

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна**

Кафедра Транспортні вузли

«ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри

_____ /М. І. Березовий/

«_____» _____ 20____р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань **27 Транспорт**

Спеціальність **275 Транспортні технології (за видами)**

Спеціалізація **275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)**

Тема **Розробка схеми транспортного планування нового міста**

Theme **Development of a transport planning scheme for a new city**

Керівник дипломної роботи

доц. _____ Т. В. Болвановська

Нормоконтролер

доц. _____ М. І. Березовий

Студент групи УА1921

_____ Я. В. Мазниця

Student

Maznytsia Yaroslav

Дніпро – 2020

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Факультет Управління процесами перевезень Кафедра «Транспортні вузли»

Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»

Спеціалізація 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

_____ / М. І. Березовий /

(підпис)

2020 р. _____ «____»

ЗАВДАННЯ

до дипломного роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»
(рівень вищої освіти)

отримав студент групи УА1921 Мазниця Ярослав Віталійович
(номер групи) (ПІБ)

1 Тема дипломного проекту (роботи): Розробка схеми транспортного планування
нового міста

затверджена наказом по університету від « 02 » березня 2020 р. № 130 ст

2 Термін подання студентом закінченого проекту (роботи): « 10 » грудня 2020 р.

3 Вихідні дані до дипломного проекту (роботи): Вихідні дані для проектування

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань до розробки):
(див. календарний план)

5 Перелік слайдів:

Мета роботи, об'єкт та предмет дослідження; Поставлені задачі; Аналіз сучасних проблем
транспортного планування міст; Аналіз впливу транспорту на життя населення;
Статистика ДТП в Україні; Варіанти схеми вулично-дорожньої мережі нового міста;
Результати розрахунків обраної схеми ВДМ; Схема ВДМ проєктованого міста;
Схеми регулювання світлофорної сигналізації; Графік роботи світлофорної сигналізації;
Економічна ефективність введення світлофорної сигналізації; Схема проєктованої парковки;
Заходи щодо підвищення безпеки дорожнього руху.

6 Розділи та консультанти:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу дипломного роботи	Термін виконання	Обсяг розділу, %
1. Аналіз сучасних проблем транспортного планування міст	строк 1	23
2. Аналіз впливу транспорту на життя населення	строк 1	14
3. Визначення варіанту транспортного планування нового міста	строк 2	17
4. Застосування технічних засобів регулювання дорожнього руху на перехресті	строк 2	18
5. Обґрунтування економічної ефективності введення технічних засобів регулювання транспортним потоком	строк 3	10
6. Проектування міської автостоянки	строк 3	9
7. Безпека дорожнього руху	строк 3	9
Всього		100

Дата видачі завдання: « 01 » жовтня 2020 р.

Керівник дипломного проекту (роботи)

(підпис)

Т. В. Болвановська

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Я. В. Мазниця

(ПІБ)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається зі вступу, 7 розділів, висновків та 5 додатків. Повний обсяг проекту становить 124 сторінки, при цьому основний текст на 105 сторінках містить 20 ілюстрацій, 10 таблиць та 70 літературних джерел.

Об'єктом розробки дипломної роботи є проектування вулично-дорожньої мережі нового міста, впровадження світлофорної сигналізації на перехресті центрального району міста, обґрунтування застосування технічних засобів регулювання на перехресті та розробка автостоянки для торгівельно-розважального центру.

Метою роботи є розробка елементів транспортної інфраструктури міста, які будуть створювати позитивний вплив на життя громадян та економіку держави.

В роботі досліджено проблеми транспортного планування нового міста та запропоновані шляхи їх вирішення, проаналізовано планування вулично-дорожньої мережі та керування транспортними і пішохідними потоками, розроблено три схеми транспортної мережі сучасного міста і за результатами розрахунків обрано найбільш раціональний варіант, розроблено схему застосування технічних засобів регулювання транспортними і пішохідними потоками та цикл світлофорної сигналізації на перехресті центрального району міста, обґрунтовано доцільність впровадження цієї схеми, спроектовано позавуличну автостоянку, розглянуті питання проблеми безпеки дорожнього руху, аварійності перехресть та безпеки пішоходів.

Галузь застосування – транспортна інфраструктура України.

Ключові слова: ВУЧНО-ДОРОЖНЯ МЕРЕЖА, ТРАНСПОРТНЕ ПЛАНУВАННЯ МІСТА, ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНА ПОДІЯ, ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ, БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ, АВТОСТОЯНКА, СВІТЛОФОРНА СИГНАЛІЗАЦІЯ.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, СИМВОЛІВ ТА ТЕРМІНІВ

ВДМ – вулично-дорожня мережа;

ТПМ – транспортне планування міст;

ДТП – дорожньо-транспортна подія;

ТЗ – транспортний засіб;

ЕОМ – електро-обчислювальна машина;

ОДР – організація дорожнього руху;

АСУДР – автоматизована система управління дорожнім рухом;

ПОР – проект організації руху;

МТП – міський пасажирський транспорт;

РС – рухомий склад;

ВВП – внутрішній валовий продукт;

БДР – безпека дорожнього руху;

ПДР – правила дорожнього руху.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПРОБЛЕМ ТРАНСПОРТНОГО ПЛАНУВАННЯ МІСТ	9
1.1 Проблеми транспортних систем міст та можливі шляхи їх вирішення.....	10
1.2 Планування вулично дорожньої мережі.....	17
1.3 Керування транспортними і пішохідними потоками.	24
2 АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТРАНСПОРТУ НА ЖИТТЯ НАСЕЛЕННЯ.....	34
2.1 Дослідження впливу автомобілізації	34
2.2 Поняття про ДТП. Класифікація ДТП	36
2.3 Аналіз стану автомобільних доріг.....	43
3 ВИЗНАЧЕННЯ ВАРІАНТУ ТРАНСПОРТНОГО ПЛАНУВАННЯ НОВОГО МІСТА.....	48
3.1 Генеральний план міста. Загальні положення.	48
3.2 Вибір варіанту вулично-дорожньої мережі	51
3.3 Розрахунок та вибір варіанту схеми транспортної мережі.....	54
3.3.1 Розрахунок показників транспортної мережі міста	55
3.3.2 Визначення завантаженості транспортної мережі міста	58
4 ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХІЧНИХ ЗАСОБІВ РЕГУЛЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ.....	66
4.1 Характеристика перехрестя, що досліджується	68
4.2 Критерії введення світлофорної сигналізації.....	70
4.3 Розрахунок тривалості циклу світлофорної сигналізації.	73
4.4 Графік роботи світлофорної сигналізації.....	81

5 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВВЕДЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ РЕГУЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИМ ПОТОКОМ	84
5.1 Визначення витрат, пов'язаних із простоєм транспортних засобів на нерегульованому перехресті.....	84
5.2 Визначення витрат, пов'язаних із простоєм транспортних засобів на регульованому перехресті	85
5.3 Визначення витрат, пов'язаних з втратою часу пасажирями громадського та особистого транспорту	87
5.4 Визначення витрат, пов'язаних з втратою часу пішоходами на перехресті	88
5.5 Визначення збитків від дорожньо-транспортних подій.....	89
5.6 Визначення витрат по експлуатації світлофорного об'єкта	90
5.7 Розрахунок показників економічної ефективності	92
6 ПРОЕКТУВАННЯ МІСЬКОЇ АВТОСТОЯНКИ	94
6.1 Основні поняття про автостоянку.	94
6.2 Характеристика позавуличної стоянки для торгівельно-розважального центру.	96
6.3 Розробка схеми міської автомобільної стоянки для торгівельно-розважального центру.	98
7 БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ	102
7.1 Проблеми безпеки дорожнього руху	102
7.2 Аварійність на перехресті.....	104
7.3 Безпека пішоходів	108
ВИСНОВКИ	111
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	113
ДОДАТОК А.....	120

	7
ДОДАТОК Б	123
ДОДАТОК В	125
ДОДАТОК Г	127
ДОДАТОК Д	134

ВСТУП

В умовах прискорення темпів автомобілізації, високої інтенсивності дорожнього руху, особливої гостроти набуває проблема забезпечення безпеки дорожнього руху, вирішення якої спрямоване на збереження життя і здоров'я громадян. Постійно зростаючий автомобільний парк, що є позитивним для економічного розвитку суспільства, несе підвищення рівня небезпеки на дорогах, збільшення людських та матеріальних втрат внаслідок аварійності.

Перед державою встає необхідність створення сучасної транспортної інфраструктури міста: розвиток та забезпечення належного стану ВДМ, облаштування та своєчасний ремонт технічних засобів регулювання дорожнього руху, застосування передових та перспективних технологій будівництва та ремонту транспортної мережі, підвищення безпеки дорожнього руху та вдосконалення керування транспортними і пішохідними потоками.

