій місцевості і ділянках з обмеженням швидкості за допомогою дорожніх знаків до  $V_O$ , менше дозволеної Правилами дорожнього руху для автомобільних доріг і населених пунктів;

$V_M$ ,  $V_{NP}$ ,  $V_D$  і  $V_O$  – відповідні для кожної з ділянок доріг розрахункові швидкості (залежать від дорожніх умов та вимог ПДР);

$n_{nz}$  і  $t_{nz}$  – відповідно число небезпечних зон і час, що втрачається при проїзді кожної зони (або додатковий час, необхідний на проїзд однієї небезпечної зони);

$n_{zp}$  і  $t_{zp}$  – відповідно число залізничних переїздів і час, що втрачається при проїзді одного переїзду;

$n_p$  і  $t_p$  – відповідно число зтяжних підйомів і час, втрачений на кожному підйомі;

$n_{zz}$  і  $t_{zz}$  – відповідно число запланованих зупинок і затримки, що припадають на одну зупинку.

Вираз в знаменнику формули (5.2)  $1/60 \cdot (n_{nz}t_{nz} + n_{zp}t_{zp} + n_p t_p + n_{zz}t_{zz})$  визначає додаткові затримки руху на маршруті, які вирішальним чином залежать від організації дорожнього руху.

Термін «небезпечна зона» означає ділянку дороги поза забудованою місцевістю, позначену попереджувальним знаком. На ділянці передбачається зниження швидкості. Число таких небезпечних зон і протяжність ділянок  $L_M$ ,  $L_{NP}$ ,  $L_D$ , і  $L_O$  визначаються при обстеженні маршруту для проведення розрахунку. Місця перетинань із другорядними дорогами не відносять до місць, які потребують зниження швидкості.

Вдосконалення організації дорожнього руху на автомобільних дорогах, де працюють міжміські автобуси, дозволяє оптимізувати більшість показників, що входять у вираз (5.2), підвищити значення всіх розрахункових швидкостей, а також скоротити число ділянок, на яких втрачається час, і зменшити значення кожної зі складових втрат часу. При практичному нормуванні швидкостей руху розрахунки використовують для попереднього орієнтовного визначення часу, необхідного на проходження маршруту та його окремих ділянок. Для остаточних розрахунків має проводитися обстеження маршруту з тим, щоб визначити протяжність відповідних ділянок

( $L_M, L_{NP}, L_D, \text{ і } L_O$ ), виявити число небезпечних ділянок, уточнити можливі значення  $V_M, V_{NP}$  і  $V_D$  в залежності від рівня завантаження доріг. Після розрахунків проводять пробні рейси на тому типі автобуса, який буде експлуатуватися, і уточнюють розрахункові показники.

Під пропускною здатністю зупинного пункту розуміють найбільше число одиниць рухомого складу, яке може бути обслуговане зупинним пунктом протягом години при рівномірному прибутті транспортних засобів

$$P_{ZP} = \frac{3600}{t_{ZP}},$$

де  $t_{ZP}$  – загальна тривалість перебування одного транспортного засобу в зоні зупинного пункту, с.

В свою чергу

$$t_{ZP} = t_1 + t_2 + t_3,$$

де  $t_1, t_2$  і  $t_3$  – час, що витрачається відповідно на маневр заїзду на зупинний пункт, на посадку-висадку пасажирів, на рушання з місця і звільнення зупинного пункту, с.

Складові часу  $t_{ZP}$  слід визначати хронометражем. Вони залежать не тільки від параметрів автобусів (тролейбусів) і пасажиропотоку, але також і від метеорологічних умов. Взимку при різкому зниженні коефіцієнта зчеплення значення  $t_1$  і  $t_3$  можуть помітно збільшуватися. На час  $t_3$  також впливає інтенсивність руху по сусідній смузі.

Спостереження показують, що найбільш характерний діапазон значень  $t_2$  становить 15–30 с. Для розрахунків  $P_{ZP}$  ряд авторів приймають  $t_{ZP} = 30$  с. В цьому випадку  $P_{ZP} = 120$  авт./год. Проте це значення є завищеним. Практично зупинний пункт не може пропустити більше 50 авт./год. Основною причиною цього є нерівномірність прибуття автобусів, у зв'язку з чим виникає необхідність у додатковій попередній зупинці і потім в «підтягуванні» автобуса (тролейбуса) до зупинки. Тому для збереження загальної пропускної здатності вулиць і доріг необхідно, щоб в зоні зупинних пунктів було передбачено місцеве розширення проїзної частини (влаштування заїзних кишень) або зупинні пункти були повністю винесені за межі основної проїзної частини.

Зупинні пункти МПТ істотно впливають на безпеку руху і на пропускну здатність дороги. Разом з тим від їх розташування залежить зручність пасажирів. Тому при виборі місць для розміщення зупинних пунктів треба знаходити оптимальні рішення при суперечливих вимогах зручності пасажирів, з одного боку, і мінімальних перешкод для транспортного потоку, з іншого. Ці протиріччя особливо проявляються в зоні перетину магістральних вулиць, де необхідні пункти зупинки у зв'язку з інтенсивними потоками

ми людей по кожній з магістралей, а також з пересадками їх з одного маршруту на інший.

Основні умови, які повинні по можливості забезпечуватися при виборі місця зупинного пункту:

- гарантія безпеки руху основного потоку людей, що користуються даним маршрутом транспорту;
- створення мінімальних перешкод для переважних напрямків транспортних потоків;
- скорочення відстані пішохідного підходу до основних об'єктів тяжіння.

Отже, правильний вибір місць для зупинних пунктів може бути зроблений лише на основі вивчення характеру переважних пішохідних та транспортних потоків і розташування об'єктів тяжіння.

Відстань між пунктами зупинок на лініях МПТ повинна прийматися в межах населених пунктів для автобусів, тролейбусів і трамваїв – 400–600 м, експресних автобусів і швидкісних трамваїв – 800–1200 м. У реальних умовах досить часто зустрічаються приклади розташування зупинок автобусів (тролейбусів) через 100–200 м, що призводить не тільки до додаткових невиправданих затримок МПТ, але за відсутності глибоких кишень і до порушення руху транспортного потоку на сусідніх смугах. У цих випадках слід переглядати розташування зупинних пунктів, замінивши два близько розташованих на один.

Пріоритет в русі МПТ при збільшенні інтенсивності транспортних потоків, підвищення швидкості і безпеки МПТ забезпечуються:

- відповідними положеннями Правил дорожнього руху України і вимогами державних стандартів;
- введенням спеціальної фази в циклі світлофорного регулювання на перетинах;
- введенням окремих обмежень для інших транспортних засобів на маршруті громадського транспорту;
- виділенням смуги для руху МПТ, по якій забороняється рух інших видів транспортних засобів (смуги пріоритетного руху МПТ).

Необхідні умови для пріоритетного руху МПТ можуть бути забезпечені на стадії містобудівного проектування, коли є великі можливості для виділення відповідної додаткової ширини проїзної частини, влаштування місцевих розширень перед перехрестями тощо.

Практичний досвід створення пріоритетного руху автобусів та науково-дослідні роботи в цій області, проведені в нашій країні, дозволили сформулювати такі основні умови, при яких рекомендовано виділення відокремлених смуг [11]:

- проїзна частина вулиці в одному напрямку має не менше трьох смуг для руху;

– існуюча інтенсивність транспортного потоку даного напрямку (приведена до однієї смуги) становить у пікові періоди не менше 400 од./год;

– інтенсивність руху автобусів (тролейбусів) великого класу не менше 50 од./год, причому зчленовані транспортні засоби приймають за 2 од.

Зазначені значення інтенсивності всього потоку і автобусів не є абсолютними межами – прийняті значення можуть коригуватися при аналізі, зокрема, з урахуванням фактичних режимів світлофорного регулювання, в тому числі режиму АСКР.

Успішність виконання завдань організації руху МПТ залежить значною мірою від професіоналізму водіїв. У підвищенні його рівня велика роль організаторів руху, які повинні доводити до водіїв, що працюють на даному маршруті, результати проведених обстежень і розробок. Для водіїв необхідно готувати інформаційні листки за маршрутами, періодично обговорювати стан умов руху або організовувати відповідне анкетне опитування. Для щойно прийнятих на маршрут водіїв завжди повинна бути в наявності інформація (схема і легенда) не тільки про розташування зупинних пунктів, але і про характеристики світлофорного режиму на регульованих перехрестях, пішохідних переходах, місцях («вогнищах») концентрації ДТП. Важлива також інформація про специфіку пасажиропотоку на основних зупинних пунктах маршруту. Це дозволяє водіям значно швидше адаптуватися до умов на новому маршруті.

## **5.6 Тимчасові автомобільні стоянки**

Потреба в тимчасових стоянках автомобілів є в містах і на автомобільних дорогах. Особливо вона велика в адміністративних центрах, зоні торговельних, культурно-освітніх установ, а також біля транспортних вузлів і великих житлових будинків. На автомобільних дорогах виникає необхідність у тимчасових стоянках, незалежних від розташування перерахованих об'єктів тяжіння, а пов'язаних з необхідністю відпочинку водіїв, огляду транспортних засобів тощо.

В американській літературі з організації руху зустрічається спеціальний термін, що стосується стоянки автомобілів біля тротуару, – «зона впливу». Маємо на увазі вплив автомобілів, що маневрують в зоні дозволеної стоянки, у зв'язку з виїздом і в'їздом на неї. Ширина цієї зони в залежності від схеми розміщення автомобілів коливається в межах 4,5–8,0 м.

Широка заборона або обмеження тимчасової стоянки робить вкрай незручним, а іноді і безглуздим, використання особистих автомобілів в міських умовах. Ці автомобілі знаходяться в русі не більше 10% денного часу. Тому перед організаторами руху виникає складна і в багатьох випадках суперечлива задача оптимального забезпечення тимчасових стоянок на

ВДМ, без яких не може бути досягнута загальна ефективність використання автомобілів.

Тимчасові стоянки в містах підрозділяють на вуличні, тобто коли стоянка дозволена безпосередньо на проїзній частині, і позавуличні, тобто віддалені від проїзної частини (рис. 5.3). Позавуличні стоянки можуть бути влаштовані на відкритих майданчиках, на дахах будівель, в спеціальних гаражах-стоянках одно- або багатоповерхового типу. Споруджують гаражі-стоянки надземного та підземного типів. Багатоповерхові гаражі-стоянки в залежності від способу переміщення в них автомобілів підрозділяють на рампові і механізовані. В рампових гаражах автомобілі пересуваються своїм ходом, а в механізованих – за допомогою спеціальних ліфтів або конвеєрів. Необхідність в багатоповерхових гаражах-стоянках виникає, в першу чергу, в тих місцях, де неможливо виділити достатню площу для влаштування стоянок-майданчиків, що характерно для центральних ділових районів великих міст. За режимом роботи поділяють стоянки: з необмеженим часом роботи; з обмеженням тривалості перебування автомобіля, з обмеженим (протягом доби) часом роботи.

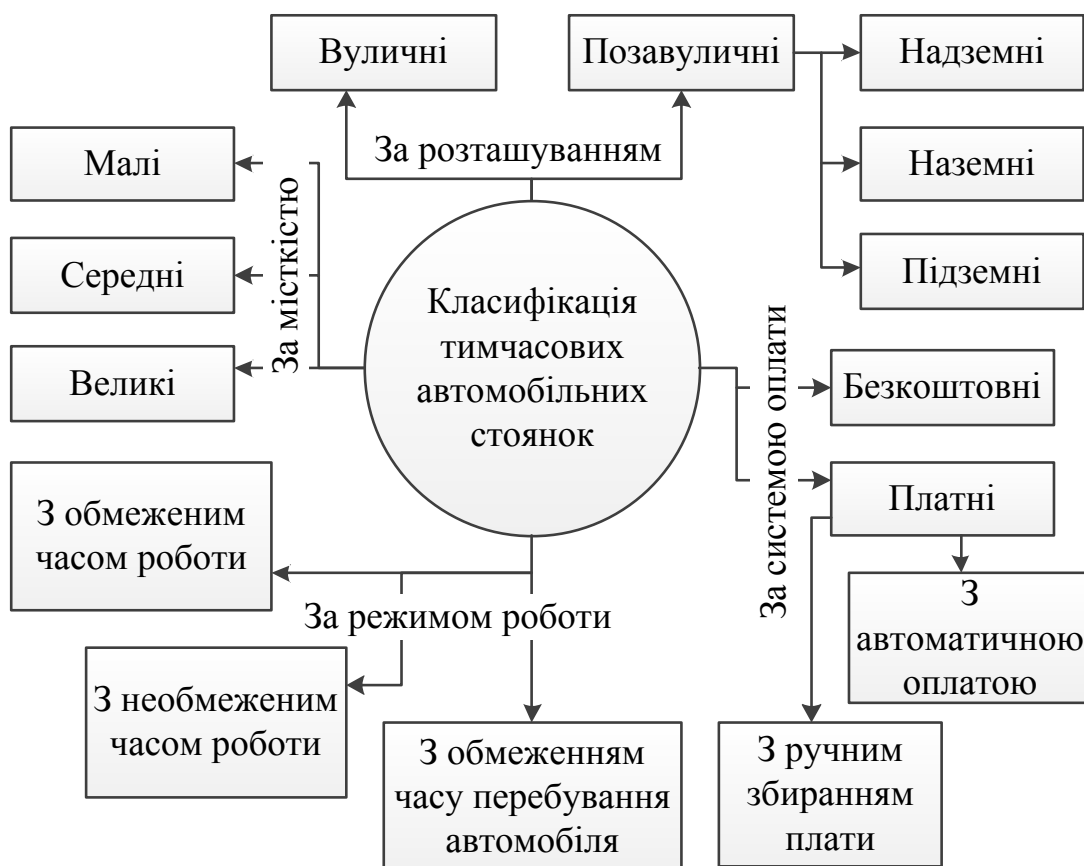


Рисунок 5.3 – Класифікація тимчасових автомобільних стоянок

Тимчасові стоянки біля автомобільних доріг організовують, як правило, на відкритих майданчиках, тому що в цих умовах зазвичай немає необ-

хідності розміщувати в одному місці велику кількість автомобілів. Разом з тим важливо забезпечити достатню частоту розташування місць стоянки.

На підставі досвіду містобудування і організації руху з урахуванням перспективи автомобілізації в багатьох країнах вироблені рекомендації та нормативи щодо забезпечення характерних об'єктів місцями для тимчасової стоянки транспортних засобів.

ДБН В.2.3-5-2001 та ДБН В.2.3-15:2007 містять нормативи, які призначені для містобудівного проектування і можуть бути використані для обґрунтування оперативних заходів щодо організації тимчасових стоянок.

Окремі площадки або білятротуарні зони повинні бути виділені для автомобілів-таксі в місцях, де є резерви пропускної здатності.

Загальні вимоги, які повинні враховуватися при виборі місця і плануванні стоянки, зводяться до забезпечення мінімальних перешкод для транспортного потоку при в'їзді на стоянку та виїзді з неї, зручності та безпеки користування стоянками водіями та пасажирями автомобілів. Рішення останньої вимоги характеризується близькістю стоянки до основного об'єкта тяжіння, а також наявністю безпечних шляхів пішохідного руху між стоянкою і обслуговуваними об'єктами. Рекомендується, щоб довжина підходів до стоянок не перевищувала для вокзалів, торговельних центрів, входів у метрополітен 150 м, а для інших об'єктів 400 м. При виборі місця для організованих стоянок слід враховувати також характер місцевих умов (видимість, інтенсивність руху пішоходів і транспортних засобів, склад потоку) і при необхідності коригувати їх розташування.

На автомобільних дорогах стоянки повинні передбачатися для відпочинку водіїв та догляду за автомобілями. Стоянки для вантажних автомобілів, які здійснюють далекі перевезення, повинні розташовуватися через 30–50 км. На дорогах з великим рухом автотуристів потреба в зупинках значно вища. Досвід показує, що на таких дорогах краще робити невеликі майданчики (на 5–10 автомобілів) через кожні 10 км, ніж один великий майданчик на 100 км. Стоянки для відпочинку бажано розташовувати поблизу водойм і лісових масивів, а також близько до визначних місць.

Необхідно зупинитися на специфічному вигляді стоянок, які отримали в спеціальній літературі назву «затримувальні». Ці стоянки стають необхідними у зв'язку з перенасиченням міст транспортними потоками і прагненням забороняти в'їзд в місто (або лише в його центральну частину) транзитним автомобілям. При прийнятті такого рішення «затримувальні» стоянки повинні влаштовуватися на зовнішньому кордоні забороненої зони і можуть бути призначені не тільки для легкових автомобілів, але і для туристських автобусів і вантажних автомобілів. Передбачається, що такого роду стоянки повинні розташовуватися біля кінцевих станцій масового пасажирського транспорту (метрополітену, швидкісного трамвая чи автобуса), за допомогою якого пасажири транзитних автомобілів можуть швидко дійхати до потрібних об'єктів в місті. За кордоном ці стоянки отримали

широке застосування в багатьох країнах, і з їх допомогою організується пересування по так званій системі «park and ride».

Відповідно до викладених у розділі 4 загальних принципів організації дорожнього руху необхідно не тільки передбачати раціональне розміщення місць для стоянки, але і чітко інформувати про це учасників руху. Якщо водії не поінформовані про їх розташування, можливі часті і небезпечні зупинки на узбіччях, у той час як стоянки порожні. Аналогічне явище спостерігається і в містах. Якщо введено заборону на стоянку, то поруч необхідно помістити покажчик про напрямок руху та відстані до дозволеної стоянки.

Як показали спостереження, в центральних частинах деяких великих закордонних міст значну частку автомобілів в потоці складають курсуючі в пошуках вільної стоянки, цього можна уникнути при інформуванні. У цьому відношенні заслуговує на увагу застосування систем автоматичної сигналізації про наявність вільних місць на стоянках. Така система, зокрема, була розроблена в Німеччині. За допомогою детекторів ведеться безперервний підрахунок в'їздів і виїздів автомобілів на всіх стоянках і подається інформація в обчислювальній пристрій. При цьому автоматично вмикаються і вимикаються стрілки, що світяться на спеціальних табло, розміщених перед перехрестями вулиць, завдяки чому водій отримує інформацію, в якому напрямку йому рекомендується рухатися до стоянки, яка має вільні місця.

## **5.7 Рух на площах**

Специфічні завдання виникають перед організаторами дорожнього руху на міських площах, які можуть істотно відрізнятися одна від одної функціональним призначенням і розмірами. У містобудівній практиці розрізняють такі основні типи площ:

- 1) перед великими громадськими будівлями і спорудами;
- 2) транспортні та передмостові;
- 3) вокзальні (перед залізничними вокзалами, аеропортами, морськими і річковими портами);
- 4) перед ринками.

Самі назви типів площ свідчать про специфіку тимчасового режиму їх функціонування та відмінності в переважній масі обслуговуваних учасників дорожнього руху. Так, якщо рух на вокзальних площах відбувається цілодобово і значною мірою підпорядковується розкладу відправлення і прибуття пасажирських транспортних засобів, то на площах перед ринками спостерігаються різко виражені пікові періоди, дні та години і повне затишся в нічний час. Якщо в зоні площ 1-го типу, як правило, необхідно забезпечити пропуск пікових обсягів руху пішоходів, не обтяжених поклажею, і легкових автомобілів і автобусів, які підвозять людей, то в зоні площ 4-го типу потік людей, що прибувають і відбувають, має більш рів-



номірний характер, а в складі транспортних засобів, що прибувають (і потребують стоянки), слід очікувати наявності вантажних автомобілів.

Тому при вирішенні завдань організації дорожнього руху необхідні ретельні попередні обстеження і прогнозування режимів руху на кожній конкретній площі. Спостереження потрібні також і після впровадження будь-яких нових рішень.

Такі основоположні нормативні документи, як міжнародна Конвенція про дорожній рух і Правила дорожнього руху України не містять будь-яких особливих приписів, що стосуються руху по площах, оскільки площа являє собою поєднання окремих перетинів, перегонів і розділювальних зон. Тому учасники дорожнього руху повинні діяти тут, керуючись відповідними положеннями Правил, а також сигналами встановлених світлофорів, дорожніми знаками і нанесеною розміткою. Однак на площах, як правило, виникає підвищене психологічне навантаження на водіїв внаслідок інтенсивних потоків транспортних засобів і пішоходів, різноманітності близько розташованих конфліктних точок поділу і злиття потоків різних напрямків. Особливо високі вимоги тут повинні бути висунуті до всіх елементів інформаційного забезпечення учасників руху.

Основою організації руху на площі є генеральна схема руху, в якій визначені всі дозволені і рекомендовані напрямки транспортних і пішохідних потоків, а також розміщення стоянок і зупинних пунктів МПТ. Вирішальне значення при її розробці мають розташування площі на ВДМ і ступінь відповідності її розмірів обсягам руху.

Принципову відмінність для організації дорожнього руху мають транзитні і тупикові площі. Найбільш складні завдання виникають на вокзальних площах, якщо одночасно необхідно забезпечувати пропуск потужних транзитних транспортних потоків і обслуговування транспортних і пішохідних потоків, пов'язаних із зовнішнім транспортом (залізничним, авіаційним, водним). Прикладом площі з виключно складною ситуацією є Комсомольська площа в Москві, де проходять потужні потоки наземних транзитних транспортних засобів і розташовані три великих залізничних вокзали столиці. Тут неможливо обійтися без використання підземного простору для перетину площі пішоходами та розміщення автомобільних стоянок.

Площі вокзального типу потребують особливої уваги з точки зору забезпечення безпеки та зручності руху в зв'язку з тим, що на них в будь-якому місті концентруються люди, не знайомі часом не тільки з даним місцем, а й взагалі з особливостями інтенсивного дорожнього руху. Забезпечення безпеки на таких площах повинно базуватися в цілому на вже розглянутих принципах і перш за все на скороченні (а краще повній ліквідації) конфліктів між транспортними потоками і між транспортними та пішохідними потоками. Отже, в першу чергу тут необхідне максимально можливе каналізування руху і застосування схем кругового руху. При значних потоках пасажирів зовнішнього транспорту дуже бажано розділення зон прибуття і відправлення для зупинних пунктів МПТ і таксі (зон висадки та посадки

пасажирів). Якщо площа є кінцевим пунктом маршрутів автобусів, тролейбусів, трамваїв, то ця проблема набуває особливо важливого значення. Помилки в організації руху в цих випадках призводять до підвищеної небезпеки і незручностей для пасажирів і сприяють виникненню заторів.

Досвід показує, що у великих містах і особливо на площах біля аеропортів оперативні заходи організації дорожнього руху стають недостатніми і потрібні капітальні містобудівні заходи з використанням поділу зон в різних рівнях. Проте у всіх випадках необхідно в рамках першої черги заходів щодо організації руху на площах усіх типів прагнути до того, щоб задовольнити в можливих межах потребу в стоянках, виділяючи в першу чергу місця для зупинних пунктів МПТ та стоянок таксі. Стоянки таксі на великих вокзальних та ринкових площах, як правило, повинні бути «прямоточними».

## **5.8 Забезпечення інформацією учасників руху**

Основною керуючою ланкою в системі дорожнього руху є водії транспортних засобів, які конкретно визначають напрямок і швидкість транспортних засобів у кожен момент руху. Всі інженерні розробки схем і режимів руху доводяться в сучасних умовах до водіїв за допомогою таких технічних засобів, як дорожні знаки, дорожня розмітка, світлофори, табло, напрямні пристрої, які по суті є засобами інформації.

Чим повніше і чіткіше налагоджено інформування водіїв про умови і необхідні режими руху, тим більш точними і безпомилковими є керуючі дії водіїв, а отже, тим вищий рівень безпеки та ефективності дорожнього руху. Надмірна кількість інформації однак погіршує умови роботи водія.

Особливо небезпечним є перенасичення ВДМ всілякою яскравою рекламою, яка відволікає водіїв та «забирає» важливу для нього інформацію про напрямки і режими руху. Надмірне захоплення рекламою на шкоду безпеки дорожнього руху набуло поширення в останні роки в Києві та інших великих містах країни. У цьому зв'язку слід згадати, що Конвенція про дорожній рух та ДСТУ 3587 забороняють встановлювати плакати, транспаранти, афіші, які можуть ускладнити сприйняття технічних засобів організації дорожнього руху або відволікати водіїв.

Існує ряд класифікаційних підходів до опису інформації в дорожньому русі. Видається за доцільне поділяти інформацію про дорожній рух на три групи: дорожню, позадорожню і ту, що забезпечується на робочому місці водія.

До дорожньої інформації відноситься все, що доводиться до водіїв (а також пішоходів) за допомогою технічних засобів організації руху.

У позадорожню інформацію входять періодичні друковані видання (газети, журнали), спеціальні карти-схеми і путівники, інформація по радіо і телебаченню, звернена до учасників дорожнього руху з повідомленнями

про типові маршрути слідування, метеорологічні умови, стан доріг, оперативні зміни у схемах організації руху тощо.

Інформація на робочому місці водія може складатися з візуальної та звукової, які забезпечуються автоматично різними датчиками, які контролюють режим руху, наприклад, швидкість руху, відповідність дистанції до автомобіля, що рухається попереду в потоці.

Особливе місце займають навігаційні системи, що використовують бортові ЕОМ і супутниковий зв'язок. Бортові навігаційні системи дозволяють водієві, орієнтуючись за зображенням на дисплеї, вести автомобіль до наміченого пункту по найкоротшому шляху або з найменшою витратою часу.

Маршрутне орієнтування необхідне всім учасникам руху. Від його наявності досить істотно залежать чіткість і економічність роботи таксі, автомобілів швидкої медичної допомоги, зв'язку, всіляких аварійних служб. Помилки в орієнтуванні водіїв на маршрутах слідування викликають втрату часу при виконанні тієї чи іншої транспортної задачі та економічні втрати через перевитрати палива. Дії водіїв у цих умовах збільшують небезпеку виникнення конфліктних ситуацій у випадках раптових зупинок при необхідності дізнатися про розташування потрібного об'єкта та недозволеного маневрування з порушенням правил для якнайшвидшого виїзду на правильний напрямок.

Розробка системи маршрутного орієнтування (СМО) потребує значного часу і певного досвіду. Рішення задач орієнтування є нестандартним, тому що залежить від багатьох специфічних факторів, властивих даному місту (місцевості): структури ВДМ, її щільності, розташування найважливіших об'єктів тощо. У найбільш часто повторюваних прикладах розробки можна назвати такі основні етапи.

1. Формування списку найбільш важливих об'єктів, які є центрами тяжіння транспортних потоків.

2. Аналіз найбільш ймовірних, у тому числі альтернативних, маршрутів прямування до кожного з об'єктів.

3. Виявлення місць, де необхідне установлення інформаційно-вказівних знаків.

4. Розробка раціонального компоновання знаків індивідуального проектування, які повинні бути встановлені у всіх прийнятих точках розташування засобів забезпечення інформацією.

Особливо важливе значення має інформаційне забезпечення водіїв на сучасних автомобільних магістралях в зоні перехрещень у різних рівнях. Помилка через відсутність видимості або неправильного розташування вказівних знаків в цих місцях може зумовити вимушений перепробіг автомобіля, вимірюваний десятками кілометрів залежно від віддаленості найближчої розв'язки, де можна повернути на потрібний напрямок. Тому неприпустима задача в експлуатацію нових розв'язок без повного забезпечен-

ня маршрутного орієнтування, а в процесі експлуатації потрібен постійний контроль за збереженням і видимістю інформаційно-вказівних знаків.

Вирішальне значення для забезпечення чіткості орієнтування і дій водіїв при під'їзді до перетину має оптимальна віддаленість попередніх покажчиків напрямків від місця з'їзду з дороги. Цю відстань визначають з урахуванням забезпечення достатнього часу для сприйняття водієм інформації вказівного знака з автомобіля і відстані для здійснення необхідного маневру.

Попередній покажчик напрямків встановлюють з урахуванням діапазону розрахункової віддаленості від перетину, але не менше ніж за 50 м в містах і 300 м поза населеними пунктами від перехрестя або початку смуги гальмування.

### **Питання для самоперевірки**

1. Особливості організації руху на перехрестях.
2. Переваги та недоліки введення одностороннього руху на вулицях міст.
3. Критерії введення кругового руху на перетинаннях та особливості його забезпечення.
4. Завдання організації руху пішоходів та заходи з його оптимізації.
5. Вимоги до облаштування тротуарів, пішохідних доріжок та переходів.
6. Особливості організації пішохідних зон.
7. Методика організації велосипедного руху.
8. Проблеми організації руху міського пасажирського транспорту.
9. Швидкісні показники МПТ.
10. Зупинні пункти МПТ, їх характеристики, фактори, що впливають на місце їхнього розташування.
11. Мета встановлення пріоритетного руху для МПТ та необхідні умови для його реалізації.
12. Класифікація тимчасових автомобільних стоянок.
13. Рекомендації та нормативи щодо забезпечення ВДМ місцями для тимчасової стоянки транспортних засобів.
14. Особливості організації стоянок за системою «park and ride».
15. Специфічні завдання організації дорожнього руху на міських площах.
16. Система інформування водіїв про умови і режими руху.

## 6 ОРГАНІЗАЦІЯ РУХУ В СПЕЦИФІЧНИХ УМОВАХ

### 6.1 Рух в темну пору доби

Статистика ДТП багатьох країн показує, що в темний час доби різко підвищується небезпека руху. Незважаючи на те, що інтенсивність руху в цей період в 5–10 разів нижча, ніж у світлий час, частка ДТП становить 40–60 % від їх загального числа.

Результати досліджень фахівців з безпеки дорожнього руху (табл. 6.1) підтверджують ці дані.

Таблиця 6.1 – Розподіл ДТП за порою доби

Види ДТП	Розподіл ДТП, %	
	вдень	вночі
Наїзди на пішоходів, що йдуть по краю проїзної частини	10	90
Наїзди на велосипедистів, що їдуть попутно	28	72
Зіткнення транспортних засобів	64	36
Перекидання автомобілів	71	29
Наїзди автомобілів на нерухому перешкоду	38	62

У темряві водій значно гірше сприймає обстановку, з меншою точністю оцінює швидкість свого автомобіля і, що дуже важливо, піддається осліпленню світлом фар, а іноді і стаціонарних джерел світла.

Видимість об'єкта в темряві визначається: яскравістю дорожнього покриття (поля адаптації)  $Y_D$ ; яскравістю об'єкта спостереження  $Y_S$ ; контрастом між об'єктом спостереження і дорожнім покриттям  $K$ , що визначається відносною різницею яскравостей.

$$K = \frac{Y_S - Y_D}{Y_D}. \quad (6.1)$$

Для можливості зорового виявлення об'єкта необхідно забезпечити деяке мінімальне значення контрасту, що називається пороговим:

$$K_{por} = \frac{Y_{por}}{Y_D}, \quad (6.2)$$

де  $Y_{por}$  – мінімальна різниця яскравостей об'єкта і дорожнього покриття (фону), яка може бути надійно сприйнята оком.

Основним завданням підвищення безпеки руху вночі є створення таких умов видимості, при яких водій може, по-перше, легко розрізнити дорогу і її напрямок і, по-друге, своєчасно виявляти перешкоди, що з'являються в полі зору. Для цього треба підсилювати освітлення доріг. Одночасно необ-

хідно вирішувати завдання боротьби з осліпленням водіїв. Складність його вирішення полягає в тому, що воно знаходиться в протиріччі з першим завданням.

Використання традиційного підходу до формування ідеальної системи освітлення автомобіля призводить до необхідності зробити її багатофарною – фари дальнього, ближнього, середнього, бокового, протитуманного світла. Інший підхід – введення поняття адаптивних систем освітлення, які здатні прилаштовуватися до режиму руху і умов експлуатації автомобіля.

Основним критерієм при оцінюванні безпеки руху в темну пору доби є вибір швидкості руху, яка відповідає видимості, адже у правилах дорожнього руху України (п. 12.2) зазначено, що в темну пору доби і в умовах недостатньої видимості швидкість руху повинна бути такою, щоб водій мав змогу зупинити транспортний засіб в межах відстані видимості дороги. Таким чином, якщо врахувати, що водій практично отримує тільки зорову (97–99 %) і слухову (1–3 %) інформацію про навколишню обстановку, то можна зробити висновок, що безпека руху автомобіля в темну пору доби напряму пов'язана з тим, що водій бачить під час руху. А на це найбільшою мірою впливає ефективність роботи фар автомобіля. Зі спеціальної літератури відомо, що видимістю з місця водія є здатність бачити з місця водія дорожню обстановку на смузі руху транспортного засобу (ТЗ) і по обидві сторони від неї. Виникає необхідність розгляду питань освітлення переломів поздовжнього профілю дороги на кривій в плані. В зарубіжних джерелах досить багато уваги приділяється поворотним фарам як засобу вирішення цього питання. Різноманітні конструкції систем активного переднього освітлення стають доступними завдяки трьом європейським виробникам автомобілів: Audi, BMW і Mercedes-Benz. Компанія Lexus також пропонує систему поворотних фар як опцію на моделях RX, IS (починаючи зі швидкості 15–20 км/год фари повертаються на 5 градусів в правому повороті і на 15 градусів в лівому, причому повертається тільки фара тієї сторони, в яку повертає автомобіль). Автомобільна компанія Audi і корпорація Hella розробили адаптивне світло поворотних фар для використання на новій моделі Audi A8. Ця система має додаткову статично нерухому лампу, розташовану між фарами дальнього і ближнього світла в конструкції високорозрядної ксенонової фари. Додаткова лампа використовує рефлектор довільної форми і галогенну колбу, встановлену під кутом близько 15° відносно інших фар. Активна система поворотних фар Mercedes-Benz використовує бі-ксенонові проекторні електронні фари і електричний двигун для настроювання пристрою проєктора. Фари контролюються модулем, який отримує сигнали про параметри руху транспортного засобу. Адаптивна система контролю світла BMW також має бі-ксенонові проекторні фари. Проектор обертається в межах від 15° назовні до 8° всередину. Керуючий модуль системи отримує показники про швидкість транспортного засобу, кут повороту рульового колеса, бокове прискорення і дані з навігаційної системи BMW. У автомобілів Citroen поворотні бі-ксенонові фари

контролюються електронним блоком і направляються в ту сторону (вправо/вліво до 15 градусів), куди водій повертає руль. Також можливий варіант, коли ксенонові поворотні фари доповнюють протитуманні фари з функцією «Бокове світло». На автомобілях Volvo активні поворотні фари з технологією Dual Xenon збільшують освітлену частину дороги в порівнянні зі звичайними галогенними фарами на 230 відсотків. Використовуючи лампи з електроприводом, які повертаються до 15 градусів в будь-яку сторону, ця технологія підвищує освітленість дороги за поворотом на 90 відсотків (рис. 6.1).