Метою дипломної роботи є розробка схеми транспортного планування нового міста.

Об'єктом дослідження виступає транспортна інфраструктура міста.

Предмет дослідження – економічний і соціальний вплив транспортної інфраструктури.

Для досягнення поставленої мети направлене вирішення наступних задач:

- аналіз сучасних проблем транспортного планування міст;
- аналіз впливу транспорту на життя населення;
- визначення варіанту транспортного планування нового міста;
- застосування технічних засобів регулювання дорожнього руху на перехресті;
- обґрунтування економічної ефективності введення транспортної сигналізації;
- проектування міської автостоянки;
- вирішення питань безпеки дорожнього руху.

1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПРОБЛЕМ ТРАНСПОРТНОГО ПЛАНУВАННЯ МІСТ

Транспорт є сектором національного господарства, який забезпечує переміщення вантажів і населення, а тому він належить до виробничої сфери і сфери послуг. Транспортний комплекс почав формуватися через урізноманітнення видів транспорту, ускладнення його структури і взаємозв'язків між окремими галузями.

Транспорт — специфічна галузь господарства. В порівнянні з іншими виробничими секторами, він не створює нових матеріальних цінностей. Результатом роботи транспорту є переміщення вантажів і людей. Вантажний транспорт належить до виробничої сфери. Пасажирський, здійснюючи перевезення людей, належить до сфери послуг. Важливість транспорту полягає в тому, що він забезпечує зв'язки між галузями, підприємствами, регіонами країни, іншими державами. Без транспорту був би неможливий сам процес сучасного виробництва, тому що для нього необхідні зв'язки щодо постачання сировини й продукції. Велика роль галузі у підвищенні рівня життя населення.

Для сучасного транспорту властива велика різноманітність видів, кожен з яких має свої специфічні виробничі особливості. Тому можна вважати його комплексом взаємопов'язаних галузей. Поділяють його на складові частини, передусім, за середовищем, в якому здійснюється переміщення вантажу чи людей (дивись рисунок 1.1) [1].

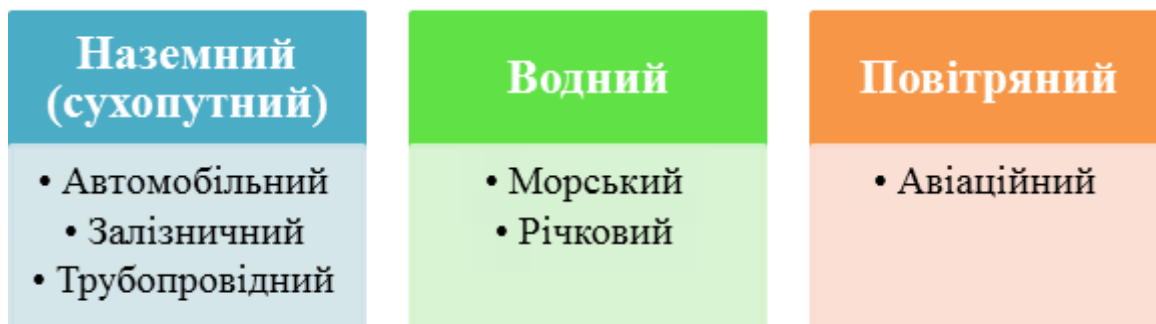


Рисунок 1.1 – Види транспорту за середовищем пересування.

1.1 Проблеми транспортних систем міст та можливі шляхи їх вирішення.

Оснoву транспортної системи міст складає ВДМ. Структура і протяжність ВДМ базуються на основі генеральних планів міста, які орієнтовані на визначений рівень автомобілізації. Внаслідок активного зростання рівня автомобілізації розвиток дорожньо-транспортної інфраструктури є одним із пріоритетних напрямків міст. Зростання автомобільного парку в умовах функціонування сформованої ВДМ міста супроводжується підвищенням інтенсивності руху, збільшенням рівня завантаження основних доріг, створенням заторів та зниженням середньої швидкості руху. Частіше за все, проблеми із заторами утворюються у центральних частинах великих та надвеликих міст. Відсутність обхідних магістралей приводить до перевантаження центральних вулиць, а особливо в історичних частинах міст, які за параметрами можна віднести до категорії житлових або районних вулиць. Реконструкція цих територій складна. В ході реконструкції необхідно передбачити будівництво нових магістралей та перехоплюючих дуг, які дозволять обійти центральну частину міста та території із високим рівнем завантаження рухом. [2]

Основні проблеми функціонування транспортних систем міст єдині для всіх. Їх можна систематизувати і поділити на об'єктивні і суб'єктивні проблеми.

Об'єктивні проблеми:

- 1 Зростання рівня автомобілізації населення;
- 2 Збільшення інтенсивності використання індивідуально транспорту;
- 3 Зниження ефективності міського пасажирського транспорту;
- 4 Збільшення потреби жителів міста в переміщеннях;
- 5 Диспропорція між рівнем автомобілізації і темпами дорожнього будівництва;

Суб'єктивні проблеми:

- 1 Недосконалість системи організації та управління розвитком дорожньо-транспортного комплексу;

2 Недостатня законодавча база на місцевому та регіональному рівні в галузі управління транспортною системою міста, регіону;

3 Недостатня інформаційна складова при прийнятті управлінських рішень;

4 Недоліки фінансування розвитку дорожніх мереж і транспортної інфраструктури;

5 Невирішеність майнових питань і питань розмежування прав власності та управління об'єктами транспортної інфраструктури;

6 Негативний вплив людського фактору.

Системний підхід до вирішення транспортних проблем - це здійснення на державному рівні складної інтегрованої політики на основі синтезу систем управління транспортом, містобудування, землекористування та організації дорожнього руху, яка реалізується через відповідні галузеві та правової бази. Тільки такий синтез управління стає необхідною умовою ліквідації транспортного колапсу в великих містах.

Шляхи ефективного вирішення проблем транспортних систем міст:

1 Вдосконалення галузевої правової бази і методів державного управління автомобільним транспортом і системною організацією дорожнього руху;

2 Раціональне комплексне транспортне та містобудівне планування;

3 Оперативна організація дорожнього будівництва і максимальне збереження існуючої дорожньої мережі;

4 Впровадження сучасних систем управління рухом міського транспорту, що забезпечують рівноправний доступ учасників дорожнього руху до наявних ресурсів магістральних автотранспортних мереж. [3]

Основне завдання ТПМ – забезпечення максимальної зручності для населення з метою пересування за їхньої необхідності. Планомірний розвиток міст вимагає не тільки архітектурно-планувальних заходів, а й розв'язання інженерних задач, до яких належать транспортні мережі. Наявні елементи прогнозу з оцінки гостроти транспортних проблем становлять частину теорії транспортних систем.

ТПМ містить комплекс транспортних, будівельних, планувальних і природоохоронних заходів.

Також завданням ТПМ являється – створення умов, що найкраще вирішують проблеми транспортного обслуговування міста. Гострота цих проблем залежить переважно від розмірів міста з 2 причин:

1 Зі збільшенням населення міста збільшуються транспортні й пішохідні потоки.

2 Збільшення площі міста ускладнює міські шляхи сполучення та призводить до складностей організації руху транспорту.

Особливе місце у ТПМ займає проблема організації стоянок для автомобільного транспорту, а також проблема охорони навколишнього середовища: забруднення повітря вихлопними газами, захист від вібрації та шуму

Основні причини ДТП у місті – близькість транспортних і пішохідних потоків. У зв'язку з цим існує 2 способи розв'язання поставлених завдань:

1 Організувати руху на вже наявній системі вулиць.

2 Забезпечити високу пропускну здатність дорожнього руху [4].

Характерною особливістю найкрупніших міст є той факт, що їх територіальне зростання та збільшення рівня автомобілізації супроводжується різким зростанням середньої дальності поїздки та пробігу автотранспорту. Проблеми, викликані зростанням міст, стають тим гострішими чим крупніше місто. Це пояснюється, по-перше, збільшенням міської території, по-друге, зростанням щільності населення. З цим пов'язана транспортна проблема, бо зростання рівня автомобілізації веде до високої інтенсивності транспортного потоку на ВДМ міста. Виникає невідповідність ВДМ міста величині транспортних потоків.

Темпи зростання транспорту в найкрупніших і крупних містах набагато перевищують темпи зростання міського населення. В результаті досліджень було виявлено, що збільшення населення в 2,5 рази у великому місті, призводить до збільшення роботи транспорту у 5-10 разів. Вже зараз виникають транспортні затори, збільшується кількість ДТП, особливо в центральних районах великих міст України.