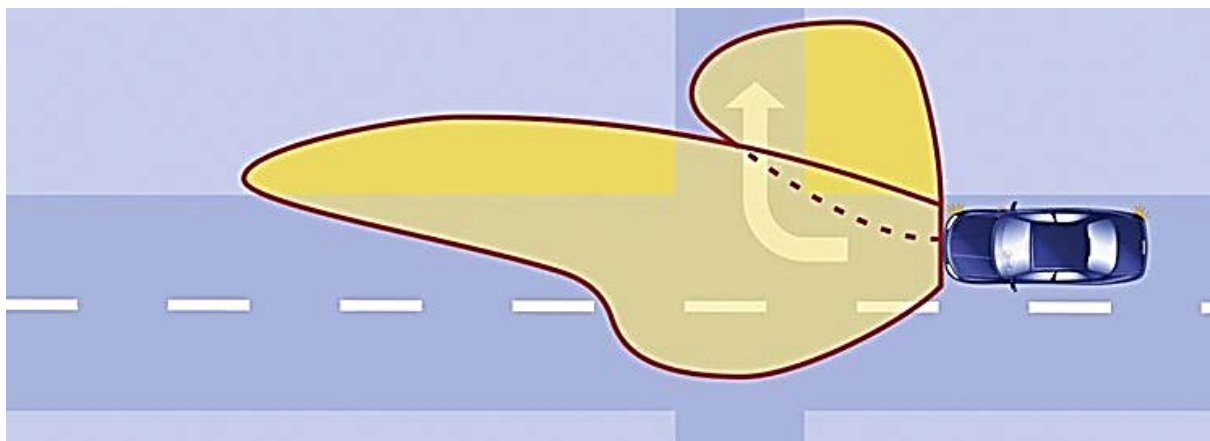


Рисунок 6.1 – Результат застосування поворотних фар

Незважаючи на численні роботи і певні успіхи у вдосконаленні приладів головного освітлення автомобілів, до цього часу проблема ефективної і незасліплювальної їх дії до кінця не вирішена. Тому на найближчу перспективу найважливішими засобами забезпечення безпеки в темний час доби є встановлення і вдосконалення стаціонарного освітлення в населених пунктах, а також на магістральних дорогах з великим обсягом руху. Так, на думку шведських фахівців глобальне поліпшення освітленості вулиць і доріг може забезпечити зниження аварійності на 10–30 %. Для запобігання або зниження ймовірності засліплення водіїв при організації дорожнього руху в наш час можуть бути застосовані такі заходи:

- взаємне видалення зустрічних потоків транспортних засобів або їх повна ізоляція (односторонній рух);
- встановлення протиосліплювальних пристроїв на смузі, що розділяє зустрічні потоки;
- контроль стану стаціонарного освітлення, в тому числі застосування прожекторів на будівельних майданчиках, залізничних станціях, розташованих поблизу доріг.

Найбільш надійним організаційним заходом попередження засліплення водіїв у містах, як вже зазначалося, є введення одностороннього руху. Збільшення ширини розділювальної смуги є найбільш ефективним заходом для запобігання ДТП, пов'язаних з осліпленням. Фахівці вважають, що для

усунення засліплення ширина смуги повинна бути 20 м для автомагістралей і 7 м для доріг у містах.

Очевидно, що влаштування широкої розділювальної смуги може бути передбачено при проектуванні нових доріг або їх реконструкції, але цього практично неможливо досягти в більшості експлуатаційних умов. При вузькій розділювальній смузі ефективно зниження засліплювальної дії фар може бути забезпечено встановленням протиосліплювальних екранів або огорож. Одночасно ці пристрої перешкоджають переходу проїзної частини пішоходами у невстановлених місцях. Основні вимоги, запропоновані до протиосліплювальних огорож, зводяться до того, що: висота огорожі повинна бути не менше 1600 мм, а нижнього краю – не більше 450 мм від поверхні дороги; огорожа не повинна пропускати світловий потік фар зустрічних автомобілів при куті дії в межах 0–20°. При більшому куті засліплювальна дія незначна. Як протиосліплювальні заходи може бути використана також посадка чагарників.

Особливу увагу необхідно приділяти запобіганню засліплення водіїв на ділянках доріг, що проходять поблизу великих будівельних майданчиків. Тут велика небезпека засліплення стаціонарними прожекторами. Тому при обстеженні доріг необхідно виявляти і вимагати зміни розташування тих прожекторів, які засліплюють водіїв.

На вулицях і дорогах без стаціонарного освітлення особливе значення для забезпечення безпеки має оптичне орієнтування водіїв. Воно допомагає водієві більш чітко сприймати межі проїзної частини і смуг руху, а також визначати напрямки дороги. До засобів оптичного орієнтування, ефективних в темний час доби, можна віднести поздовжню розмітку проїзної частини. Розмітку виконують світловідбивною фарбою або доповнюють рефлектуючими пристосуваннями, вбудованими в поверхню дороги. Світлоповертальні елементи необхідно також використовувати на вертикальних напрямних пристроях, застосування яких передбачено нормативними документами.

Найважливішою умовою чіткості та безпеки руху в темряві є забезпечення своєчасного сприйняття водіями дорожніх знаків. Розпізнавання знаків в темряві можливе лише за умови, що вони мають власне внутрішнє або зовнішнє освітлення або виконані із застосуванням світлоповертальних матеріалів. Ці положення встановлені технічними вимогами ДСТУ 3587 та ДСТУ 4100.

## **6.2 Штучне освітлення вулиць і доріг**

Головною функцією зовнішнього освітлення є забезпечення життєдіяльності міста в темний період доби, або в умовах недостатньої видимості, а також створення комфортних і безпечних умов для учасників дорожнього руху. Відомо, що якісне зовнішнє освітлення підвищує продуктивність зорового апарату і істотно впливає на зниження кількості дорожньо-



транспортних пригод. Встановлено, що загальна кількість ДТП може бути зменшена на 30 %, а на дорогах державного значення і в зонах особливої небезпеки (наприклад, на перехрестях) – на 45 %.

Основним показником якості освітлення дороги є яскравість покриття в напрямку спостерігача, вимірювана в канделах на квадратний метр (кд/м<sup>2</sup>). Яскравість покриття визначається умовами зорового сприйняття водія і залежить від горизонтальної освітленості (поверхневої густини світлового потоку) проїзної частини і відбивної здатності покриття дороги. Якщо відома відбивна характеристика покриття, то якість освітлення можна оцінити вимірюванням горизонтальної освітленості із наступним перерахунком.

В нашій країні норми освітленості міських вулиць і доріг встановлені ДБН В.2.5-28 «Природне і штучне освітлення». Відповідно до цих норм за характером вимог до освітленості всі вулиці і площі міст поділяються на три категорії (табл. 6.2):

А – швидкісні дороги, магістралі загальноміського значення тощо;

Б – магістральні вулиці районного значення, дороги вантажного руху тощо;

В – вулиці і дороги місцевого значення.

Таблиця 6.2 – Нормативні показники для міських вулиць і доріг з асфальтобетонним покриттям

Категорія вулиць	Найменування об'єкта	Найбільша інтенсивність руху в обох напрямках, од./год	Середня яскравість покриття, L, кд/м <sup>2</sup>	Середня горизонтальна освітленість покриття, лк
А	Магістральні дороги, магістральні вулиці загальноміського значення	Понад 3000	1,6	20
		Від 1000 до 3000	1,2	20
		Від 500 до 1000	0,8	15
Б	Магістральні вулиці районного значення	Понад 2000	1,0	15
		Від 1000 до 2000	0,8	15
		Від 500 до 1000	0,6	10
		Менше 500	0,4	10
В	Вулиці та дороги місцевого значення	500 і більше	0,4	8
		Менше 500	0,3	6

Середня яскравість покриття швидкісних доріг незалежно від інтенсивності руху транспорту приймається 1,6 кд/м<sup>2</sup> в межах міста і 1,0 кд/м<sup>2</sup> поза містами на основних під'їздах до аеропортів, річкових і морських портів.

Середня яскравість або середня освітленість покриття проїзної частини в межах транспортного перехрестя в двох і більше рівнях на всіх магістралях повинна бути як на основній з них, так і на з'їздах і відгалуженнях не менше 0,8 кд/м<sup>2</sup>, або 10 лк.

Рівень освітлення проїзної частини вулиць, доріг і площ з покриттям з бруківки, гранітних плит та інших матеріалів регламентується величиною середньої горизонтальної освітленості.

Рівень освітлення вулиць місцевого значення, які примикають до швидкісних доріг і магістральних вулиць, повинен бути не менше однієї третини від рівня освітлення швидкісної дороги або магістральної вулиці на відстані не менше 100 м від лінії примикання.

На пішохідних переходах в одному рівні з проїзною частиною вулиць і доріг з інтенсивністю руху більше 500 од./год слід передбачати норми освітлення не менше ніж в 1,3 раза більші в порівнянні з нормою освітлення проїзної частини. Підвищення рівня освітлення досягається за рахунок зміни кроку опор, встановлення додаткових або більш потужних світлових приладів, використання освітленого покриття на переході тощо.

При проектуванні освітлення та контролі його якості слід:

- забезпечувати нормовані показники освітлювальних установок (середню яскравість проїзної частини, рівномірність розподілу яскравості, коефіцієнт осліпленості з урахуванням відмінності умов видимості на різних геометричних елементах доріг);

- виділяти розташування небезпечних зон – перетинань і примикань, звужень доріг, зупинок МПТ, пішохідних переходів, вузьких мостів, змінюючи кольоровість джерел світла, розміщення або конструкцію опор і світильників. У місцях особливо інтенсивного руху пішоходів для кращого орієнтування водіїв необхідно збільшувати яскравість проїзної частини в 1,5–2 рази, що покращує умови зорового сприйняття;

- обмежувати дезорієнтуючу і осліплювальну дію вогнів реклами, написів, що світяться, прожекторів тощо;

- забезпечувати безперервність освітлення перед складними і небезпечними ділянками доріг і не допускати чергування освітлених і неосвітлених смуг;

- домагатися плавного зменшення яскравості проїзної частини на виїзді з освітленої ділянки дороги на неосвітлену, влаштовуючи перехідну зону, довжина якої в залежності від перепаду яскравостей змінюється від 50 до 250 м;

- уникати розміщення освітлювальних опор на тих елементах доріг і перетинів, де їх встановлення може ускладнити рух і стати причиною важких наслідків у разі раптового з'їзду автомобіля з проїзної частини.

Влаштування освітлення автомобільних доріг поза населеними пунктами на великих відстанях є складним і дорогим заходом, хоча з позицій забезпечення безпеки руху вкрай необхідним. Будівельними нормами і правилами для поліпшення зорового сприйняття водіїв в темряві рекомендується застосовувати освітлені покриття в найбільш небезпечних місцях. Стаціонарне електричне освітлення згідно з цими нормами має проектуватися обов'язково на ділянках, що проходять через населені пункти, а при можливості використання існуючих електричних розподільних мереж та-

кож на великих мостах, автобусних зупинках, перехрестях доріг I і II категорій між собою та із залізничними дорогами, на перетинах з круговим рухом. Якщо відстань між сусідніми освітленими ділянками менша 250 м, слід влаштувати безперервне освітлення.

Так званий показник осліпленості установок зовнішнього освітлення не повинен перевищувати 150. Цей показник передбачає оцінювання засліплювальної дії освітлювальних установок на водіїв у зв'язку з попаданням прямих променів світла від його джерела в очі спостерігача. Засліпленість

$$P_o = 1000(K_o - 1), \quad (6.3)$$

де  $K_o$  – коефіцієнт осліпленості.

Коефіцієнт осліпленості

$$K_o = \frac{S_{v1}}{S_{v2}}, \quad (6.4)$$

де  $S_{v1}$  і  $S_{v2}$  – дальність видимості об'єкта спостереження (наприклад, пішохода) відповідно при екрануванні та наявності джерела світла в полі зору, м.

Особливо необхідним є якісне зовнішнє освітлення на дорогах, на яких повинні забезпечуватися високі швидкості руху. У першу чергу це дороги, що з'єднують аеропорти з містами, де спостерігається цілодобовий інтенсивний рух пасажирських автомобілів. Зарубіжний досвід переконливо показує, що при цьому істотно підвищується швидкість повідомлення, і різко знижується небезпека руху.

### 6.3 Рух в умовах зими

Зимовий період є найбільш складним щодо організації дорожнього руху (organization of road motion) і всього транспортного процесу.

Великі труднощі для руху виникають в районах з інтенсивними сніговими опадами. Відкладення снігу призводить до значного зниження швидкостей руху, а на ділянках снігозанесення в період великих снігових опадів – до повного припинення руху. Накопичений в різних країнах досвід показує неможливість повного запобігання відкладенню снігу навіть за наявності потужних снігоприбиральних машин. У ряді випадків на дорогах нижчих категорій за певних кліматичних умов і інтенсивності руху доцільне збереження снігу, добиваючись його хорошого ущільнення.

Наявність снігового покриву на проїзній частині необхідно враховувати при організації дорожнього руху введенням обмеження швидкості на всій довжині дороги і, особливо, на небезпечних ділянках, де можливі занесення автомобіля. З метою правильності вибору заходів щодо попередження занесення дороги снігом проводять обстеження дороги в зимовий період і аналізують дані багаторічних спостережень за сніговими опадами, накопиченими на метеостанціях.

Існують три форми снігових опадів, що приводять до появи снігового покриву на проїзній частині дороги: снігопад без перенесення вітром снігу, який випав раніше; завірюха без випадання нового снігу; снігопад у поєднанні з вітром, що переміщає сніг, який випав раніше. При другій і третій формах на дорогах утворюються снігові заноси. Їх виникнення залежить від таких чинників: швидкості і напрямку вітру; кількості приношеного вітром снігу; рельєфу навколишньої місцевості; наявності снігозатримувальних перешкод.

З метою недопущення занесення дороги снігом необхідна розробка комплексу заходів двох видів: направлених на попередження заносів і оперативних робіт для снігоочищення.

Найбільш дієвим є правильне проектування траси дороги відносно пануючого зимою напрямку вітру. При неможливості зменшення кута між віссю дороги і напрямком вітру дорогу проектують в насипі. Піднесення брівки насипу над поверхнею землі, м, повинно бути не менше

$$H = H_{sn.p} + \Delta H, \quad (6.5)$$

де  $H_{sn.p}$  – найбільша висота снігового покриву в районі прокладання дороги, м;

$\Delta H$  – перевищення насипу над сніговим покривом, необхідне для підвищення швидкості вітру до значення, при якому не відбувається відкладення снігу, м.

Для снігозатримання використовують комплекс огорож. У деяких районах з постійним напрямом зимових вітрів влаштовують снігозахисні огорожі, кам'яні і бетонні стіни, а в гірських районах – снігозахисні галереї.

Найнадійніше захищають дорогу від снігу лісонасадження. Тип дерев і чагарників, з яких складають снігозахисні смуги, вибирається за такими ознаками: умови зростання в даній місцевості; темпи зростання; снігозахисні властивості (тіснота розташування гілок і густина крони).

Важливою роботою, що виконується дорожньо-експлуатаційними службами, є очищення дороги від снігу, що забезпечує безперебійний, безпечний і зручний рух транспортних засобів (transport vehicle) із заданими швидкостями і навантаженнями.

Існують такі способи снігоочищення: патрульна; посилена; прибирання зосереджених мас снігу; авральна.

Основним снігоочищувальним заходом є патрульний спосіб очищення дороги, який полягає в очищенні дороги шляхом регулярних проїздів (патрулювання) снігоочищувальних машин протягом всього часу продовження завірюхи або інтенсивного снігопаду. Чергування бригад, що працюють на патрульному очищенні з метою оперативного виконання роботи, організовується цілодобово.

Потреба в кількості снігоприбиральних машин залежить від об'єму робіт із прибирання снігу, терміну їх виконання і продуктивності машин:

$$n = \frac{Q_{np}}{P_e T_{od}}, \quad (6.6)$$

де  $Q_{np}$  – об'єм снігу, що треба прибрати за один цикл снігоочищення на даній ділянці дороги, м<sup>3</sup>;

$P_e$  – експлуатаційна продуктивність однієї снігоприбиральної машини, м<sup>3</sup>/м;

$T_{od}$  – час, протягом якого необхідно виконати очищення дороги від снігу, год.

У формулі (6.6) величина  $T_{od}$  залежить від адміністративного значення дороги: для доріг загальнодержавного значення і під'їздів до лікарень  $T_{od} = 2...4$  год; для доріг місцевого значення  $T_{od} = 6...8$  год; для решти доріг  $T_{od} = 4...6$  год.