Основними причинами більш високої автомобілізації є:

- збільшення транспортної рухливості населення при зростанні його чисельності;
- зростання числа поїздок в зони відпочинку, з урахуванням омолодження середнього віку власників автомобілів;
- переключення короткопробіжних вантажних перевезень на автомобільний транспорт;
- збільшення кількості спеціальних транспортних засобів;
- збільшення пасажироперевезень із зростанням міста.

Оцінюючи тільки величину транспортних потоків на магістральній мережі міста, слід вважати, що ефективність та безпека роботи міського транспорту може бути забезпечена тільки при чіткій організації руху, високому інженерному обладнанні міських вулиць та доріг і наявності великої кількості спеціальних дорожньо-транспортних споруд на ВДМ міста.

Вирішення цих питань в дуже великій мірі ускладнюється особливостями умов роботи транспорту в містах. До них в першу чергу відносяться:

- зростання інтенсивності руху транспорту з величиною міста;
- наявність великої кількості факторів, що обмежують швидкість руху;
- велика кількість перехресть;
- високий рівень ДТП на ВДМ міста;
- значний ріст інтенсивності пішохідного руху як вздовж магістралей, так і на їх перетинах;
- розміщення в межах червоних ліній рейкових шляхів;
- наявність великої кількості ТЗ загального користування і спеціального призначення;
- значне екологічне навантаження від транспорту на міське середовище [5].

До факторів, що обмежують швидкість руху автомобіля у місті відносяться:

1 темна пора доби, умови недостатньої видимості;

2 виникнення небезпеки для руху або перешкоди, через яку водій повинен вжити заходів для зменшення швидкості аж до зупинки ТЗ або безпечного для інших учасників руху об'їзду перешкоди;

- 3 обмеження максимальної швидкості руху (50 км/год);
- 4 максимальна швидкість, визначена технічною характеристикою ТЗ;
- 5 місця виконання дорожніх робіт;
- 6 місця проведення масових, або спеціальних заходів;
- 7 стихійні явища (зливи, урагани, снігопади, град, ожеледь);
- 8 небезпечні ділянки дороги та вулиці (небезпечні повороти, ділянки з обмеженою видимістю, місця звуження дороги тощо);
- 9 місця розміщення наземних нерегульованих пішохідних переходів;
- 10 ділянки доріг, прилеглих до території шкільних та загальноосвітніх навчальних закладів [7].

Найбільш сприятливими для ТПМ є міста з населенням до 100-200 тис. жителів. Ці міста можуть обслуговуватися автобусами. Система магістралей, транспортних площ і перехресть в цих містах може бути побудована за принципом організації саморегульованого руху. В містах інтенсивних потоків доцільне відокремлення пішохідного від транспортного руху з організацією їх в різних рівнях [5].

У своїй статті Фоменко Г. Р. аналізує транспортну інфраструктуру і проблеми міст України, а також пропонує методи вирішення цих проблем.

У великих містах забезпеченість місцями зберігання автомобілів за місцем проживання населення складає в середньому 30-35 %, а забезпеченість місцями для паркування автомобілів у об'єктів тяжіння в середньому не перевищує 25 % від потрібної кількості. Ситуація ускладнюється також безконтрольним паркуванням транспортних засобів, у зв'язку з чим проїзна частина більшості вулиць у центральній частині міст використовується для руху тільки на 30-50 %, що в свою чергу приводить до зниження пропускної здатності вулично-дорожньої мережі. Не зважаючи на підвищення активності при створенні парковочного простору, оцінка і ефективність управління парковками на системному рівні не вирішені. Задачу управління парковками слід розглядати у взаємозв'язку із питаннями організації дорожнього руху та автомобільних перевезень. Необхідно здійснювати координацію заходів по розвитку парковочного простору із задачами управління

транспортним попитом, обмеження доступу у перевантажені центри міст, розвитку системи громадського транспорту.

Для покращення умов руху, частіш за все, використовується будівництво кільцевих обхідних доріг на екологічно безпечній відстані від існуючих забудов. Задачі кільцевих доріг визначаються:

- розосереджуванням прибуваючих до міста і виїжджаючих потоків по різних частинах міста з мінімальним використанням міських магістралей;
- видаленням із міста внутрішніх зв'язків між окремими периферійними його частинами;
- видаленням із міста транзитних потоків.

Ці заходи спрямовані на забезпечення прискорення руху міжміських та внутрішньоміських сполучень, скорочення часу транзитних перевезень та покращенню екологічного стану у містах.

В останні роки спостерігається значне зростання приватного транспорту, що сприяє виникненню заторів на міських вулицях та дорогах. Одним із заходів по покращенню умов руху є відмова власників від користування автомобілем і перехід на громадський транспорт. Перехід частки власників автомобілів на громадський транспорт у великих містах можливий, але при виконанні умов комфорту, безпеки та швидкості доставки пасажирів. Значна доля перевезень громадським транспортом здійснюється автобусами, які потребують покращення якості обслуговування, а саме:

- покращення санітарного стану салонів автобусів;
- дотримання на всіх маршрутах інтервалу руху (доведення до максимального заповнення транспортного заходу);
- покращення технічного і санітарного стану на зупинках;
- зменшення перевантаження транспортних салонів у години «пік»;
- підвищення рівня кваліфікації водіїв.

Для використання пасажирями громадського транспорту необхідна висока якість обслуговування, конкурентоздатність по відношенню до приватного, що

буде сприяти збільшенню бажаючих використовувати громадський транспорт замість власного.

Для забезпечення якісної роботи в системі міських і приміських перевезень бажано впровадження управління єдиним оператором який:

- створює і забезпечує ефективну роботу міської транспортної системи;
- керує співвідношенням громадського і індивідуального транспорту за допомогою методів тарифного і містобудівного регулювання;
- забезпечує пріоритет громадського транспорту при фінансуванні розвитку транспортної системи та організації дорожнього руху;
- розробляє мережу маршрутів для усіх видів громадського транспорту, визначає розклад руху, види і кількість транспортних засобів на маршрутах для задоволення соціальних стандартів якості міського життя, його мобільності, доступності, екологічності;
- організує єдину тарифну систему;
- інформує користувачів про доступні транспортні послуги;
- несе відповідальність перед споживачами за дотримання оголошених параметрів транспортних послуг;
- замовляє програму розвитку транспортної системи, модернізації маршрутної мережі у спеціалізованих організаціях;
- замовляє у перевізників виконання перевезень згідно розкладу і оплатою пробігу;
- забезпечує економічний баланс витрат, надходжень від продажу квитків та можливостей міського бюджету по підтримці транспортної системи.

Для розвитку і покращення транспортної інфраструктури міст необхідно вжити наступні заходи:

- створення системи інформаційного забезпечення транспортних процесів;
- упровадження сучасних технічних засобів контролю та управління рухом;
- моніторинг транспортних потоків;
- виявлення проблемних ділянок;
- підвищення пропускну здатності вулично-дорожньої мережі;

- формування оптимальної транспортної інфраструктури з використанням принципів логістики, транспортно-логістичних центрів, які забезпечать взаємодію між видами транспорту і забезпечення перевезень пасажирів і вантажів;
- модернізацію громадського транспорту, його інфраструктуру, рухомий склад, управління [6].

Загалом, створене планування міст повинне задовольняти не тільки архітектурно-художній критерій, а й соціально-економічний і, найголовніше, повинен забезпечувати максимальну швидкість і зручність пересування. У зв'язку з цим ще одним завданням ТПМ вважається розробка магістральних напрямків, що мають найкоротшим шляхом зв'язувати основні фокуси тяжіння населення з транспортними вузлами

1.2 Планування вулично дорожньої мережі.

ВДМ – призначена для руху транспортних засобів і пішоходів мережа вулиць, доріг, внутрішньо-квартальні та інші проїзди, тротуари, пішохідні та велосипедні доріжки, набережні, майдани, площі, а також автомобільні стоянки та майданчики для паркування транспортних засобів з інженерними та допоміжними спорудами, технічними засобами організації дорожнього руху [8].

Планувальна структура ВДМ являється основою планувальної побудови генерального плану міста. Вона будується із цілями досягнення компактності і скорочення затрат часу на переміщення.

Транспортна інфраструктура – найбільш дієва у планувальному відношенні, а саме, забезпечує життєві функції міста і суттєво впливає на зональне містобудівельне рішення.

Вулична мережа міста – один з найбільш стабільних його елементів, тому повинна бути розрахована на дуже тривалий період використання, щоб обходитись без дорогих перебудов [9].

Вулиці й дороги на плані міста утворюють мережу наземних шляхів сполучення. Якщо з ВДМ кожного міста виділити магістральні напрямки, що є,

власне кажучи, основою міського плану, то чітко видно принципову геометричну схему планування кожного міста.

Існує вісім принципових геометричних схем, що охоплюють усе різноманіття міських планувальних структур:

- вільна;
- прямокутна;
- прямокутно-діагональна;
- трикутна;
- радіальна;
- радіально-кільцева;
- гексагональна;
- комбінована.

Вільна схема характерна для старих міст з невпорядкованою ВДМ. Уся мережа складається з вузьких кривих вулиць зі змінною шириною проїзної частини, що нерідко виключає двосторонній рух. Вільна схема не пов'язана з якоюсь типовою схемою. Зустрічається у середньовічних європейських містах та при складних рельєфних умовах. Реконструкція такої мережі вулиць, як правило, пов'язана з руйнуванням існуючої забудови. Для сучасних міст ця схема недоцільна і може бути залишена тільки в заповідних частинах міста.

Прямокутна схема дуже поширена і притаманна переважно молодим містам чи відносно старим, які будували за єдиним планом. Характерна наявністю паралельно розташованих магістралей. До числа таких міст належать Одеса, Миколаїв, Черкаси, низка американських міст. Перевагами прямокутної схеми є відсутність чітко визначеного центрального ядра і можливість рівномірного розподілу транспортних потоків по всій території міста. Недоліки цієї схеми – велика кількість завантажених перетинів, що ускладнюють організацію руху і збільшують транспортні витрати, значні перепробіги автомобілів в напрямках, що не співпадають з напрямками вулиць.

Прямокутно-діагональна схема є різновидом прямокутної. Вона містить у собі діагональні й хордові вулиці, що відображені в існуючій забудові на найбільш

завантажених напрямках. Ця схема трохи поліпшує транспортну характеристику вуличної мережі міста, зменшує складність зв'язків між периферійними точками, але створює нові проблеми: перетин міста по діагоналі створює систему складних перехресть з п'ятьма і шістьма вулицями. При малій інтенсивності потоку (до 1500-2000 авт./год.) для розв'язки руху можна використовувати принцип саморегульованого руху, при більш високій – потрібні багаторівневі розв'язки в різних рівнях. До міст з такою ВДМ відносяться Вашингтон, Детройт, Херсон.

Трикутна схема розосереджує транспортні потоки, звільняє центр міста від транзиту. Однак при цьому утворюються складні у планувальному рішенні перетини під гострим кутом. Елементи трикутної схеми можна побачити в старих районах Лондона, Парижа, Берна та інших міст.

Радіальна схема зустрічається в невеликих старих містах, тому що дуже ускладнює сполучення між периферійними районами, що викликає значний переїзд і перевантаження центру. Її застосовують в основному переважно в малих населених пунктах, які характеризуються незначною дальністю пересувань і низкою щільністю автомобілепотоків, для інших міст така система у чистому вигляді не може бути прийнята.

Радіально-кільцева схема вуличної мережі характерна для значних і великих міст і має два принципово різних види магістралей – радіальні й кільцеві. Радіальні магістралі є найчастіше продовженням автомобільних доріг і служать для проникнення транспортних потоків усередину міста, для сполучення центру з периферійними районами й окремими районами між собою. Кільцеві магістралі – це, насамперед, розподільні магістралі, що з'єднують радіальні і забезпечують перевезення транспортних потоків з однієї радіальної магістралі до іншої. Вони служать також для транспортного зв'язку між окремими районами, розташованими в одному поясі міста. Прикладом такого планування є Москва, Дрезден, Івано-Франківськ.

Гексагональна схема – це схема, в основі якої лежить комбінація шестикутників. У цій схемі виключається утворення складних вузлів на перетині

магістральних вулиць, а також протяжних прямолінійних напрямків. Відсутність найкоротших напрямків стримує можливість її використання у будівництві.

Комбінована схема характерна для великих і значних історично сформованих міст. Така ВДМ зустрічається найчастіше. Вона використовує позитивні якості одних систем та зменшує недоліки інших. Приклад міст з такою схемою – це Дніпро, Запоріжжя, Маріуполь [5,10].

Вулицею називається частина території міста або населеного пункту яка розміщена між червоними лініями або лініями забудови і призначена для руху транспорту і пішоходів, прокладання інженерних мереж, відводу поверхневих вод, розміщення зелених насаджень і влаштування наземного обладнання.

Межі вулиці по її ширині визначаються червоними лініями, які встановлюються генеральним планом міста. Червоні лінії - це умовні лінії, які обмежують територію існуючих та проектуємих вулиць і відділяють їх від інших територій міста

Ширина вулиць у межах червоних ліній становить:

а) для магістральних вулиць:

- загальноміського значення безперервного руху - 50-90 м;
- загальноміського значення регульованого руху - 50-80 м;
- районного значення 40-50 м;

б) для вулиць місцевого значення - 15-35 м;

в) для селищних і сільських вулиць (доріг) - 15-25 м.

Ширину вулиць і доріг слід визначати з урахуванням їх категорій та залежно від розрахункової інтенсивності руху транспорту і пішоходів, типу забудови, рельєфу місцевості, вимог охорони навколишнього природного середовища, розміщення підземних інженерних мереж, зелених насаджень.

В умовах існуючої забудови, ширину вулиць і доріг у межах червоних ліній при належному містобудівному обґрунтуванні допускається зменшувати з мінімально можливим звуженням елементів їх поперечного профілю [11].

Загальна ширина вулиці визначається такими основними факторами:

1 Призначенням вулиці, характером і розмірами розрахункового руху. Цей чинник безпосередньо впливає на ширину проїзних частин і тротуарів, а також загальне рішення вулиці; при цьому повинна забезпечуватися можливість створення транспортних розв'язок у різних рівнях на пересіченнях вулиці, що проектується, з іншими вулицями і дорогами, якщо такі перетини передбачаються генеральним планом міста.

2 Висотою забудови: співвідношення висоти забудови і загальної ширини вулиці повинно забезпечувати нормальну інсоляцію житлових будинків. За діючими нормативами відстань між вуличними фасадами житлових будинків повинна бути не менша 1,5 висоти найвищого будинку. Ця вимога може бути виконана не тільки прийняттям відповідної ширини вулиці, але й шляхом віддалення лінії забудови від червоних ліній в глибину мікрорайону. Прийом довільної забудови значно полегшує вирішення цього питання.

3 Кліматичними умовами: в південних містах, де вуличне життя значно інтенсивніше, ніж у містах із помірним і холодним кліматом, тротуари повинні бути ширші, а ступінь озеленення вулиць в містах із жарким кліматом повинний бути вищим ніж в містах з помірним і холодним кліматом. У північних районах з частими снігопадами і заметілями необхідно поширювати вулиці з виділенням спеціальних смуг для розміщення снігу.

4 Природними умовами росту зелених насаджень, що обумовлюють реальні можливості озеленення вулиці [12].

Основою для проектування транспортної системи є план міста. На потребу в транспорті впливають планувальні фактори. Аналіз плану міста починається з вивчення і опису його особливостей за такими параметрами:

- величина міста (чисельність населення, площа освоєної території);
- форма і розмір території, ступінь компактності;
- розчленованість території, наявність природних і штучних перешкод (ріки, яри, залізні дороги та ін.);
- взаємне розташування житлових районів і промислових об'єктів;
- розміщення загальноміського і районних центрів;

- характер розміщення основних фокусів пасажирського тяжіння;
- віддаленість населення від центру міста;
- будівельне зонування території житлової забудови;
- особливості планування вулично-дорожньої мережі.

При проектуванні міських поселень слід передбачати єдину систему транспорту та вулично-дорожньої мережі в ув'язці з планувальною структурою поселення і прилеглої до нього території, забезпечення зручних, швидкі і безпечних зв'язків з усіма функціональними зонами, з іншими поселеннями системи розселення, об'єктами, розташованими в приміській зоні, об'єктами зовнішнього транспорту і автомобільними дорогами загальної мережі.

Транспортна мережа міста повинна відповідати наступним вимогам:

- забезпечувати зручні пасажирські зв'язки з найкоротшим напрямками між місцем житла і районами праці та навчання, об'єктами культурно-побутового призначення, центром міста і центрами районів;
- забезпечувати зручні пасажирські зв'язки об'єктів зовнішнього транспортного вузла з житловими районами і центром міста;
- транспортні лінії повинні проходити у напрямку головних пасажиропотоків;
- довжина транспортних ліній повинна знаходитися у відповідності із загальною площею міста і числом ТЗ, що курсують на мережі;
- довжина транспортної мережі повинна бути мінімальною при умови максимального обслуговування території міста;
- забезпечувати пропуск очікуваної кількості ТЗ;
- забезпечувати необхідні швидкості сполучення, що гарантують нормативні витрати часу на пересування;
- транспортна мережа повинна забезпечувати надійність функціонування транспортної системи, на випадок перекриття руху на окремих ділянках мережі повинні бути передбачені обхідні напрямки;

– система міського громадського пасажирського транспорту повинна забезпечувати функціональну цілісність і взаємозв'язок усіх основних структурних елементів міської території з урахуванням перспектив розвитку міста і регіону;

– при розробці проекту організації транспортного обслуговування населення слід забезпечувати швидкість, комфорт і безпеку транспортних пересувань постійного і тимчасового населення міста.