Для хорошої видимості снігоприбиральних машин на дорозі їх забарвлюють в яскраво-оранжевий колір. Під час роботи включають сигнальні маяки.

Якщо на заміських автомобільних дорогах при правильній організації очищення можна уникнути утворення снігових валів, то на міських магістралях через наявність наближеної забудови і зелених насаджень очищення проїзної частини, як правило, супроводжується утворенням снігового валу. При цьому, по-перше, скорочується ефективна ширина проїзної частини, а отже, швидкість руху і пропускна здатність дороги, по-друге, погіршується видимість для водіїв і пішоходів. Вивезення снігу не завжди вдається швидко організувати, тому при його складуванні треба забезпечити умови видимості в зоні перехресть, пішохідних переходів, зупинок МПТ.

При очищенні доріг від снігу необхідно звертати особливу увагу на стан тротуарів і пішохідних доріжок. Вкрай небезпечно, коли одночасно з проїзною частиною не очищають тротуари і пішохідні переходи. У цьому випадку пішоходи змушені йти по проїзній частині або переходити вулиці поза переходом.

В наш час діє ДСТУ 3587 «Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану», який стосовно вимог до зимового утримання доріг і вулиць підтверджує наведені рекомендації.

Практика показує, що основним напрямом підтримки безпеки на дорогах, крім очищення їх від снігу, залишається спеціальна діяльність дорожньо-експлуатаційних служб з ліквідації зимової слизькості доріг. Набули поширення такі способи боротьби з обмерзанням проїзної частини доріг: застосування фрикційних матеріалів (піску, шлаку) або хімічних засобів (хлористих солей натрію, кальцію і магнію), розчинів для поливу дороги; спільне застосування фрикційних матеріалів і хімічних засобів; обігрів по-

криття. Для необхідного підвищення коефіцієнта зчеплення потрібна велика кількість фрикційних матеріалів, що значно збільшує трудомісткість утримання доріг.

#### **6.4 Рух в гірській місцевості**

Дороги, прокладені в гірській місцевості, потребують ретельно розроблених заходів організації руху, оскільки вони характеризуються низькими швидкостями сполучення і високою потенційною небезпекою ДТП з тяжкими наслідками. Нормами проектування на таких дорогах передбачені швидкості майже в 2 рази нижчі, ніж основні розрахункові швидкості на дорогах в рівнинній місцевості.

Дороги в гірській місцевості досить істотно відрізняються одна від одної щодо умов дорожнього руху. Важкість будівництва в гірських районах змушує створювати дороги з мінімальними значеннями геометричних елементів і перш за все ширини проїзної частини та радіусів кривих в плані. У поєднанні з великими поздовжніми ухілами це обумовлює скорочення дальності видимості. При мінусових температурах часті обмерзання істотно знижують коефіцієнт зчеплення шин з дорогою. Таким чином, за всіма трьома найважливішими умовами безпеки руху – відповідності розмірів дороги габаритним розмірам транспортних засобів, достатньої дальності видимості та забезпечення надійності гальмування – дороги в гірській місцевості мають значно нижчі показники, ніж дороги в рівнинній місцевості.

Однак не тільки дорога, а й усі елементи системи ВАДС в горах характеризуються меншою надійністю. Так, у автомобілів падає потужність двигунів при розрідженому повітрі, а на затяжних спусках виникає перегрів гальм, що відповідно знижує тягу і ефективність гальмування. Психологічний стан водіїв може погіршуватися під впливом розрідженої атмосфери, через зміну атмосферного тиску при підйомі та спуску і підвищене емоційне напруження. Навіть на досить упорядкованих гірських дорогах при сухій погоді швидкість сполучення знижується в порівнянні з рівнинними ділянками аналогічних доріг до 50 %. Істотний вплив на швидкість руху по гірських дорогах мають: кваліфікація водія, його знайомство з конкретним маршрутом, а також якість інформування (дорожньої обстановки), що допомагає водієві орієнтуватися.

Найбільш важливими напрямками ОДР на гірських дорогах є поліпшення зорового орієнтування водіїв, оптимізація швидкісних режимів, скорочення числа та ступеня небезпеки конфліктних точок, максимальне використання інформації. Поліпшення зорового орієнтування особливо важливе для темного часу доби в зв'язку з тим, що на криволінійних ділянках доріг фари автомобілів не забезпечують достатнього освітлення того боку дороги, в яку направлений поворот. Способи зорового орієнтування по суті залишаються тими ж і для гірських доріг. Тут необхідні нанесення осьової та крайової ліній розмітки на проїзній частині (бажано світлопове-

ртальної), установлення напрямних стовпчиків і дорожніх знаків із світлоповертальною поверхнею, застосування вертикальної розмітки, що виділяється на навколишньому фоні, бар'єрів, поручнів мостів, парапетів тощо. Розмітка проїзної частини не тільки сприяє зоровому орієнтуванню, але і регламентує положення автомобіля в плані і режим обгону, що дуже важливо на гірській дорозі. Для безпеки руху слід на кривих радіусом менше 600 м наносити суцільну осьову лінію. Це попереджає характерне для гірських доріг зіткнення зустрічних автомобілів. Нанесення суцільної осьової, однак допустимо лише тоді, якщо обидві смуги будуть достатніми по ширині. При цьому слід мати на увазі необхідність розширення проїзної частини на криволінійній ділянці дороги внаслідок збільшення габаритного коридора автомобіля. Для забезпечення правильного положення автомобілів при вході на криві і попередження виїзду водіїв на ліву сторону на повороті суцільна осьова повинна починатися за 50–200 м до початку кривої.

Першочерговим заходом підвищення безпеки на гірських дорогах слід вважати використання принципу оптимізації швидкісного режиму. На гірських дорогах необхідно унормувати швидкісні режими. Це досягається, по-перше, нормуванням швидкості на всіх небезпечних ділянках дороги шляхом установлення відповідних дорожніх знаків, по-друге, розробкою обґрунтованого швидкісного режиму, на базі якого складають графік руху автобусів, маршрутних таксі, вантажних автомобілів, які здійснюють регулярні перевезення.

Для скорочення числа конфліктних ситуацій і ДТП необхідно по можливості усувати зупинки транспортних засобів на проїзній частині дороги. Тому такі заходи, як влаштування на зупинках автобусів і тролейбусів заїзних кишень, майданчиків для стоянки за межами доріг або розширень проїзної частини у місцях відпочинку, а також розширень в місцях примикання доріг, є найбільш необхідними умовами забезпечення безпеки. Такі заходи необхідно здійснювати в процесі експлуатації дороги, якщо вони не були передбачені при її будівництві. Перераховані заходи не можуть усунути раптової відмови і зупинки окремих автомобілів в межах проїзної частини. Тому розробка заходів для евакуації несправних транспортних засобів повинна розглядатися в числі першочергових завдань оперативної ОДР, що дозволяють попередити небезпечні конфліктні ситуації на дорозі, особливо в темний час доби.

Мірою забезпечення пасивної безпеки на гірських дорогах є встановлення бар'єрних огорожень або міцних кам'яних парапетів з боку обриву. Поряд з функцією запобігання з'їзду з дороги це сприяє підвищенню впевненості в діях водіїв і відповідно швидкості сполучення.

На гірських дорогах у зв'язку зі скороченням дальності видимості на кривих у плані та профілі вкрай необхідне влаштування тротуарів з високим бортом, особливо поблизу курортних і туристських об'єктів, якщо немає можливості побудувати самостійні пішохідні доріжки, віддалені від проїзної частини.

## 6.5 Залізничні переїзди

Залізничний переїзд – місце однорівневого перетину залізничних колій та автомобільної дороги або велосипедної чи пішохідної доріжки.

Залізничний переїзд – об'єкт підвищеної небезпеки, тому для попередження нещасних випадків переїзди обладнуються світлофорами, шлагбаумами і звуковими сигналами, а також пристроями для огороження переїзду – металевими плитами, які піднімаються, загороджуючи проїзд (за винятком переїздів на малоактивних ділянках залізниць, які позначаються тільки дорожнім знаком).

В Україні залізничні переїзди в залежності від інтенсивності руху поїздів та транспортних засобів за вимогами до експлуатаційного стану поділяються на чотири категорії (ДСТУ 3587).

Залізничні переїзди обладнуються в місцях з хорошою видимістю. Кут перетину автомобільної дороги і залізничних шляхів повинен становити не менше 60°.

У деяких країнах перетин автодороги з виділеною трамвайною лінією обладнується точно так само, як і залізничний переїзд.

Залізничні переїзди повинні бути облаштовані дорожніми знаками згідно з вимогами ДСТУ 4100 та пристроями автоматики згідно з Інструкцією з улаштування та експлуатації залізничних переїздів, затвердженою наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 26.01.2007 № 54, зареєстрованою в Міністерстві юстиції України 22.02.2007 № 162/13429.

Залізничні переїзди можуть облаштовуватися додатковими технічними засобами, які підвищують рівень безпеки дорожнього руху або унеможливають виїзд транспортних засобів на переїзд у разі спрацьовування переїздної сигналізації.

На залізничних переїздах із зовнішнього боку колії переїзний настил (окрім гумово-кордового покриття) повинен розташовуватись на одному рівні з верхом головки рейки, у середині колії він повинен бути не вище ніж 3 см від головки рейки. Настили з гумово-кордового покриття повинні бути на одному рівні з головками рейок.

Відновлення пошкоджених і зруйнованих шлагбаумів здійснюється протягом трьох діб. Відновлення несправних або пошкоджених пристроїв переїздної автоматики на залізничних переїздах з черговим працівником здійснюється впродовж чотирьох годин, а пошкоджена (після ДТП) сигналізація повинна бути відновлена протягом однієї доби. У разі недотримання зазначених вимог залізничний переїзд повинен бути взятий під тимчасову охорону.

На залізничних переїздах без чергового працівника у разі відсутності капітальних будівель на відстані 50 м від ближньої рейки водіям транспортних засобів повинна бути забезпечена видимість поїзда, що наближається з будь-якого боку, на відстані не менше ніж 400 м.



## 6.6 Організація руху в місцях ремонту доріг

Ремонтні роботи на проїзній частині вулиць, доріг і на тротуарах можуть викликати серйозні порушення руху і ДТП. Бажано, щоб на час ремонту дорога повністю закривалася для руху, інакше виникає підвищена небезпека для руху транспортних засобів. Це пов'язано з тим, що скорочується ефективна ширина проїзної частини, а отже, пропускна здатність дороги. Додаткову небезпеку при цьому створюють також розриття, складування будівельних матеріалів, стоянка дорожніх машин і механізмів у межах дороги.

Навіть при короткочасних ремонтних або будівельних роботах на дорозі необхідні заходи щодо забезпечення нормальних умов дорожнього руху. Якщо ремонтні роботи проводять на вулицях і дорогах з інтенсивним рухом, потрібно передбачити спеціальні заходи з організації дорожнього руху. Для цього необхідно:

- перевірити пікову інтенсивність руху і можливість пропуску існуючих транспортних потоків розрахунком на підставі даних про залишкову ширину проїзної частини;
- намітити можливі об'їзні маршрути при явній недостатності пропускної здатності проїзної частини, що залишається, або необхідності повного закриття дороги;
- перевірити умови руху пішоходів у місці проведення робіт і при необхідності передбачити влаштування тимчасових тротуарів або пішохідних доріжок;
- розробити систему оповіщення та інформування за допомогою знаків і табло учасників руху по об'їзному маршруту та шляхи для руху пішоходів;
- розробити методику ручної сигналізації або передбачити автоматичне регулювання тимчасовими світлофорами при необхідності пропуску зустрічних потоків по одній смузі руху;
- перевірити наявність засобів позначення закритих для руху смуг, місць складування матеріалів, небезпечних для руху ділянок;
- на об'їзних ділянках забезпечити заходи, щоб зниження швидкості не знижувало істотно пропускну здатність об'їзду.

Особливо важливо на достатньому віддаленні попередити водіїв про закриття всієї дороги або її частини на ділянках із високими швидкостями руху. Для цього можуть бути використані гумові або пластмасові конуси з червоно-білими смугами (рис. 6.2). При введенні об'їзного маршруту найважливіше значення набуває попереднє інформування водіїв, яке дозволяє уникнути зайвих маневрів і небезпечних порушень Правил дорожнього руху.

До початку проведення робіт визначену ділянку або місце виконання робіт слід облаштувати тимчасовими технічними засобами згідно з тимчасовою схемою ОДР. Постійні дорожні знаки, дія яких розповсюджується на ділянку проведення робіт і суперечить прийнятій схемі ОДР, повинні бути зняті або заохлені на період виконання робіт.

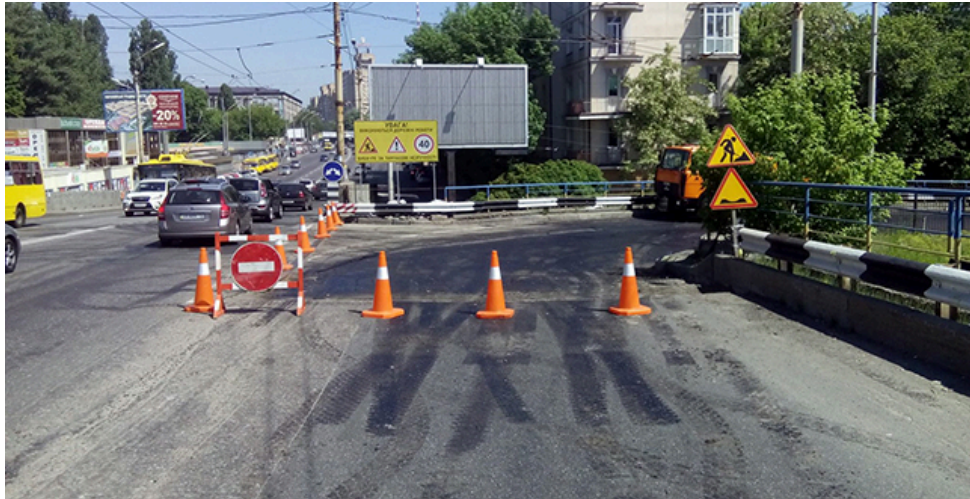


Рисунок 6.2 – Використання переносних засобів на підході до закритої для руху ділянки

Перед ділянкою на період виконання робіт допускається встановлювати транспаранти, які інформують про місце і характер робіт. Транспаранти слід розміщувати за межами узбіччя дороги разом з першим тимчасовим знаком 1.37 згідно з ДСТУ 4100.

Тимчасові типові схеми ОДР (далі – типові схеми), що наведені у СОУ 45.2-00018112-006:2006 «Безпека дорожнього руху. Порядок огородження та організація дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт з будівництва, реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг», застосовують відповідно до виду і технології виконання робіт з урахуванням умов дорожнього руху на певній ділянці дороги.

Якщо умови виконання робіт чи умови руху не відповідають жодній з наведених типових схем, розробляється тимчасова індивідуальна схема облаштування ділянки проведення робіт засобами ОДР з частковим використанням рішень типових схем та урахуванням руху технологічного транспорту (при його наявності), вимог ДСТУ 2587, ДСТУ 4092, ДСТУ 4100, ДСТУ Б В.2.3-10, ГСТУ 218-03449261-095.

## 6.7 Організація руху при заторах транспортного потоку

В умовах невідповідності розвитку ВДМ і чисельності парку транспортних засобів ускладнюються умови руху, виникають затори на міських і позаміських магістралях. Вперше із заторами на дорогах зіткнулися західні країни, які набагато випереджають нас за рівнем розвитку автомобілізації.

Поняття про стан затору в загальних рисах було описано в розділі 2 і продемонстровано основною діаграмою транспортного потоку (див. рис. 2.4). Зазвичай під затором розуміють нерухомий стан транспортного потоку внаслідок його граничного ущільнення через те, що інтенсивність

транспортного потоку, який прибуває, значно перевищує фактичну пропускну здатність цієї ділянки ВДМ (перехрестя, перегону тощо). При цьому коефіцієнт завантаження  $Z$  даного елемента ВДМ стає більше одиниці.

Стани затору вельми різні як за своїми причинами і супутніми факторами, так і за масштабами і тривалістю. Офіційної класифікації заторів не існує, однак багато авторів пропонують свої судження з цього питання. На основі узагальнення можна запропонувати таку просту класифікацію заторів: випадкові і регулярні («пульсуючі»).

Випадкові затори можуть виникати в будь-яких досить несподіваних точках ВДМ і бути викликані великими ДТП, наслідки яких потребують до 3–4 годин робіт для відновлення руху. В цей час пропускна здатність проїзної частини може зменшитись на 50–100 %. Така ж ситуація виникає в результаті аварій комунікацій, розташованих під проїзною частиною (вода та газопроводу, електропостачання), які потребують негайних дій відповідних аварійних служб із закриттям (повним або частковим) проїзної частини дороги.