Лінії наземного громадського пасажирського транспорту слід передбачати на магістральних вулицях і дорогах з організацією руху транспортних засобів в загальному потоці, по виділеній смузі проїжджої частини або на відокремленому полотні [13].

У своїй статті [14] Степанчук О. В. проаналізував одну з проблем розвитку міського середовища, а саме: особливості класифікації вулиць і доріг населених пунктів. З цієї статті можна зробити висновок, що вулично-дорожня мережа населених пунктів України за своїм темпами розвитку значно відстає від росту інтенсивності руху транспортних засобів по ній. У зв'язку з цим виникає необхідність в уточненні і удосконаленні класифікації міських вулиць і доріг, що потребує напрацювати необхідні вимоги до її параметрів із врахуванням технічних показників і режимів руху транспортного потоку.

Аналіз закордонного досвіду показав необхідність розвитку хордових швидкісних автомобільних доріг в значних і найзначніших містах, підтверджуючи доцільність їхнього використання як для автомобільного, так і для легкового транспорту.

Використовуючи досвід розвинутих країн світу, беручи до уваги переваги і недоліки прийнятої у них класифікації ВДМ, треба при проведенні класифікації вулиць і доріг населених пунктів враховувати проектну і перспективну чисельність населення, інтенсивність руху по видах транспортних засобів, оптимальну щільність для даної ділянки мережі, враховуючи режими руху транспорту, характер перехресть, розрахункову швидкість, пропускну спроможність, ширину і кількість смуг руху, а також забезпечення доступності до території.

1.3 Керування транспортними і пішохідними потоками.

У загальному випадку під керуванням розуміють вплив на той або інший об'єкт із метою покращення його функціонування. Щодо дорожнього руху об'єктом керування є ТЗ і пішоходи. Дорожній рух є специфічним об'єктом керування, оскільки учасники дорожнього руху володіють власною волею та реалізують при русі свої особисті цілі. Таким чином, дорожній рух являє собою техносоціальну систему, що і визначає його специфіку як об'єкта керування [15].

Сутність керування полягає в тому, щоб зобов'язувати учасників дорожнього руху, забороняти або рекомендувати їм ті чи інші дії в інтересах забезпечення швидкості й безпеки. Воно здійснюється шляхом включення відповідних вимог до Правил дорожнього руху, а також застосуванням комплексу технічних засобів і розпорядчих дій поліції та інших осіб, які мають відповідні повноваження.

На рівні служб дорожнього руху, організація дорожнього руху являє собою комплекс інженерних та організаційних заходів на існуючій вулично-дорожній мережі, що забезпечують безпеку й достатню пропускну здатність транспортних і пішохідних потоків. До таких заходів належить керування дорожнім рухом, яке вирішує більш вузькі питання. Окремим видом керування є регулювання, тобто підтримка параметрів руху у заданих межах [16].

При локальному ручному керуванні оператор знаходиться безпосередньо на перехресті спостерігаючи за рухом транспортних засобів і пішоходів. Локальне управління найчастіше застосовується на окремому або, як кажуть, ізольованому перехресті, яке не має зв'язку із сусідніми перехрестями ні по управлінню ні по потоку. Зміна сигналів на такому перехресті забезпечується за індивідуальною програмою незалежно від умов руху на сусідніх перехрестях, а прибуття ТЗ до цього перехрестя носить випадковий характер.

При ручному управлінні (коли оператор не знаходиться на перехресті) для зворотного зв'язку можуть використовуватися засоби відеоспостереження, телефонного зв'язку або відображення інформації керуючого пункту. Останні використовують інформацію, що надходить від детекторів транспорту.

Автоматичне управління здійснюється без участі людини, заздалегідь заданою програмою, автоматизоване – за участю людини-оператора. Оператор використовуючи комплекс технічних засобів для збору необхідної інформації і пошуку оптимального рішення, може коригувати програму роботи автоматичних пристроїв або сам керувати дорожнім рухом. Як в першому так і в другому випадку можуть бути використані ЕОМ, за допомогою яких по заданих алгоритмах вибирається найбільш вигідний режим регулювання.

При автоматичному управлінні зворотний зв'язок здійснюється за допомогою детекторів транспорту.

Світлофори призначені для почергового пропуску учасників дорожнього руху через певні ділянки ВДМ. Залежно від умов світлофори застосовуються для керування рухом у певних напрямках або по окремих смугах даного напрямку:

- в місцях, де зустрічаються конфліктуючі транспортні, а також транспортні і пішохідні потоки (перехрестя, пішохідні переходи);
- на залізничних переїздах, розвідних мостах, причалах, поромах, переправах;
- при виїздах автомобілів спецслужб на дороги з інтенсивним рухом;
- по смугах, де напрямок руху може змінюватися на протилежне;
- для управління руху маршрутних транспортних засобів [17].

Основним завданням організації дорожнього руху є розробка і здійснення заходів, які забезпечували б ефективність та безпеку транспортних і пішохідних потоків. До конкретних заходів, що вдосконалюють процес автомобільного руху, можна віднести:

- будівництво пересічень в різних рівнях;
- виділення транзитного руху із загальноміських потоків;
- розподіл потоків в просторі (додаткові смуги, паралельні дороги) і в часі (зміщення початку роботи, регулювання випуску автомобілів на лінію);
- введення примусового регулювання на пересіченнях;
- заборона ліво- і правоповоротних маневрів, розворотів, обгонів;

- введення каналізованого руху, тобто примусового розподілу транспортних потоків по напрямках;
- виділення спеціальних смуг для пасажирського транспорту;
- заборона зупинок транспортних засобів;
- віднесення поворотів і розворотів за межі перехрестя;
- розміщення і обладнання необхідної кількості стоянок і пунктів зупинок;
- обмеження швидкості руху;
- організація і облаштування доріг необхідними засобами інформації;
- забезпечення високого коефіцієнта зчеплення на дорозі ($>0,4$);
- заборона руху окремих видів транспорту в районі, магістралі, вулиці;
- диференціація смуг руху для легкових і вантажних автомобілів;
- організація одностороннього руху;
- вирівнювання швидкісного режиму руху за допомогою обмеження верхньої і нижньої границі;
- створення зон без транспорту та інші.

Необхідно відзначити, що втручання у транспортний потік у вигляді реалізації одного або декілька заходів може бути виправдане тільки у тому випадку, коли ефект на ділянці дороги буде отриманий не за рахунок втрат на іншій, сусідній ділянці [18].

До найпростіших технічних засобів організації дорожнього руху відносяться дорожні знаки і дорожня розмітка.

Дорожні знаки — це засоби організації дорожнього руху, які представляють собою стандартизовані графічні малюнки, що передають певні повідомлення учасникам дорожнього руху.

Дорожні знаки, що застосовуються в усьому світі можна розділити на дві системи: європейську і англосаксонську, з незначними відмінностями і доповненнями. Дорожні знаки в Україні, країнах СНД, Європі та багатьох інших країнах відповідають Віденської конвенції про дорожні знаки і сигналах.

В Україні існує сім видів дорожніх знаків:

1 Попереджувальні знаки – інформують водіїв про наближення до небезпечної ділянки дороги і характер небезпеки. Під час руху по цій ділянці необхідно вжити заходів для безпечного проїзду. Зазвичай мають вигляд трикутника з червоним обрамленням.

2 Знаки пріоритету – встановлюють черговість проїзду перехресть, перехрещень проїзних частин або вузьких ділянок дороги. Мають різні форми.

3 Заборонні знаки – запроваджують або скасовують певні обмеження в русі. Зазвичай мають форму кола і червоним обрамленням.

4 Наказові знаки – показують обов’язкові напрямки руху або дозволяють деяким категоріям учасників рух по проїзній частині чи окремих її ділянках, а також запроваджують або скасовують деякі обмеження. Мають круглу форму та біле зображення на синьому фоні.

5 Інформаційно-вказівні знаки – запроваджують або скасовують певний режим руху, а також інформують учасників дорожнього руху про розташування населених пунктів, різних об’єктів, територій, де діють спеціальні правила. Мають форму квадрата чи прямокутника.

6 Знаки сервісу – інформують учасників дорожнього руху про розташування об’єктів обслуговування. Мають форму прямокутника.

7 Таблички до дорожніх знаків – уточнюють або обмежують дію знаків, разом з якими вони встановлені. Мають форму прямокутника із чорним обрамленням [19].

Дорожня розмітка є найпростішим та ефективним засобом організації дорожнього руху. Розмітка являє собою лінії, написи та інші позначення, що наносяться на проїзну частину, бордюри та елементи дорожніх споруд.

Дорожня розмітка допомагає водію орієнтуватися в дорожніх умовах, особливо під час руху в темну пору доби, коли водієві дуже складно залишатися на полосі руху під час зустрічного роз’їзду.

Залежно від місця нанесення розмітки встановлено дві її групи: горизонтальна і вертикальна які за призначенням поділяються на види.

До горизонтальної розмітки належать лінії, написи, стрілки та інші позначення, що їх наносять на поверхню проїзної частини дороги з удосконаленим покриттям.

До вертикальної розмітки належать лінії (смуги) і позначення, що їх наносять на торцеві поверхні штучних споруд та інженерне обладнання автомобільних доріг, а також світлоповертальні елементи, що їх закріплюють на цих поверхнях.

Основне призначення розмітки – забезпечення візуальної орієнтації учасників дорожнього руху у разі вибору траєкторії, напрямку і режимів руху в різних дорожніх умовах. Розмітка повинна бути видима як в світлу так і в темну пору доби на відстані, що забезпечую безпеку руху.

У разі нанесення постійної горизонтальної розмітки треба застосовувати матеріали з терміном зносостійкості не менше ніж три роки для полімерної стрічки, один рік для пластичних мас та шість місяців для фарб.

Для тимчасової горизонтальної розмітки треба застосовувати матеріали з низькою зносостійкістю (до двох місяців) або з можливістю швидкого зняття її з дорожнього покриття.

Розмітку на ВДМ наносять відповідно до проектів (схем) організації дорожнього руху, погоджених та затверджених у встановленому порядку [20].

В умовах високого рівня автомобілізації рішення задач ОДР, особливо в великих містах, вимагає обов'язкового застосування АСУДР. Управління рухом в умовах граничного насичення вулиць і доріг транспортними та пішохідними потоками повинно ґрунтуватися на гнучкій технології, здатної в реальному масштабі часу знаходити і реалізовувати оптимальні дії, щодо управління. Це завдання вирішується застосуванням АСУДР, які повинні розроблятися і впроваджуватися спільно фахівцями з ОДР, електроніки та автоматики, прикладної математики. Необхідно, однак, підкреслити, що найдосконаліші АСУДР можуть бути ефективно впроваджені лише на базі ретельно підготовленої ВДМ з використанням інженерних рішень і забезпечення відповідної пропускної здатності доріг. АСУДР може лише в певних межах підвищити пропускну здатність дороги,

в порівнянні з рівнем, досягнутим при жорсткому регулюванні, але її можливості далеко не безмежні.

Дослідження дорожнього руху дозволяють зробити загальні висновки про те, що, по-перше, якісна його організація є найважливішою умовою ефективного транспортного процесу на ВДМ в містах та на автомобільних дорогах і, по-друге, вимагає комплексного підходу і відповідного детально розробленого проекту з урахуванням результатів натурних досліджень об'єкта. Особливо це важливо для великих міст, де виникають складні завдання ув'язки роботи пасажирського і вантажного транспорту, масового руху пішоходів, забезпечення автомобільних стоянок і т. д.

При створенні ПОР, як правило, вирішуються такі основні завдання:

- забезпечення умов ефективної роботи маршрутного пасажирського транспорту (розміщення та обладнання зупинок, кінцевих станцій, виділення пріоритетних умов тощо).

- введення і прив'язка необхідних світлофорних об'єктів та їх координація;
- організація умов для безпечного і зручного руху пішоходів;
- каналізування транспортних потоків;
- необхідні планувально-реконструктивні заходи на ВДМ;
- організація пропуску транзитного транспорту з рішенням супутніх питань.

Всі розробки повинні ґрунтуватися на детальному вивченні характеристик транспортних і пішохідних потоків, статистики ДТП, транспортних кореспонденції. Для цього необхідні передпроектні обстеження за відповідною програмою. Передбачена необхідність попереднього економічного обґрунтування і оцінка ефективності запланованих проектом заходів після їх впровадження.

Запропоновано десять етапів і їх послідовність при розробці ПОР і його впровадженні:

- 1 Укладення договору із замовником на виконання проектно-вишукувальних робіт;
- 2 Підготовка, погодження та затвердження завдання на виконання ПОР;
- 3 Організація і проведення обстежень для отримання вихідних даних;

4 Розробка ескізних варіантів організації руху. Вибір і обґрунтування оптимального варіанта;

5 Попереднє узгодження з замовником запропонованого варіанту організації руху;

6 Детальне опрацювання узгодженого варіанту;

7 Оформлення проектної документації;

8 Авторський нагляд при впровадженні проектних рішень;

9 Виконання обстежень після впровадження проектних рішень;

10 Визначення фактичного ефекту від впровадження ПОР.

Значення і специфіка МПТ. Масові перевезення пасажирів міським транспортом, їх швидкість, безпека та економічності 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, так як маршрутний пасажирський транспорт, як правило, не має ізольованих шляхів сполучення. У поняття МПТ входять: трамваї, автобуси (маршрутні) і тролейбуси.

Необхідними умовами забезпечення безпеки масових пасажирських перевезень є: справні пасажирські ТЗ, відповідні дорожніх умов і обсягу перевезень; висока кваліфікація і 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 робить досить суттєвий вплив на весь процес дорожнього руху. Розвиток МПТ і чітка його робота дозволяють скоротити користування індивідуальними ТЗ в першу чергу для трудових поїздок та цим знизити завантаження ВДМ. Таким чином, чітка організація пасажирських перевезень і руху РС на маршрутах є в даний час глобальним питанням для організації всього міського руху.

Громадський транспорт забезпечує набагато більш економне використання ВДМ, ніж індивідуальні автомобілі.

В останні роки фахівцями висуваються обґрунтовані пропозиції щодо вирішення транспортної проблеми в центральних частинах великих міст шляхом більш широкого і ефективного використання автобусів або тролейбусів. 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 обумовлена комплексом властивостей. Найважливіше значення мають маневреність, гальмівні якості, інтенсивність розгону, умови праці водіїв, ступінь шумності і отруєння повітряного середовища, специфічні вимоги до пунктів зупинок. Найбільший негативний баланс за цими показниками має трамвай, шляхи якого розташовані посередині проїжджої частини. Це пояснюється перш за все відсутністю маневреності, крайньої небезпекою зупиночних пунктів, розташованих на проїжджій частині, про що свідчить статистика ДТП. При наявності шляхів трамвая посередині проїжджої частини вулиць з малою шириною, яка не дозволяє влаштувати посадочні майданчики, також неминуче виникають значні затримки всіх нерейкових ТЗ в зоні зупиночних пунктів.

Тролейбуси також мають недостатню маневреність і знижену швидкість руху на кривих малого радіусу і стрілочних переводах. Крім того, через дроти контактної мережі ускладнюється раціональне розміщення світлофорів, дорожніх знаків і покажчиків, які забезпечують найкращу видимість їх для водіїв, псується зовнішній вигляд вулиці. При від'єднанні струмоприймачів часто пошкоджуються дорожні знаки, світлофори. Особливо важким виявляється на практиці забезпечення лівоповоротного руху тролейбуса на перетинах широких вулиць, де його маневри можуть створювати значні затримки транспортних потоків і небезпечні ситуації.

Автобус має високу маневреність і незалежний від контактної мережі і наявності електроживлення. Разом з тим його значним недоліком є забруднення атмосфери відпрацьованими газами.

На основі наявного досвіду слід вважати, що поліпшення організації руху в містах повинно передбачати обов'язковий переклад трамвая на відокремлений

полотно і повсюдне зняття трамвайних шляхів з середини проїжджої частини магістральних вулиць. Контактна мережа для тролейбусів, як правило, не повинна прокладатися по магістралях з підвищеним швидкісним режимом, в тунелях і на естакадах, а також з поворотом ліворуч чи розворотом в вузлах з інтенсивним рухом. При організації руху автобусів та іншого МПТ великого значення набувають розміщення та обладнання зупинок і пересадочних пунктів, методи нормування і підвищення швидкостей руху [21].