Регулярні затори виникають, як правило, в одних і тих же місцях і найчастіше на перехрестях зі світлофорним регулюванням, які не здатні пропустити необхідну кількість автомобілів, або в місцях, де тривалий час ведуться ремонтно-відновлювальні роботи із закриттям частини дороги. Часто вони є не повним затором (нерухомим скупченням автомобілів), а «пульсуючим» потоком, що просувається під час зеленого сигналу світлофора. В Японії, наприклад, пульсуючий затор характеризується цифрою (від 1 до 5), що відповідає числу зелених фаз світлофорів даного напрямку, які доводиться пропустити, перш ніж перетнути перехрестя.

Можна передбачити регулярні затори і розробити для їх ослаблення і ліквідації відповідні заходи, однак рамки можливих заходів в кінцевому рахунку навіть при наявності АСКР обмежені ступенем розвитку ВДМ (числом смуг руху) і в багатьох випадках не можуть дати відчутного результату без кардинальних заходів щодо розвитку пропускної здатності тієї чи іншої магістралі.

Затори, як і всяка затримка руху, призводять до економічних втрат (втрат часу пасажирями, власниками легкових автомобілів, зниження ефективності вантажних перевезень і збільшення витрати палива). Затори, як уже підкреслювалося вище, викликають зростання ДТП (в першу чергу попутних зіткнень). Найголовнішим негативним наслідком заторів, особливо в містах, є різко негативний їх вплив на екологічний стан навколишнього середовища.

Ліквідувати або скоротити тривалість випадкових заторів, які виникають при ДТП, реально можна тільки оперативними та грамотними діями патрульної служби.

Основним завданням працівників служб організації дорожнього руху щодо заторів є розробка профілактичних і оперативних заходів проти регу-

лярних заторів. Необхідно перш за все домогтися збільшення пропускну́ї здатності перегонів і перехресть довгостроковими і оперативними заходами.

Довгострокові заходи повинні розроблятися спеціалізованими проектними організаціями, для яких формулюється технічне завдання. Це можуть бути заходи щодо розширення проїзної частини магістралей протягом всієї вулиці або в зоні підходів до перехресть, влаштування підземних переходів і ліквідація наземних, реконструкція сусідніх вулиць для переведення туди частини потоку, нарешті, влаштування транспортних розв'язок в різних рівнях. Найважливішою мірою є впровадження АСКР, здатних керувати рухом у реальному масштабі часу.

На жаль, перераховані рішення втілюються в життя протягом багатьох років і тому поряд з роботою над їх реалізацією необхідна повсякденна робота із короткострокових заходів. Це обов'язкова поздовжня розмітка рядів руху, каналізування руху в зоні перехресть, оптимізація швидкісного режиму, заборона навколотротуарних зупинок (стоянок) на проїзній частині, влаштування заїзних кишень на зупинних пунктах маршрутних автобусів і тролейбусів, введення одностороннього руху, оптимізація циклів світлофорного регулювання, обмеження в'їзду (наприклад, введенням перепусток) в перевантажені транспортним потоком зони міст частині транспортних засобів, видалення з цих зон тих об'єктів тяжіння, наявність яких зовсім не обов'язкова (наприклад, великих складів, магазинів оптової торгівлі тощо).

### **Питання для самоперевірки**

1. Фактори, що ускладнюють рух в темну пору доби.
2. Основні завдання підвищення безпеки руху вночі та способи їх реалізації.
3. Функції освітлення доріг і вулиць в темний період доби.
4. Особливості забезпечення транспортного процесу в зимовий період.
5. Напрямки ОДР на гірських дорогах.
6. Організація руху на залізничних переїздах.
7. Заходи щодо забезпечення нормальних умов дорожнього руху в місцях виконання ремонтних робіт.
8. Причини виникнення заторів та способи їх ліквідації.

## 7 ВИБІР ЗАХОДІВ, СПРЯМОВАНИХ НА ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

### 7.1 Принципи вибору засобів і методів організації дорожнього руху

Застосування будь-якого засобу регулювання забезпечує зниження аварійності за умови вибирання цього засобу з урахуванням особливостей сприйняття його водієм і урахуванням його впливу на режим руху. В одних і тих же дорожніх умовах із зміною інтенсивності руху різко змінюються умови роботи водіїв, режими руху всього транспортного потоку, рівні зручності руху. Все це приводить до зміни вимог до засобів регулювання і вибору їх типів. Для кожного з чотирьох рівнів зручності руху характерні свої види дорожньо-транспортних пригод (табл. 7.1).

Таблиця 7.1 – Вплив рівня зручності на причини ДТП та вибір засобів регулювання дорожнього руху

Рівень зручності руху	Коефіцієнт завантаження дороги рухом $Z$	Умови руху	Основна причина дорожньо-транспортної події	Засоби регулювання	Розташування знаків і покажчиків
А	0,2	Вільні	Перевищення швидкості руху, втрата управління, неуважність водія	Розмітка проїзної частини; застережливі знаки; напрямні пристрої	Збоку від дороги
Б	0,2...0,5	Поява малих і великих груп автомобілів	Неправильний обгін	Знаки і розмітка, що обмежують маневри і застерігають про зміни дорожніх умов; світлові покажчики швидкості руху; багатопозиційні знаки	Збоку від дороги з дублюванням на протилежній стороні дороги
В	0,5...0,75	Обгони утруднені	Недооцінювання водіями швидкості автомобіля, що йде попереду, і відстані до нього	Розмітка проїзної частини, що дублюється знаками; острівці; світлофори; багатопозиційні знаки	Збоку від дороги з дублюванням на зустрічній смузі дороги; біля великих перетинів над проїзною частиною
Г	0,7...1	Суцільний транспортний потік	Недотримання безпечної дистанції руху	Знаки, що рекомендують дистанцію руху; автоматичні системи регулювання; відеокамери; знаки, які дублюють розмітку	Над проїзною частиною з установленням перед ними дублюючих освітлених покажчиків і знаків збоку від дороги

При рівні зручності руху А основними причинами ДТП є перевищення швидкості, втрата управління, неуважність водіїв. Рух здійснюється у вільних умовах з високими швидкостями.

Все це указує на необхідність широкого застосування засобів регулювання, які попереджають водіїв про дорожні умови, що змінюються. Такими засобами є: розмітка проїзної частини (в першу чергу осі дороги і кромки проїзної частини на небезпечних ділянках), попереджувальні дорожні знаки про безпечні швидкості руху, напрямні стовпчики.

При цьому рівні зручності видимість засобів регулювання не обмежується наявністю інших автомобілів на проїзній частині. Тому знаки можуть розташовуватися збоку від дороги. В окремих випадках ефективним може бути обмеження швидкості руху.

При рівні зручності руху Б основною причиною ДТП є неправильний обгін. У цих умовах найбільш ефективними заходами є обмеження обгонів і організація їх проведення розміткою, вдосконалення способів інформації про це водіїв, регулювання маневрів автомобілів, швидкостей руху всього потоку і окремих груп автомобілів.

Як засоби регулювання застосовуються дорожні знаки, що обмежують обгони різних груп автомобілів; подвійна осьова розмітка проїзної частини, що дозволяє регулювати обгони; попереджувальні покажчики, що світяться; дзеркала. Про початок заборонної розмітки водіїв попереджають напрямними стрілками.

Всі покажчики і знаки при такому завантаженні дублюються на протилежній стороні дороги, оскільки у значній кількості водіїв, які виїжджають на обгін, відсутня можливість бачити знаки, що стоять збоку від дороги, через наявності інших автомобілів.

При рівні зручності руху В основною причиною ДТП є недооцінювання водіями швидкості руху автомобіля, що йде попереду, і в окремих випадках неправильно вибраного інтервалу руху.

При цьому рівні зручності руху необхідно застосовувати знаки, що рекомендують вибір інтервалу руху, і світлові табло, які вказують безпечні швидкості руху. Необхідне також на окремих ділянках дублювання розмітки проїзної частини дорожніми знаками через її погану видимість при русі в щільному транспортному потоці.

При рівні зручності руху Г рух транспортного потоку відбувається у вигляді безперервної колони із заторами, які часто виникають. У цих умовах основним засобом запобігання ДТП є дотримання водіями безпечного інтервалу між автомобілями.

Як засоби регулювання, що дозволяють здійснення оперативного впливу на рух транспортного потоку, застосовуються автоматичні системи регулювання, світлові табло із змінною інформацією, повне каналізування руху на перетинах в одному рівні, телебачення. Необхідне дублювання розмітки проїзної частини знаками і установлення знаків над проїзною частиною.

При розробленні заходів щодо організації дорожнього руху не слід орієнтуватися на використання якого-небудь одного засобу регулювання при будь-якому завантаженні дороги рухом. Необхідний гнучкий облік зміни стану транспортного потоку. Найбільш ефективними слід вважати засоби регулювання, що дозволяють встановлювати змінні оптимальні режими руху транспортних засобів залежно від завантаження дороги.

Практика доводить помилковість думки про відсутність необхідності в розмітці проїзної частини і установленні окремих дорожніх знаків при малій інтенсивності руху. Наявність цих засобів регулювання у всіх випадках повинна передбачатися в проекті дороги. Без нанесення розмітки проїзної частини і встановлення дорожніх знаків дорога не повинна прийматися в експлуатацію.

Таким чином, для вибирання засобів регулювання руху з урахуванням особливостей їх застосування на дорогах із різними рівнями зручності може бути рекомендовано:

- побудова лінійного графіка пропускнуої спроможності;
- побудова лінійного графіка коефіцієнта завантаження дороги рухом;
- виділення характерних рівнів зручності руху окремих ділянок дороги;
- побудова лінійних графіків коефіцієнтів аварійності і безпеки;
- вибирання засобів організації дорожнього руху з урахуванням рекомендацій табл. 7.1.

Для уточнення виду засобів регулювання на окремих небезпечних ділянках разом з лінійним графіком коефіцієнта завантаження дороги рухом повинен використовуватися графік коефіцієнтів безпеки, побудований з урахуванням графіка вільних швидкостей руху на даній дорозі. Застосування описаних вище лінійних графіків дозволяє більш обґрунтовано вибирати засоби організації дорожнього руху залежно від умов руху.

Із зростанням інтенсивності руху дорожня служба спільно з органами МВС України повинна своєчасно встановлювати додаткові засоби регулювання або замінювати старі ефективнішими відповідно до вказаних рекомендацій. Цей процес повинен розглядатися як обов'язковий.

Всі додаткові витрати на установлення нових засобів регулювання швидко окупаються завдяки зниженню аварійності і поліпшенню умов руху.

## **7.2 Вибіркове та поетапне покращення умов руху**

Нерівномірність завантаження рухом окремих ділянок доріг часто викликається місцевими зниженнями пропускнуої здатності, пов'язаними з невідповідністю елементів дороги вимогам руху. Розглянуті раніше методи організації дорожнього руху виявляються в цьому випадку недостатньо ефективними. Потрібне проведення вибіркової реконструкції дороги для

усунення ділянок, що різко погіршують її транспортно-експлуатаційні якості. Критерієм вибору таких місць можуть служити крива зміни швидкостей руху впродовж дороги або побудований на підставі розрахунків лінійний графік пропускну здатності.

Вибіркова реконструкція дороги повинна бути направлена на усунення найбільш небезпечних місць концентрації ДТП за даними МВС України і дорожньої служби, а також місць заторів і сильних утруднень руху, в яких пропускна спроможність дороги виявляється недостатньою, на вирівнювання епюр швидкостей руху для забезпечення значень коефіцієнтів безпеки не менше 0,7...0,8 (в крайньому випадку, 0,6).

Для підвищення пропускну здатності окремих ділянок в цілях вирівнювання її на всій довжині автомобільної дороги рекомендуються заходи, що призначаються залежно від коефіцієнта завантаження дороги:

- при  $Z = 0,2$  – влаштування зрізів видимості; влаштування віражів на кривих, розширення проїзної частини на кривих;
- $Z = 0,2...0,5$  – розширення вузьких мостів; зміцнення узбіч і видалення предметів, що оглядово звужують дорогу; влаштування зрізів видимості і збільшення радіусів кривих в плані і профілі; влаштування перехідно-швидкісних смуг на перетинах в одному рівні;
- $Z = 0,5...0,8$  – додатково до перерахованих вище заходів влаштування каналізованих перетинів і додаткових смуг руху на підйомах;
- $Z = 0,8...1$  – перетрасування ділянки з поліпшенням траси і збільшенням радіусів кривих; на решті ділянок – перераховані раніше заходи.

При виправленні окремих важких ділянок доріг і поліпшенні умов руху по них можна керуватися рекомендаціями з організації дорожнього руху, вказаними в табл. 7.2.

Таблиця 7.2 – Заходи щодо організації дорожнього руху на важких ділянках доріг

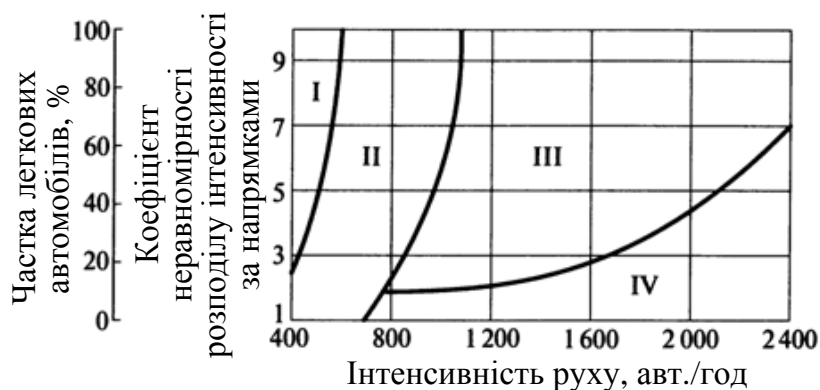
Коефіцієнт завантаження	Заходи щодо організації дорожнього руху			
	на підйомах	на кривих в плані	при обмеженій видимості в подовжньому профілі	поблизу автобусної зупинки
1	2	3	4	5
0,2	Осьова розмітка, встановлення огорож	Розмітка проїзної частини	Осьова розмітка з розширенням кожної смуги руху на 1 м	Проста «кишеня» без влаштування входу (виходу) транспорту із смуг руху
0,2...0,5	Влаштування розширень у верхній і нижній частинах підйому із зміцненням узбіч	Розширення проїзної частини з розміткою, забезпечення фактичної видимості 600...700 м	Влаштування острівця в межах вертикальної кривої і зміцнення узбіч	Влаштування входу (виходу) транспорту із смуг руху



Продовження таблиці 7.2

1	2	3	4	5
0,5...0,8	Влаштування додаткової смуги руху в межах опуклої вертикальної кривої	Влаштування розділювального островця по осі проїзної частини	Те ж саме	Влаштування розділювального островця
0,8...1	Влаштування додаткової смуги руху впродовж всього підйому	Збільшення радіуса кривої	Збільшення радіуса опуклої вертикальної кривої	Установлення огорож для пішоходів, збільшення довжини входу (виходу) транспорту із смуг руху з урахуванням вбудовування в транспортний потік

Для вибору поетапних заходів щодо поліпшення умов руху рекомендується застосування спеціальної номограми, показаної на рис. 7.1.



- I – організація двосмугового руху; II – організація трисмугового руху;
- III – організація реверсивного руху;
- IV – реконструкція трисмугової дороги в чотирисмугову

Рисунок 7.1 – Номограма поетапного вибору заходів щодо організації руху

В табл. 7.3 і на рис. 7.2 показаний приклад поетапного поліпшення умов руху на кільцевому перетині.

Таблиця 7.3 – Заходи щодо поетапного поліпшення умов руху на кільцевому перетині

Інтенсивність руху на в'їзді в години пік, авт./год	Основна схема планування	Коефіцієнт завантаження рухом на виїзді	Заходи щодо підвищення пропускної здатності в'їзду на кільцевий перетин
1	2	3	4
До 350	Рис. 7.2, а	Менше 0,2	Розмітка проїзної частини на в'їзді
		0,2...0,65	Те ж саме
		Більше 0,65	Схема в'їзду на рис. 7.2, б, в

Продовження таблиці 7.3

1	2	3	4
350-500	Рис. 7.2, б, в	0,2	Розмітка проїзної частини на в'їзді
		0,2...0,65	Розмітка проїзної частини на в'їзді; установлення знака «Напрямок руху по смугах» на Г-подібній рамі над в'їздом. При $\alpha > 0,4$ схема в'їзду за схемою рис. 7.2, б
		Більше 0,65	Схема в'їзду за рис. 7.2, г, д
500-700	Рис. 7.2, г, д	Менше 0,2	Розмітка проїзної частини на в'їзді
		0,2...0,65	Розмітка на в'їзді; установлення знака «Напрямок руху по смугах» на Г-подібній рамі над в'їздом. При $\alpha > 0,3$ схема в'їзду за схемою рис. 7.2, г, д
		Більше 0,65	Влаштування перетину в різних рівнях
Більше 700	Те ж саме	Більше 0,65	Те ж саме

Примітка.  $\alpha = N_{pr} / N_v$ , де  $N_{pr}$  – інтенсивність руху в прямому напрямі;  $N_v$  – інтенсивність руху на в'їзді на кільцевий перетин.

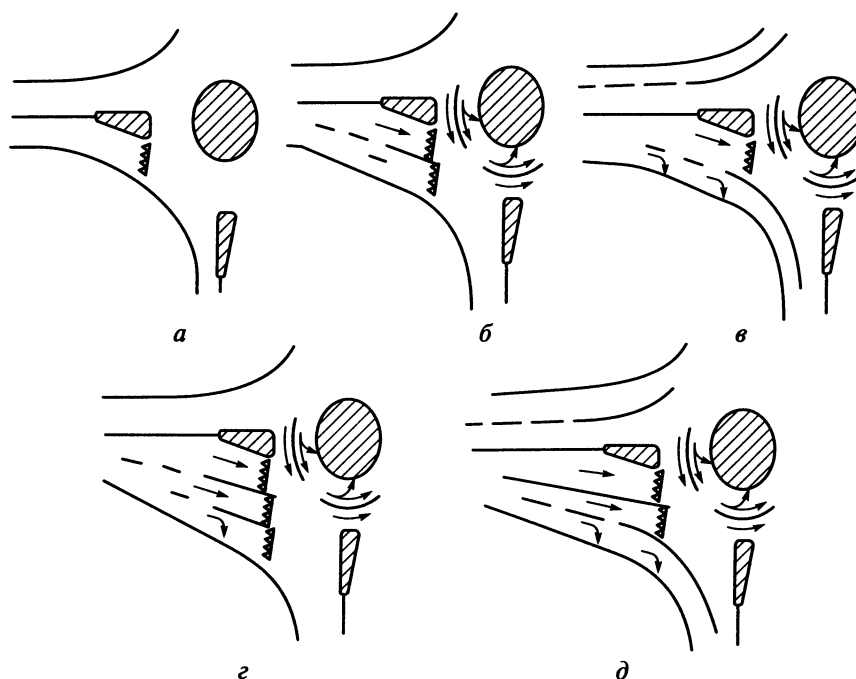


Рисунок 7.2 – Схеми поетапного (а–д) вдосконалення планування в'їзду на кільцевий перетин

Проведення вказаних вибіркових заходів дозволяє істотно поліпшити умови руху без великих капітальних витрат.

### 7.3 Облік дотримання вимог охорони навколишнього середовища

Роботи із охорони навколишнього середовища (natural surroundings) містять систему організаційних і технічних заходів, направлених на збереження як органічної природи – рослинного і тваринного світу, так і неорганічної – ґрунтового покриву, атмосфери, гідросфери, літосфери. Ігнорування вимог охорони навколишнього середовища при будівництві або експлуатації автомобільних доріг може призвести до порушення екологічної рівноваги, появи ерозії ґрунтів, порушення ландшафту місцевості, заболочування придорожньої території.

При обстеженні існуючих автомобільних доріг організовують спеціальні бригади, які оцінюють дотримання вимог охорони навколишнього середовища. Основними завданнями цих бригад є оцінювання рівня транспортного шуму і відповідності його нормативному рівню шуму на конкретній ділянці дороги; оцінювання ступеня загазованості і задимленості; контроль за проведенням робіт із боротьби з ерозією ґрунту, за правильним використанням дорожніми службами земель, вод, лісів, за дотриманням діючих правил і норм із рекультивації земель, із запобігання забрудненню вод, із збереження тваринного і рослинного світу.

На підготовчому етапі обстеження вивчають документи, що відображають роботу, яка проводиться на дорозі з охорони довкілля, встановлюють нормативні значення рівня транспортного шуму для конкретних ділянок дороги, з'ясовують переліки підприємств, територія яких прилягає до дороги, вивчають місця розташування баз відпочинку і санаторіїв, лікарень, шкіл, заповідників, кар'єрів, асфальтобетонних і залізобетонних заводів, ремонтних баз тощо, а також місця розташування сільськогосподарських угідь і культур, що вирощуються на них. Крім того, збирають дані про напрям і силу переважних вітрів, стан річок і водоймищ.

Бригади повинні також встановлювати контакти з органами державного контролю з охорони довкілля в районі розташування дороги.

Під час польового періоду вимірюють рівень транспортного шуму і загазованість, а також здійснюють огляд придорожньої смуги. Особлива увага приділяється оцінюванню рівня транспортного шуму. В результаті постійної, цілодобової дії шуму підвищується нервова напруга жителів придорожніх населених пунктів, знижується продуктивність праці. Дія шуму відбивається на погіршенні їх здоров'я.

Транспортний шум нормується еквівалентним рівнем звуку, вимірюваним в децибелах (дБА). Як допустимий приймається рівень транспортного шуму, дія якого тривалий час не викликає змін фізіологічних функцій, найбільш чутливих до шуму (нервова, серцево-судинна система, стан слуху, суб'єктивне самопочуття).

У приміщеннях житлових будинків, лікарень, на майданчиках відпочинку розрахунковий рівень звуку  $L_{zv}$  не повинен перевищувати таких значень, дБА: палати лікарень і санаторіїв, операційні – 2; житлові кімнати:

квартир – 30, у гуртожитках – 35; території лікарень, санаторіїв безпосередньо прилеглих до будівлі – 35; території, прилегли до житлових будинків – 45; робочі приміщення проектних організацій і науково-дослідних інститутів – 50; зали аеропортів і вокзалів – 60.

Розрахунковий рівень транспортного шуму в районах, прилеглих до автомобільних доріг, вимірюють на відстані 7,5 м від осі найближчої смуги руху на висоті 1,2 м від рівня проїзної частини. Для вимірювання використовується шумомір. Всі вимірювання виконують в першу чергу в межах населених пунктів, особливо біля лікарень, санаторіїв, баз відпочинку, шкіл.

Для орієнтовного оцінювання рівня транспортного шуму може бути використана спрощена формула

$$L_{ekv} = 8,81 \lg N_v - 10 \lg d + 40,5; \quad N_v = N_\Sigma + 2N_{lv} + 15N_{vv} + 7N_{av} + 2N_m, \quad (7.1)$$

де  $N_\Sigma$  – інтенсивність руху легкових автомобілів, авт./год;

$N_{lv}$  – інтенсивність руху легких вантажних автомобілів, авт./год;

$N_{vv}$  – інтенсивність руху важких вантажних автомобілів, авт./год;

$N_{av}$  – інтенсивність руху автобусів, авт./год;

$N_m$  – інтенсивність руху мотоциклів, год;

$d$  – відстань від осі найближчої смуги руху до розрахункової точки, м.

Численні спостереження показують таку залежність рівня транспортного шуму від інтенсивності руху:

Інтенсивність руху, авт./год	50	100	200	300	500	1000	2000	3000
Рівень транспортного шуму, дБА	65	68	70	72	74	77	78	80

На основі вимірюного або обчисленого рівня транспортного шуму будують лінійний графік зміни еквівалентного рівня шуму в районі житлової забудови уздовж автомобільної дороги. При побудові цього графіка використовують дані про прогноз інтенсивності руху транспортного потоку, поперечні профілі, поздовжні ухили, плани траси, типи дорожнього покриття, характер прилеглої забудови (з урахуванням перспективи її розвитку).

Після аналізу лінійного графіка рівня транспортного шуму розробляють заходи щодо зниження впливу транспортного шуму, основними з яких є: будівництво шумозахисних споруд; посадка шумозахисних насаджень; використання засобів організації дорожнього руху (зниження швидкостей руху, зменшення затримок на перетинах і їх раціональне розташування, розподіл транспортного потоку по паралельних маршрутах з метою зниження інтенсивності руху, забезпечення постійної швидкості руху); будівництво дорожніх покриттів, при проїзді по яких рівень шуму виявляється найменшим.

У місцях визначення рівня шуму оцінюють спеціальними аналізаторами і рівень загазованості повітря оксидом вуглецю. Забруднення повітря відпрацьованими газами двигунів транспортних засобів, як правило, помічається на ділянках дороги, уздовж яких в цілях запобігання їх від зимових занесень снігом, висаджують деревно-чагарникові посадки. У безвітряну

погоду на таких ділянках спостерігається найбільше забруднення повітря. Це особливо сильно відчувається на ділянках підйомів і спусків і на криволінійних ділянках. При русі на підйом із збільшенням ухилу вміст оксиду вуглецю в об'ємі відпрацьованих газів зменшується, а при русі у бік спуску – збільшується. Найбільш істотне збільшення вмісту оксиду вуглецю спостерігається на криволінійних ділянках дороги з радіусом кривих в плані менше 300 м у зв'язку з використанням водія при переїзді таких криволінійних ділянок режиму гальмування двигуном.

Рівень середньої концентрації оксиду вуглецю визначають розрахунком, мг/м<sup>3</sup>:

$$Q_{CO} = 0,006N_l - 9\lg V_p - 0,3W + 17, \quad (7.2)$$

де  $N_l$  – приведена інтенсивність руху легкових автомобілів, авт./год;

$V_p$  – середня швидкість транспортного потоку, км/год;

$W$  – середня швидкість вітру, м/с.

Концентрація оксиду вуглецю в повітрі не повинна перевищувати 1 мг/м<sup>3</sup>.

При великій кількості вантажних автомобілів в транспортному потоці і широкому використанні на них дизелів важливим показником є рівень задимленості повітря. Середній вміст твердих частинок в повітрі, мг/м<sup>3</sup>:

$$\Delta = 0,1(N_{vv} + N_{av} + N_{lv}) + 0,03N_{\Sigma} - 2,5W + 38. \quad (7.3)$$

Основними заходами щодо зниження рівня вмісту оксиду вуглецю і задимленості є: провітрювання придорожньої смуги шляхом вирубки просік з урахуванням переважного напрямку вітру, зменшення числа ділянок різкого гальмування і розгону транспортних засобів, обмеження швидкості руху. Найменший викид токсичних компонентів спостерігається при швидкостях руху вантажних автомобілів 60...70 км/год, легкових – 75...90 км/год.

При обстеженні повинні виявлятися також вплив дороги на забруднення водоймищ, наявність пиловловлювальних установок на асфальтобетонних заводах, наявність «диких» з'їздів, повинен здійснюватися збір даних про хімічні речовини, використовувані для боротьби з ожеледдю тощо. Джерела питної води на дорозі повинні відповідним чином облаштовуватися. В межах майданчиків відпочинку, розташованих на березі водоймищ, не допускається влаштовувати естакади для технічного обслуговування транспортних засобів. Необхідна розробка черговості закриття «диких» з'їздів з дороги, наявність яких приводить до руйнування рослинного покриву і винесення грязі на проїзну частину.

У зоні розташування цінних сільськогосподарських культур, врожайність яких залежить від вмісту пилу в повітрі, узбіччя повинні зміцнюватися матеріалами, обробленими в'язкими речовинами. Для боротьби з ожеледдю не допускається застосування хімічних речовин, що отруюють рос-

линистість на прилеглих до дороги територіях (обрізах, розділювальній смузі тощо).

Для загального оцінювання стану придорожньої смуги і дороги можуть бути використані результати аерофотозйомок.

Тільки проведенням комплексу заходів щодо охорони навколишнього середовища забезпечується досягнення позитивного ефекту в цій важливій роботі.

#### **7.4 Застосування геоінформаційних технологій для оцінювання стану та транспортно-експлуатаційних якостей автомобільних доріг і міських вулиць**

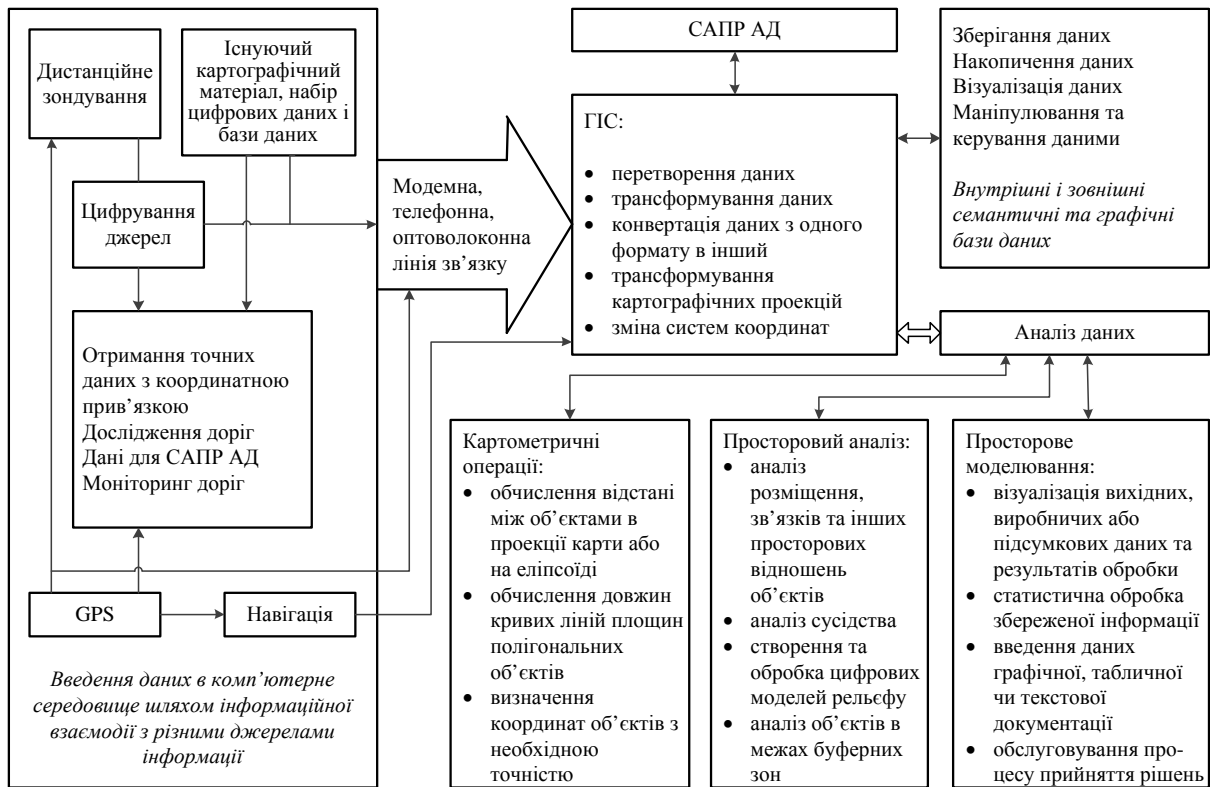
Ефективне керування станом автомобільних доріг і міських вулиць, вибір заходів щодо поліпшення їх транспортно-експлуатаційних якостей неможливі без наявності надійних та об'єктивних даних про місцевість, по якій прокладена дорога, її геометричні параметри, типи і стан дорожніх покриттів, стан мостів і шляхопроводів, водопропускних труб, наявність перешкод на дорозі, а також характеристик режиму руху транспортного потоку і його складу. В сучасних умовах для вирішення вказаних завдань і створення автоматизованого банку даних про автомобільні дороги і вулиці все ширше застосовуються геоінформаційні технології та інтелектуальні електронні системи, основані на широкому використанні супутникової навігації.

Геоінформаційна система (ГІС) – це інформаційна система, призначена для збору, зберігання, обробки, відображення і розповсюдження даних, а також для отримання на їх основі нової інформації і знань про просторово-координовані об'єкти і явища (рис. 7.3).

Головною перевагою ГІС є найбільш «природне» для людини уявлення як власне просторової інформації, так і будь-якої іншої інформації, що має відношення до об'єктів, розташованих «в просторі». Подання цієї інформації може здійснюватися такими способами: числове значення з датчика, таблиця з бази даних (як локальної, так і віддаленої) про характеристики об'єкта, його фотографія, реальне відеозображення.

Особливістю ГІС є те, що вся інформація в ГІС подається у вигляді електронних карт, дозволяючи фахівцям витягувати нові дані і знання. Основна відмінність електронних карт в ГІС від паперових карт полягає в тому, що в ГІС карта не є звичайним статичним зображенням (картинкою), а є об'єктом, з якого можна отримати великий об'єм додаткової інформації. До функцій ГІС відносяться накопичення, обробка, аналіз даних і ухвалення рішення (рис. 7.4) [11].

З погляду звичайного користувача ГІС – це програма для персонального комп'ютера, що дозволяє за допомогою інтерфейсу проглядати електронні карти і аналізувати просторові дані, які лежать в їх основі.



САПР АД – система інформаційного проєктування автомобільних доріг

Рисунок 7.3 – Функціональні інструменти геоінформаційної системи

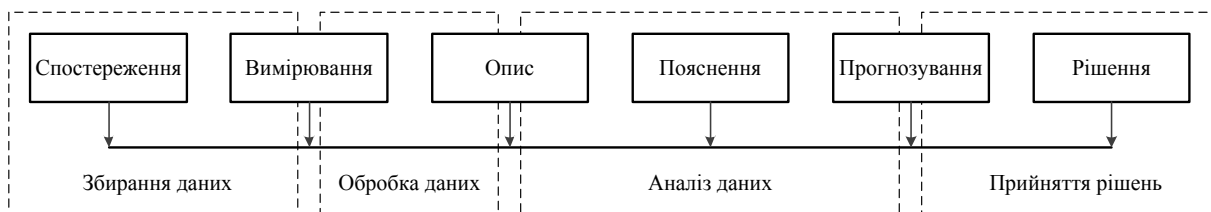


Рисунок 7.4 – Функції геоінформаційної системи

Об'єкти, що входять в ГІС, мають крім геодезичних даних технологічні характеристики, що подаються у вигляді різноманітних баз даних, і розрахунків за допомогою включених в інформаційну систему програм для ЕОМ.