Проаналізувавши проект ТОВ «А+С Україна» [22], щодо розробки схеми вдосконалення мережі громадського транспорту міста Миколаєва, можна виділити декілька способів оптимізації транспортних потоків у містах України:

- Для підвищення маршрутної швидкості та привабливості громадського транспорту доцільно планувати реконструкцію магістральних вулиць з максимальним відділенням магістрального транспорту (рейкового та нерейкового), з його розміщенням по осі вулиці та з мінімізацією конфліктів з автомобільним транспортом із наданням йому пріоритету руху на перехресті;
- Створення комфортної, доступної та безпечної інфраструктури для пішого пересування на усіх вулицях міста, з обов'язковим дотриманням вимог безбар'єрності;
- Відродження та розвиток трамвайної мережі як швидкісного транспорту високої місткості, зокрема реконструкція колійного господарства та контактної мережі, депо, зупинок, прокладання нових ліній у густонаселені райони щільної забудови та оновлення рухомого складу;
- Заміна наявного світлофорного обладнання, яке часто є застарілим, та підключення усіх світлофорів до автоматизованої системи;
- Облаштування нових світлофорних об'єктів за маршрутним принципом на головних магістралях міста;
- Вдосконалення налаштування світлофорів з використанням рішень з галузі інтелектуальних транспортних систем;
- Всі світлофорні фази на перехрестях рекомендується розробляти за принципом безконфліктного регулювання, щоб мінімізувати ймовірність

дорожньо-транспортних подій, особливо наїздів на пішоходів і зіткнень автомобілів під час здійснення лівих поворотів.

- Світлофори, розташовані на одній магістральній вулиці доцільно синхронізувати за принципом зеленої хвилі, зі швидкістю руху 45 км/год.

- У стратегічній перспективі доцільним є запровадження динамічної зміни фаз протягом доби та пріоритетизація руху громадського транспорту завдяки застосуванню інтелектуальних транспортних системи (ІТС), які розпізнають наближення трамвая або тролейбуса та коригують фази світлофора, аби громадський транспорт проїхав перехрестя без зупинки. Такі рішення здатні підвищити маршрутну швидкість громадського транспорту на 20-30%, а отже, суттєво скоротити час поїздки громадським транспортом і підвищити його популярність.

Висновок

У магістерській роботі об'єктом дослідження виступає транспортна інфраструктура міста, а предметом дослідження є її соціальний і економічний вплив. Транспортне планування системи міста, планування вулично-дорожньої мережі та керування транспортними і пішохідними потоками є надзвичайно важливими складовими для нового міста, яке має створювати позитивний вплив на економіку держави, а також створювати необхідний соціальний вплив на громадян (поліпшення якості і умов життя, збільшення тривалості життя, зменшення ризику втрати життя і здоров'я). Отже тема роботи є актуальною.

2 АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТРАНСПОРТУ НА ЖИТТЯ НАСЕЛЕННЯ

2.1 Дослідження впливу автомобілізації

Стрімке зростання особистого автотранспорту призводить до певних змін рівня життя населення. Автомобіль забезпечує умови життєдіяльності людини, покращує якість життя, розширює можливості пересування. Наявність автомобіля у власності є показником соціального благополуччя.

Про суттєві зміни в житті суспільства, які привнесла автомобілізація, можна судити з наступних фактів. До позитивних змін можна віднести те, що розвинувся ринок автосервісу (збільшилася кількість автозаправних станцій, з'явилася широка мережа авторемонтних майстерень, відкритих автостоянок), отримана свобода в придбанні і використанні автотранспортних засобів. Крім того, митні платежі за іномарки стали важливою статтею поповнення державного бюджету.

Негативними сторонами процесу автомобілізації є кримінальний автобізнес, тіньова економіка, дорожньо-транспортні події, загострення екологічних проблем.

Розглянемо більш детально окремі аспекти, пов'язані з автомобілізацією [23].

При економічному зростанні збільшуються доходи населення, що створює додатковий попит на всі види транспортних послуг, включаючи попит на легкові автомобілі. Але, як видно, існує деяка межа зростання автомобілізації (дивись рисунок 2.1). Максимальний рівень автомобілізації спостерігається в США (843 легкових автомобіля на 1000 наявного населення у 2010 році). В останні роки в США стабілізувався щорічний автомобільний пробіг і рівень автомобілізації. Цей рівень вже досить довгий час не змінюється і стабілізувався він при рівні 45-50 тис. доларів ВВП на душу населення. Іншим цікавим прикладом є Норвегія, рівень автомобілізації якої вже довгий час не перевищує 700 легкових автомобілів на 1000 населення і де ВВП на душу населення становить майже 100 тис. доларів. Різниця між США і Норвегією, швидше за все, лежить в області транспортного законодавства, яке має більш жорсткі рамки в країнах Європи.

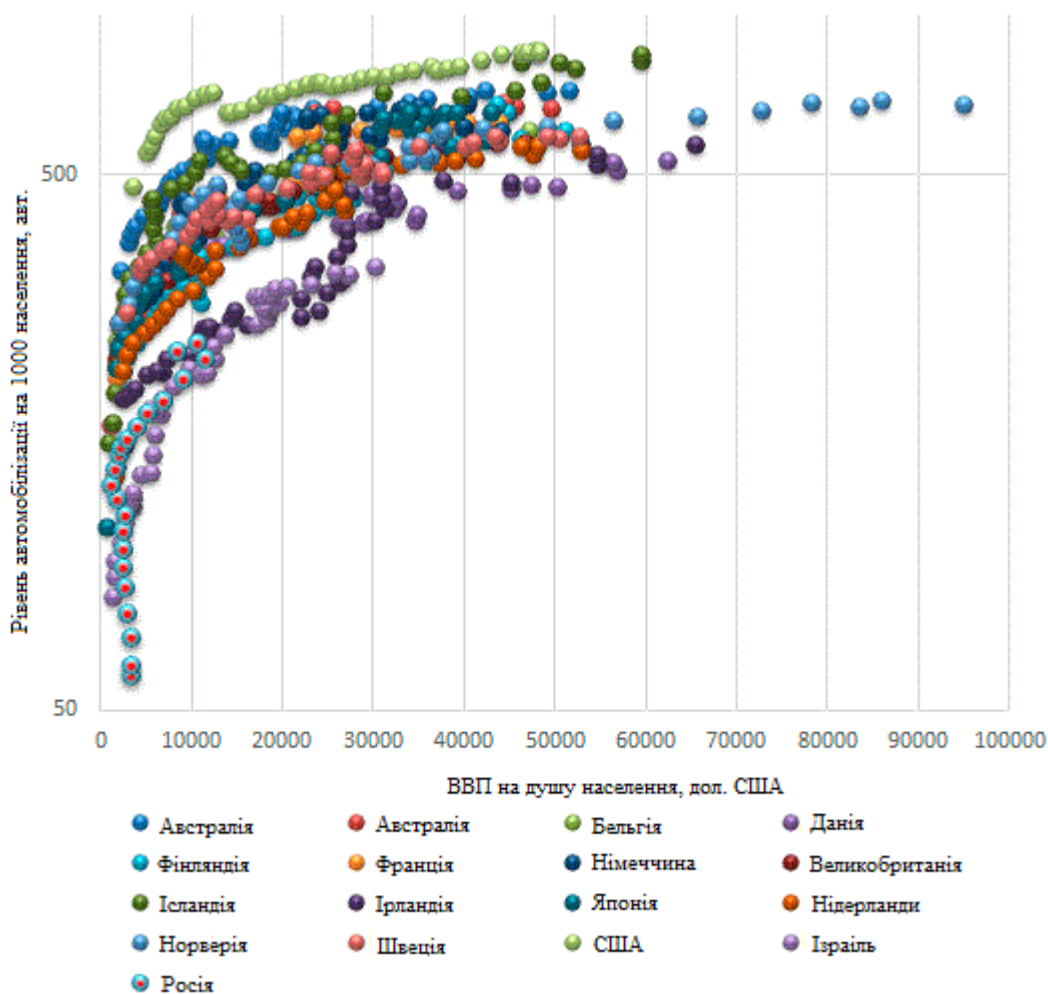


Рисунок 2.1 – Зв'язок між рівнем автомобілізації і ВВП на душу населення в деяких країнах світу. Розрахунок на основі даних *IRTAD* за період з 1965 року.

З урахуванням сказаного можна виділити дві умовні межі зростання рівня автомобілізації. Перший можна назвати «американським», максимальний рівень автомобілізації, при якому становить орієнтовно 850-900 автомобілів на 1000 населення (іноді і більше), а другий «європейським» при максимальному рівні в 650-700 автомобілів на 1000 населення.

Існують країни, де рівень автомобілізації досягає 1000 легкових автомобілів на 1000 населення і більш (Монако, Ліхтенштейн). Але ці країни швидше виняток, ніж правило. Структура автомобільного парку України за різні роки зображена у таблиці 2.1.