Геоінформаційна система (geoinformation system), як і інші інформаційні технології, ефективна в процедурах, де краща інформованість допомагає ухвалити краще рішення.

Проте ГІС є не інструментом для видачі рішень, а засобом, що дозволяє підвищити ефективність процедури ухвалення рішень і забезпечує проєктувальника функціями аналізу просторових даних, подання результатів аналізу. Потрібна для ухвалення рішень інформація подається в картографічній формі з додатковими текстовими поясненнями, графіками і діаграмами.

Геоінформаційні системи, які вирішують різноманітні завдання, класифікуються за рядом ознак:

- за просторовим обхватом (глобальні, регіональні);
- за рівнем управління в Україні (державні, регіональні, муніципальні і корпоративні);
- за областю діяльності.

Найбільш близькою до сфери транспорту є класифікація за областю діяльності, в якій застосовується ГІС: землекористування, містобудування, архітектура, інженерно-геодезичні дослідження, безпека дорожнього руху (керування інженерним облаштуванням автомобільних доріг і міських вулиць), навігація (навігація на місцевості і вибір маршрутів руху), керування ремонтом та утриманням автомобільних доріг і міських вулиць.

В основі ГІС лежить концепція пошарової організації просторових даних, коли однотипні дані на земній поверхні групуються в шари (рис. 7.5). Сукупність всіх шарів в ГІС утворюють карту.



Рисунок 7.5 – Приклад подання шарів електронної карти муніципальної геоінформаційної системи (МГІС)

Основна мета побудови муніципальної ГІС – консолідація всіх муніципальних ресурсів в єдиному сховищі даних на єдиній геопросторовій основі, з використанням єдиної системи кодування і класифікації об'єктів обліку. Лише в цьому випадку МГІС не буде «однобокою» і зможе охопити всі сфери процесу муніципального керування, а користувачі цієї системи отримують можливість синхронізувати між собою процеси своєї діяльності.

Ділення даних на шари дозволяє відображати в ГІС тільки ті дані, які необхідні для вирішення поставлених завдань. Процес створення карт в ГІС починається зі створення бази даних. Як джерелом отримання початкових даних можна користуватися оцифруванням паперових карт.



На основі таких баз даних можна створювати карти будь-якої території, будь-якого масштабу, з необхідною деталізацією, з відображенням необхідними символами.

У будь-який час база даних може поповнюватися новими даними (наприклад, з інших баз даних), а наявні в ній дані можна коректувати в міру необхідності.

У великих організаціях створена топографічна база даних може використовуватися як основа іншими відділами і підрозділами, при цьому можливе швидке копіювання даних і їх пересилання по мережах.

Найбільш важливими функціями інформаційної системи при оцінюванні дороги в дорожньому господарстві є такі:

- ведення паспортів, відомостей з діагностики, моніторингу, оцінювання рівня утримання автомобільних доріг;
- оперативне отримання інформації про автомобільні дороги і дорожні об'єкти в будь-якій частині охопленої території;
- відстежування дефектів, регламентних і ремонтних робіт із вказанням термінів, результатів контрольних вимірювань і випробувань, графічне відображення автомобільної дороги у вигляді креслення в довільному масштабі, в довільній орієнтації або на плані місцевості;
- відстежування залишкової вартості основних фондів, інвентаризація автомобільних доріг і міських вулиць;
- оцінювання якості утримання автомобільних доріг і міських вулиць;
- формування статистичного матеріалу про дефекти з метою виявлення слабких місць;
- формування статистичного матеріалу про дорожньо-транспортні пригоди;
- ведення архіву документів по автомобільній дорозі і її об'єктах (під документами розуміються текстові, графічні файли, креслення, відскановані матеріали, відеореєстри і будь-які інші дані);
- ведення інформації і документів з прав власності на землю, інформації про смуги відчуження.

Для збору інформації про місцевість і об'єкти на ній застосовують лазерне сканування, яке дозволяє зафіксувати всі об'єкти, що знаходяться на місцевості в автоматичному режимі.

Важливим елементом розвитку ГІС є їх інтеграція з будь-якими електронними інструментами масового збору даних про автомобільну дорогу і дорожню інфраструктуру, часто звані «інтелектуальні інформаційні системи».

Ефективність використання ГІС підвищується за рахунок проведення польових робіт за допомогою автоматизованих ходових дорожньо-дослідницьких лабораторій, оснащених вимірювальною апаратурою і геодезичними приймачами супутникової системи навігації GPS.

Поєднання супутникової системи навігації, сучасного радіозв'язку і електронної картографії дозволяє в реальному часі визначати місцезоположення об'єктів з високою точністю, обчислювати швидкості руху транспортних засобів, поздовжнє і відцентрове прискорення, відстані, геометричні параметри автомобільної дороги (рис. 7.6).

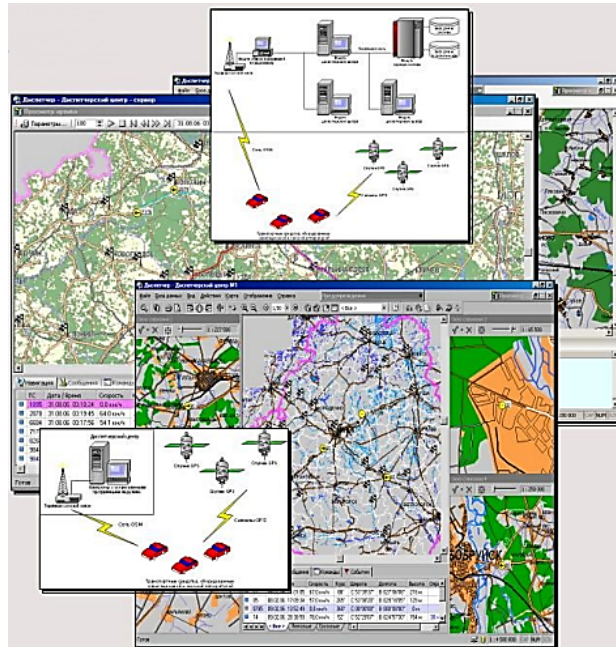


Рисунок 7.6 – Практичні результати застосування ГІС

Широке практичне застосування ГІС дозволяє вибрати найбільш ефективні і економічні заходи, направлені на підвищення транспортно-експлуатаційних якостей автомобільних доріг і міських вулиць.

## 7.5 Впровадження інтелектуальних систем безпеки дорожнього руху

Сучасний рівень автоматизації складних процесів керування та розвиток ІТ-індустрії, наукові та практичні досягнення, отримані в кібернетиці та інформатиці, мають універсальний характер і можуть успішно використовуватися при створенні безпечних автомобільних систем. Саме створення і впровадження автоматів – помічників водія та їх якісна інформаційна забезпеченість у прийнятті рішень дозволить знизити залежність безпеки від людського фактора, а в міру розвитку і впровадження таких систем різко посилить тенденцію до зниження кількості аварій та рівня смертності на дорогах. Існуюча теорія керування, рівень розвитку комп'ютерної техніки і ефективна практика вже наявного застосування автомобільних автоматів дозволяють ставити питання про кардинально інший підхід до концепції безпечного руху і, відповідно, проектування органів керування автомобілем та організації дорожнього руху.

Сформувалися два основних напрямки у створенні пристроїв, які в рамках концепції автономної системи безпеки виконують роль ефективного помічника водія.

Перший – це застосування автоматів, які без участі водія, не відволікаючи його уваги, здатні оптимізувати роботу вузлів і агрегатів автомобіля. До теперішнього часу в світі відомо близько 20 таких систем, наприклад, автоматичні коробки перемикачів передач, ABS (антиблокувальна система), ESC (електронний контроль стійкості) тощо. До цього класу оснащення автомобілів можна віднести також прилади, які створюють комфорт для водія і також не відволікають його увагу.

Другий напрямок – це оснащення автомобіля пристроями, які контролюють навколишній простір і розпізнають зовнішні дорожні небезпеки, сигнали або орієнтири, аналізують їх і на цій основі або інформують водія про небезпеки, або не тільки дають сигнали водієві, а й через спеціальні приводні системи включаються в керування автомобілем. Наприклад, сучасний круїз-контроль не тільки тримає постійною задану швидкість руху, а й контролює дистанцію до транспорту, що їде попереду, а паркувальний автомат паркує автомобіль на обмежений простір швидше, точніше і безпечніше ніж багато водіїв. Скажімо, на німецьких автомобілях застосовуються 23 допоміжні системи. Найпоширеніші (у відсотках): ABS (88), ESC (60), круїз-контроль (38), паркувальна система (32), датчик дощу (28), навігаційні системи (21), коректор світла (12) тощо.

Як приклад досить простої системи допомоги водієві, яка до того ж, на відміну від багатьох подібних, не використовує лазерне або радіовипромінювання, покажемо загальний вигляд ізраїльської системи Mobileye (рис. 7.7). Основні компоненти системи – цифрова камера і мікропроцесор встановлюються під лобовим склом. Відеозображення сприймається камерою, в цифровому вигляді передається процесору, програмне забезпечення якого дозволяє визначити відстань до об'єктів, що знаходяться попереду: автомобілів, пішоходів і навіть великих собак, а потім порівнювати поточне положення автомобіля щодо інших учасників руху із заздалегідь закладеними даними про безпечні дистанції. Автомобілі з подібними штатними системами вже їздять дорогами України.



Рисунок 7.7 – Система безпеки водіння Mobileye

Істотний внесок у створення автоматичних систем керування вносить компанія Google, яка створює автомобіль, що може пересуватися без участі людини. Відзначимо, що до складу такої складної системи керування автомобілем входять підсистеми автоматичного керування різними функціями. Наприклад такі, що можуть виявляти і розпізнавати сотні різних об'єктів одночасно: пішоходів, транспортні засоби, дорожні знаки, сигнали світлофора, сигнали регулювальника і навіть жести велосипедиста, якими він сигналізує про певний маневр. Розглянуто більше 1000 можливих дорожніх ситуацій, на основі яких розроблено програмні моделі, що дозволяють спрогнозувати будь-який розвиток подій. Самокеровані автомобілі Google вперше вийшли на дороги загального призначення у 2010 році й до теперішнього часу вони проїхали мільйони кілометрів. Вже є повідомлення про випробування на звичайних шосе великих вантажівок з автоматичним керуванням без водія.

На підставі проведених при цьому досліджень встановлено, що підсистема автоматичного керування може помічати і оцінювати розташування всіх об'єктів з вищою точністю, ніж водій, не маючи при цьому властивих людині фізіологічних обмежень, ніколи не втомлюючись і не відволікаючись. Цікаво відзначити, що вже на цьому початковому етапі розробники звернули увагу на етичну проблему. Не можна не враховувати, що перед автомобілем перешкода виникне настільки раптово, що запобігти зіткненню з цією чи іншими перешкодами буде неможливо. У цьому випадку при повністю автоматичному керуванні без втручання людини виникає проблема покладання на програмне забезпечення відповідальності вибору: з яким об'єктом можна допустити зіткнення?

Таким чином, системи автономної безпеки автомобіля – це наявність в автомобілі пристроїв, які дозволяють:

- 1) без участі водія оптимізувати роботу вузлів і агрегатів автомобіля;
- 2) виявляти зовнішні перешкоди, оцінювати їх параметри, а також приймати сигнали від дорожніх знаків;
- 3) за рахунок комп'ютерних пристроїв і відповідних програм розпізнавати потенційні небезпеки: виявляти первинні ознаки ризик-факторів, складати образи небезпек і оцінювати їх, зіставляти з параметрами власного руху, пропонувати водієві здійснити необхідні в таких випадках дії або незалежно від водія втрутитися через спеціальні виконавчі пристрої в керування автомобілем. За швидкодією, повнотою оцінювання ризиків та адекватністю реагування такі системи перевищують аналогічні дії людини.

Наступний, поки що не сформований, але неминучий, на наш погляд, етап вдосконалення керуючих автоматів – це етап створення біотехнічних систем. У цьому випадку автомобільний автомат може не тільки, як у попередньому випадку, брати участь в керуванні автомобілем, розпізнаючи зовнішні небезпеки, але й знати стиль водіння і психофізіологічні здібності свого водія, тобто враховувати свого роду «внутрішні небезпеки».

Окремі агрегати на деяких сучасних автомобілях вже мають адаптаційні стосовно стилю водія властивості (наприклад, коробки перемикачів передач), що помітно підвищує якість керування. Корисно врахувати і досвід деяких страхових компаній, які застосовують пристрої, що оцінюють ризики в стилі водіння автомобіля. Необхідно ставити питання про розвиток, на основі біотехнічної адаптації, взаємодії водія і автомобіля з метою забезпечення БДР. Можливі різні варіанти вирішення цього питання. Наприклад, водій проходить психофізіологічне тестування за спеціально розробленою програмою і його результати вносяться в базу даних автомата. Більш ефективним видається інший варіант реалізації біотехнічної системи. В автомобілі є автомат безпеки, але на стадії адаптаційного налаштування його відключають і керування автомобілем здійснює сам водій. Автомат працює лише в режимі оцінювання ризик-факторів, які виникають при русі, і одночасно фіксує параметри, що характеризують реакції водія на ці ризики, оцінює якість реакцій та дій водія. В такий спосіб в пам'яті автомата створюється «нейромоторний паспорт» водія, який знає всі характеристики реакцій водія (особливо виділяється несвоєчасне реагування на ознаки небезпек, на вибір швидкісного режиму, стиль гальмування тощо). Цей «нейромоторний паспорт» водія надалі враховується програмним забезпеченням автомата при виконанні ним коригувальних або контраварійних дій, що дозволяє запобігти ризикам, які обумовлені якостями водія.

Наступним кроком, що розширює роль автоматів у підвищенні безпеки руху, є розробка таких інформаційно-технічних систем транспортних засобів, які не тільки мають здатність до забезпечення безпеки для самого себе, а й можуть обмінюватися між собою інформацією, а їхнє програмне забезпечення здатне реалізувати принцип колективної безпеки. Такі системи (один із їх варіантів називають «Car-2-Car») дозволяють автомобілям та іншим ТЗ «спілкуватися» між собою на коротких дистанціях. Комплекс дає можливість кожному з них знати про параметри руху інших і відстежувати траєкторію їхнього руху для застосування превентивних заходів, унеможливаючи зіткнення. Наприклад, система автомобіля, що рухається з небезпечною для даної ділянки дороги чи погодних умов швидкістю або знаходиться в стані заносу, може повідомляти про це інформаційним системам інших автомобілів для прийняття ними власних рішень. Такі системи колективної безпеки ефективно проявлять себе в тумані або за інших обмеженнях видимості. Особливо треба відзначити значення таких систем при вирішенні проблеми безпеки на залізничних переїздах. Можна з упевненістю стверджувати, що всі виїзди на залізничні переїзди, в тому числі й ті, що трапилися в 2010 році під Марганцем і в 2013 році під Білопільям, з великою кількістю жертв, можна було надійно блокувати відповідним інформаційним обміном між поїздом, автомобілями і автоматичним шлагбаумом. Витрати на створення таких систем, тільки стосовно до задачі безпеки переїздів, будуть незрівнянно нижчими, ніж на запропоноване в уряді спорудження надземних переїздів. Але, кажучи про вартість, треба

враховувати також універсальне застосування таких систем для будь-яких інших випадків і на інших ділянках доріг.

У більш досконалому варіанті така система може також інформувати бортові системи автомобіля про роботу світлофорів і про дорожні умови (це називається Car-2-Infrastructure). У США на створення контраварійних комплексів взаємодії між автомобілями пішло близько 10 років і сотні мільйонів доларів. Як стверджують в Національній дорожній адміністрації США (NHTSA), 80% аварій можна буде тепер запобігти або значно зменшити тяжкість їх наслідків за рахунок встановлення систем бездротової комунікації між автомобілями. Автовиробники стверджують, що з урахуванням вже зроблених напрацювань комплекс можна вивести на ринок за ціною 100 \$ за екземпляр.

Інтенсивні розробки в цьому напрямі ведуться і в Мюнхенському технічному університеті, який активно співпрацює з такими автогігантами як Toyota, Chrysler, Ford, Hyundai-Kia, Mercedes-Benz, а також виробниками запчастин і комплектуючих Delphi Automotive Plc, Denso Corp і Robert Bosch GmbH. У 2008 році в Німеччині для роботи в цьому напрямку був створений консорціум політичних, економічних і наукових сил. Даний проект називається «Безпечний та інтелектуальний автомобіль: випробувальний полігон – Німеччина» (скорочено – simTD). В його рамках досліджується яким чином за рахунок великої комунікаційної мережі може здійснюватися визначення дорожньої ситуації та збір додаткових даних, надання на основі цього інформації про транспортний потік, а також підвищення безпеки та інтелектуальності системи керування рухом.

Компанія Ford вже має у своєму розпорядженні робочу версію системи автомобільної комунікації, яка в серпні минулого року почала тестуватися на європейських дорогах в рамках згаданої дослідницької програми німецького уряду. У програмі також беруть участь європейські концерни BMW, Audi і Mercedes-Benz. Крім «спілкування» між автомобілями, системи комплексу надають водіям інформацію про небезпеки на дорозі, можливість розпізнавання дорожніх знаків і прогнозування різних ситуацій. Крім того, концерн General Motors розробляє систему бездротової взаємодії між автомобілями і пішоходами. Встановлений на машині комплекс буде визначати місце розташування пішоходів завдяки Wi-Fi сигналу, що видають їхні смартфони. Це дозволить примусово знизити швидкість автомобіля в разі екстреної ситуації і запобігти наїзду на пішохода.

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

Узагальнену наукову і технічну політику щодо створення інтелектуальних систем безпеки дорожнього руху подамо у вигляді схеми, показаної на рис. 7.8.

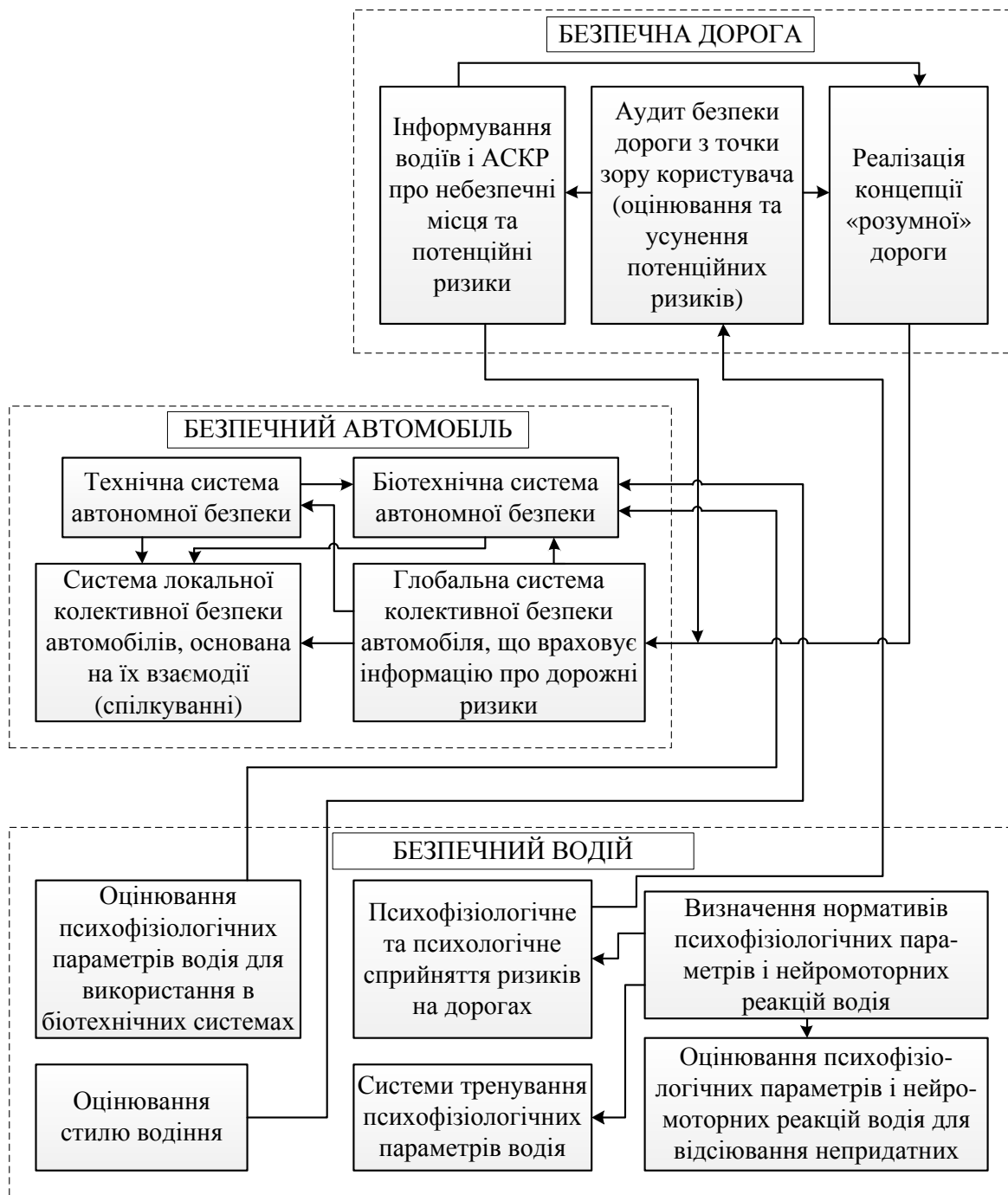


Рисунок 7.8 – Узагальнена схема сучасної концепції підвищення безпеки дорожнього руху

Таким чином, у світі отримують все більший розвиток нові підходи до проблеми забезпечення безпеки дорожнього руху, які дозволяють знизити залежність безпеки від проявів людського фактора. Ці підходи підкріплені як високою інтенсивністю проведених розробок і досліджень, так і вже готовими впровадженнями. Умови для прогресу в цій сфері створюють міжнародні організації. Так, ООН внесла зміни до статті 8 Конвенції 1968 року, яка зобов'язує водія постійно вручну контролювати свій транспортний засіб. Тепер, згідно зі змінами, допускається застосування автома-

тично керованих засобів пересування за умови, що водій може зупинити їх у будь-який момент.

Як видно з наведеного рисунка, система ВАДС на даному етапі отримує розвиток і детальніше наповнення, перетворюючись на схему комплексного підходу до вирішення завдань безпеки дорожнього руху на основі досягнень сучасної науки і техніки.

Таким чином, розв'язання проблеми безпечного руху на основі автоматичних та інтелектуальних систем є найбільш перспективним і економічно доцільним напрямком наукових досліджень і практичної роботи щодо зниження аварійності на дорогах. Ці розробки стрімко стали об'єктом скоординованого міжнародного співробітництва, в яке залучені ресурси провідних автоконцернів та наукових центрів. Роботи ведуться високими темпами і враховують вимоги уніфікації створюваних систем. Перспектива появи автомобілів з інтелектуальними системами на дорогах розвинених країн та підтримки їх зовнішніми інформаційними системами оцінюється у 3–5 років. Зволікання з участю у цих розробках наукових і промислових установ нашої країни є стратегічною помилкою, яка неминуче проявиться на етапі впровадження та ефективного використання таких систем. Отож, необхідно своєчасно внести зміни до відповідних загальнодержавних та відомчих планів, насамперед, наукових досліджень та проектних розробок, і збудувати таку державну систему керування транспортною сферою, яка б здатна була враховувати ці виклики сучасної цивілізації.

### **Питання для самоперевірки**

1. Який вплив чинить рівень зручності руху на вид можливих дорожньо-транспортних пригод?
2. Який взаємозв'язок існує між рівнями зручності і засобами регулювання руху?
3. У чому полягає вибіркоче поліпшення умов руху?
4. У чому полягає поетапне поліпшення умов руху?
5. Які дослідження проводять при оцінюванні охорони навколишнього середовища і природних ресурсів?
6. Як оцінюється рівень транспортного шуму і рівень загазованості повітря відпрацьованими газами двигунів транспортних засобів?
7. Що таке геоінформаційна система?
8. Які геоінформаційні системи існують?
9. Шари електронної карти геоінформаційної системи.
10. Напрямки та тенденції розвитку інтелектуальних систем БДР.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Редзюк А. М. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку : монографія / Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут ; Редзюк А. М. – К. : ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2005. – 400 с.
2. Рэнкин В. У. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения : справочник. Пер. с англ. / В. У. Рэнкин, П. Клафи, С. Халберт и др. – М. : Транспорт, 1981. – 592 с.
3. Білятинський О. А. Проектування капітального ремонту і реконструкції доріг : підручник / О. А. Білятинський, В. П. Старовойда – К. : Вища освіта, 2003. – 343 с.: іл.
4. Васильев А. П. Эксплуатация автомобильных дорог : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Васильев А. П. – Москва : Издательский центр «Академия», 2010 – 640 с.
5. Врубель Ю. А. Исследования в дорожном движении : учебно-методическое пособие к лабораторным работам для студентов специальности 1-44 01 02 «Организация дорожного движения» / Врубель Ю. А. – Мн. : БНТУ, 2007. – 178 с.
6. Кашканов А. А. Безопаска руху автомобільного транспорту : навчальний посібник / А. А. Кашканов, О. Г. Грисюк. – Вінниця : ВНТУ, 2005. – 177 с.
7. Клинковштейн Г. И. Организация дорожного движения : учеб. для вузов / Г. И. Клинковштейн, М. Б. Афанасьев. – [5-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Транспорт, 2001. – 247 с.
8. Левковець П. Р. Управління автомобільним транспортом : [навчальний посібник] / П. Р. Левковець, Д. В. Зеркалов, О. І. Мельниченко, О. Г. Казаченко; за ред. Д. В. Зеркалова. – К. : Арістей, 2006. – 416 с.
9. Лобашов О. О. Практикум з дисципліни «Організація дорожнього руху» : навч. посіб. / О. О. Лобашов, О. В. Прасоленко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х. : ХНАМГ, 2011. – 221 с.
10. Організація та регулювання дорожнього руху : підручник / [О. О. Бакуліч, О. П. Дзюба, В. І. Єресов та ін.]; за заг. ред. В. П. Поліщука. – К. : Знання України, 2014. – 467 с.
11. Сильянов В. В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. В. Сильянов, Э. Р. Домке. – [2-е изд., стер.] – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с.
12. Степура В. С. Основи експлуатації автомобільних доріг і аеродромів : навч. посіб. / Степура В. С., Беятинський А. О., Кужель Н. В. – К. : НАУ, 2013. – 204 с.

## ГЛОСАРІЙ

### ***Автомобіль (car)***

Самохідна машина, що приводиться в рух за допомогою встановленого на ньому двигуна.

### ***Автомобільна дорога (highway)***

Комплекс інженерно-технічних споруд, що служить для безпечного, економічного і комфортного руху автомобілів.

### ***Безпека дорожнього руху (safety of road motion)***

Наука, яка вивчає умови безпеки руху і керування автомобілем, причини виникнення автомобільних пригод та їх попередження, а також нормативно-правові акти, що діють у сфері автомобільного транспорту.

### ***Вантажонапруженість дороги (traffic concentration)***

Сумарна маса вантажів і транспортних засобів, що проходять по даній ділянці дороги в обох напрямках в одиницю часу.

### ***Віраж (bend curve)***

Односхилий поперечний профіль проїзної частини, що влаштовується в межах кривої в плані з уклоном до її центра.

### ***Габарити транспортного засобу (external dimensions transport vehicle)***

Найбільші зовнішні розміри транспортного засобу за шириною, висотою і довжиною.

### ***Геоінформаційна система (geoinformation system)***

Інформаційна система, призначена для збору, зберігання, обробки, відображення і розповсюдження даних, а також для отримання на їх основі нової інформації і знань про просторово-координовані об'єкти і явища.

### ***Дорожній рух (road motion)***

Динамічна система, що являє собою сукупність взаємодії пішоходів і транспортних засобів та в якій дії учасників регламентовані спеціальними правилами (законами).

### ***Дорожньо-транспортна пригода (traffic accident)***

Подія, що сталася під час руху транспортного засобу та призвела до загибелі чи поранення людей, або до матеріального збитку.

### ***Дорожня обстановка (road conditions)***

Сукупність факторів, що характеризують дорожні умови, наявність перешкод на певній ділянці дороги, рівень організації дорожнього руху.

### ***Забезпеченість видимості на дорозі (provision of visibility on the road)***

Показник, що характеризує число ділянок з незабезпеченою видимістю відносно довжини дороги.

### ***Зона транспортної розв'язки (zone of traffic interchange)***

Територія в межах смуги відведення доріг, які перетинаються чи примикають одна до одної, що обмежується початком і кінцем перехідно-швидкісних смуг на основній та другорядній дорозі, а в разі їх відсутності початком та кінцем заокруглень країв проїзної частини кожної з доріг.

### ***Інтелектуальні транспортні системи (Intelligent Transport Systems)***

Системна інтеграція сучасних інформаційних і комунікаційних технологій і засобів автоматизації з транспортною інфраструктурою, рухомим складом і користувачами, що орієнтована на підвищення безпеки і ефективності транспортного процесу, комфортності для водіїв і користувачів транспорту.

### ***Інтенсивність руху (traffic density)***

Число автомобілів, що проходять через деякий поперечний переріз автомобільної дороги за одиницю часу (година, доба).

### ***Коефіцієнт завантаження дороги рухом (road motion loading factor)***

Відношення інтенсивності руху до пропускної здатності даної ділянки дороги.

### ***Міські вулиці (town streets)***

Автомобільні шляхи, що з'єднують загальноміський центр та житлові райони між собою та з терміналами зовнішнього транспорту, з в'їздами в місто та швидкісними дорогами, підприємствами та комунально-складськими зонами.

### ***Навколишнє природне середовище (natural surroundings)***

Середовище, в якому функціонує автомобільна дорога, включаючи повітря, воду, ґрунт, природні ресурси, флору, фауну, людей, а також взаємозв'язки між ними.

### ***Небезпека для руху (a danger is for motion)***

Зміна дорожньої обстановки (у тому числі поява рухомого об'єкта, який наближається до смуги руху транспортного засобу чи перетинає її) або технічного стану транспортного засобу, яка загрожує безпеці дорожнього руху і змушує водія негайно зменшити швидкість або зупинитися.

### ***Об'єм руху (volume of motion)***

Сумарне число автомобілів, що проходять через дану ділянку дороги за певний період часу, вимірюваний шляхом безперервних спостережень.

### ***Організація дорожнього руху (traffic management)***

Галузь техніки, що спрямована на забезпечення безпечних, економічних та комфортних перевезень вантажів та пасажирів.

### ***Перехідно-швидкісна смуга (transition velocity strip)***

Смуга руху, що призначена для розгону або гальмування дорожніх транспортних засобів при виїзді із загального транспортного потоку або в'їзді до нього.

### ***Правила дорожнього руху (traffic rules)***

Єдиний порядок дорожнього руху на всій території України.

### ***Проїзна частина (roadway)***

Основний елемент дороги, призначений для безпосереднього руху транспортних засобів. В залежності від інтенсивності руху транспортних засобів проїзна частина може бути одно-, дво-, три- або багатосмуговою.

***Пропускна здатність (capacity)***

Максимальне число автомобілів, яке може пропустити дана ділянка дороги або дорога в цілому в одиницю часу.

***Регулювання дорожнього руху (traffic engineering)***

Цілеспрямований вплив на учасників дорожнього руху з метою забезпечення його безпеки.

***Режим руху на автомобільній дорозі (daily traffic on the road)***

Кількісне відображення характеристик руху транспортного потоку по довжині автомобільної дороги.

***Рівність дорожнього покриття (equality of pavement)***

Якісний стан поверхні проїзної частини, що забезпечує високі транспортно-експлуатаційні властивості дороги (комфортність, безпека). Оцінюється в порівнянні зі встановленою нормою коливань по висоті в поперечному і поздовжньому профілях, вимірюється за розміром просвіту між поверхнею дорожнього покриття і рейкою в поздовжньому і шаблоном в поперечному напрямках або за допомогою спеціальних приладів.

***Розв'язка автомобільних доріг (solutions roads)***

Місце пересічення або примикання автомобільних доріг, на якому виконуються маневри зміни напрямку руху.

***Розрахункова швидкість руху (rated speed of motion)***

Гранична безпечна швидкість руху легкового одиночного автомобіля, що допускається для дороги певної категорії, за умов забезпечення його стійкості на сухому або зволоженому чистому покритті та достатньої відстані видимості.

***Склад руху (structure of motion)***

Розподіл в процентному відношенні всього транспортного потоку за видами транспортних засобів (легкові автомобілі, автобуси, вантажні автомобілі: важкі, середні, легкі).

***Технічні засоби організації дорожнього руху (technical means of traffic)***

Система інженерних засобів і споруд, що дозволяє відобразити учасникам руху схему організації дорожнього руху за допомогою дорожньої розмітки, дорожніх знаків, напрямних пристроїв та світлофорного регулювання.

***Транспортний засіб (transport vehicle)***

Пристрій, призначений для перевезення людей і (або) вантажу, а також устаткованого на ньому спеціального обладнання чи механізмів.

***Транспортний потік (Transport stream)***

Сукупність транспортних засобів, що рухаються по дорозі.

***Щільність потоку (flux density)***

Кількість транспортних засобів, що приходиться на одиницю довжини дороги в даний момент часу.

*Навчальне видання*

**Андрій Альбертович Кашканов  
Володимир Петрович Кужель**

## **ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ**

Навчальний посібник

Редактор В. Дружиніна  
Коректор З. Поліщук

Оригінал-макет підготовлено А. Кашкановим

Підписано до друку 28.04.2017 р.  
Формат 29,7×42 ¼. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 7,22.  
Наклад 50 пр. Зам. № 2017-078.

Видавець та виготовлювач  
Вінницький національний технічний університет,  
інформаційний редакційно-видавничий центр.

ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Хмельницьке шосе, 95,  
м. Вінниця, 21021.  
Тел. (0432) 59-85-32, 59-81-59,  
**press.vntu.edu.ua,**  
*E-mail: kivc.vntu@gmail.com.*

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.