Варто відзначити, що при розрахунку рівня автомобілізації показник розраховується на 1000 наявного населення, куди входять діти, які не мають права керувати автомобілем, низькодохідні групи населення, які не можуть дозволити собі таку покупку по ряду обставин. Всі ці умови не дозволяють досягти рівня автомобілізації в 1000 автомобілів на 1000 населення у великих країнах [24].

Таблиця 2.1 – Склад та структура автомобільного парку України, од.

Рік	Вантажні автомобілі	Легкові автомобілі	Автобуси	Спеціальні автомобілі	ВСЬОГО
1990	919 000	3 362 700	132 800	294 200	4 708 700
1995	950 900	4 603 100	136 200	281 900	5 972 100
1996	924 500	4 872 300	134 400	278 700	6 209 900
1997	918 200	5 024 000	136 900	264 400	6 343 500
1998	900 300	5 127 300	141 800	249 500	6 418 900
1999	880 400	5 210 800	144 300	242 500	6 478 000
2000	837 500	5 250 100	140 200	225 200	6 453 000
2001	808 600	5 312 600	143 500	207 600	6 472 300
2003	886 200	5 524 500	174 100	171 300	6 756 100
2004	867 300	5 590 000	174 800	153 600	6 785 700
2006	589 369	5 603 629	180 010	488 342*	6 861 350
2012	2 105 455	8 838 198	365 310	39 589	11 348 552

Таким чином, з 2006 до 2012 року спостерігається різкий стрибок – загальна кількість транспортних засобів зростає в 1,71 рази. Кількість вантажних автомобілів зростає більш швидкими темпами (в 2,36 рази), ніж легкових (в 1,6 раз). Найбільш швидкими темпами зростає кількість напівпричепів – в 2,65 раз (75 118 од. в 2006 році та 199 319 од. в 2012 році).

2.2 Поняття про ДТП. Класифікація ДТП

Дорожньо-транспортна подія (ДТП) — подія, що сталася під час руху транспортного засобу, внаслідок якої загинули або поранені люди чи завдані матеріальні збитки [25].

Дорожньо-транспортна пригода розглядається як найважча відмова системи «людина-автомобіль-середовище». Система «людина-автомобіль-середовище» це

складна система в сенсі взаємодії технічних, біологічних чинників та проявів інтелектуальних якостей людини.

Управління в системі «людина-автомобіль-середовище» стає більш складним. Прийняття правильного рішення під час керування автомобілем, вимагає врахування величезної кількості факторів, обробки значних обсягів інформації. Через збільшення швидкостей руху, час, необхідний для прийняття рішення, неухильно зменшується.

Згідно зі статистикою в ДТП гине більше людей, ніж на війнах. Кількість жертв ДТП щорічно перевищує 1 350 000 людей [26].

Розрізняють 9 видів ДТП:

1 Зіткнення – дорожньо-транспортна подія, при якій рухомі транспортні засоби зіткнулися між собою або з рухомим складом залізниць. До цього виду також відносяться зіткнення рухомого транспортного засобу з раптово зупинившимся транспортним засобом (Наприклад, в разі несправності, перед заборонним сигналом світлофора, несподівано виниклою перешкодою тощо) і зіткнення рухомого складу залізниць із зупиненим (залишеним) на шляхах транспортним засобом. Зіткнення можуть бути зустрічними, попутними і бічними.

Кількість ДТП в Україні за 2020 рік у період до 30.09 дивись у таблиці 2.2.

2 Перекидання – подія, при якій рухомий транспортний засіб перекинувся.

Перекидання відбувається внаслідок впливу несприятливих погодних умов, технічну несправність, неправильного розміщення або кріплення вантажу, через застосування неправильних прийомів управління.

Наприклад, якщо автомобіль перевищив критичну швидкість на повороті і перекинувся, то це ДТП кваліфікується як перекидання; якщо ж автомобіль по дотичній зіткнувся з іншим автомобілем і був змушений змінити напрямок руху і тому перекинувся, то це ДТП кваліфікується не як перекидання, а як зіткнення.

3 Наїзд на перешкоду – подія, при якій рухомий транспортний засіб наїхав або вдарилася об нерухомий предмет. Наприклад, перешкоди - стовп, дерево, огорожі, купа будівельних матеріалів тощо.

4 Наїзд на пішохода – дорожньо-транспортна подія, при якій транспортний засіб наїхав на людину або вона сама натрапила на рухомий транспортний засіб. До цього виду відносяться також дорожньо-транспортна подія, при якій пішоходи постраждали в результаті їх травмування вантажем, що перевозиться на транспортному засобі.

До наїздів на пішохода зараховуються випадки наїзду на людей, що катаються на лижах, санках, ковзанах, самокатах, що переміщаються в інвалідних колясках без двигуна, на дітей, що катаються на триколісних велосипедах.

5 Наїзд на велосипедиста – подія, при якій рухомий транспортний засіб наїхав на велосипедиста або він сам натрапив на рухомий транспортний засіб.

6 Наїзд на тварин – дорожньо-транспортна подія, при якій транспортний засіб наїхав на диких або домашніх тварин (включаючи в'ючних і верхових), птахів, або тварини чи птиці самі вдарилися об рухомий транспортний засіб, в результаті чого постраждали люди чи завдані матеріальні збитки.

7 Наїзд на гужовий транспорт – дорожньо-транспортна подія, при якій транспортний засіб наїхав на запряжних тварин, а також вози, які транспортуються цими тваринами, або упряжні тварини або вози, що транспортуються цими тваринами, вдарилися об рухомий транспортний засіб.

8 Наїзд на транспортний засіб – подія, при якій один рухомий транспортний засіб наїхав на інший транспортний засіб або на причіп, що стоїть.

9 Інші дорожньо-транспортні події - дорожньо-транспортні події, що не належать до перерахованих вище видів:

- сходи трамвая з рейок;
- падіння вантажу, що перевозиться;
- наїзди на перешкоду, що раптово з'явилася (впав вантаж, відвалилося колесо тощо);
- наїзди на осіб, які не є учасниками дорожнього руху;
- падіння пасажирів з рухомого транспортного засобу або всередині його внаслідок різкого гальмування, прискорення або зміни напрямку руху [27,28].

Таблиця 2.2 – ДТП за видами за період з 01.01.2020 по 30.09.2020

Вид автопригоди	Усього ДТП	ДТП з постраждалими	Загинуло осіб	Травмовано осіб
Зіткнення	74442	8152	858	12162
Наїзд на транспортний засіб, що стоїть	17699	365	54	435
Наїзд на перешкоду	15084	2134	366	2682
Наїзд на пішохода	5767	5178	770	4766
Перекидання тз	2874	1588	275	1996
Наїзд на велосипедиста	1727	1385	148	1310
Наїзд на тварин	579	21	4	24
Падіння вантажів	361	10	1	12
Падіння пасажирів	317	276	5	288
Наїзд на гужовий транспорт	34	14	3	18
Загалом	118 884	19 123	2484	23 693

Для більш наглядного прикладу інформацію надано у вигляді діаграми зі співвідношенням у відсотках рисунок 2.2. Кількість ДТП по регіонах України зображена у вигляді гістограми на рисунку 2.3.

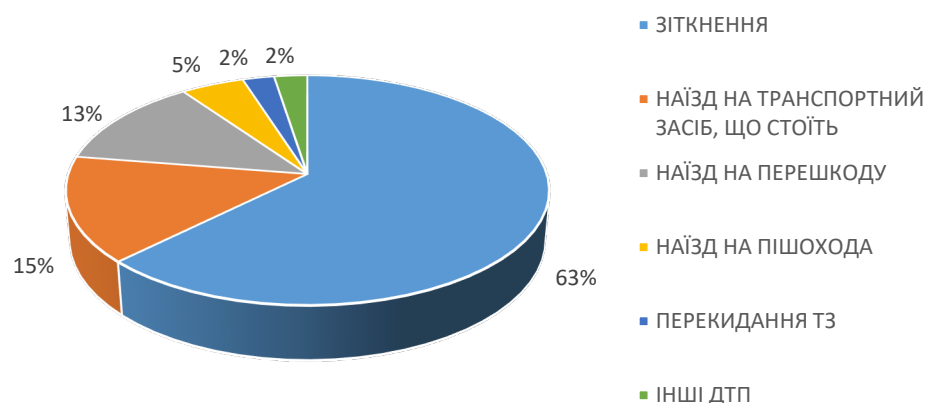


Рисунок 2.2 – Діаграма ДТП за видами за період з 01.01.2020 по 30.09.2020

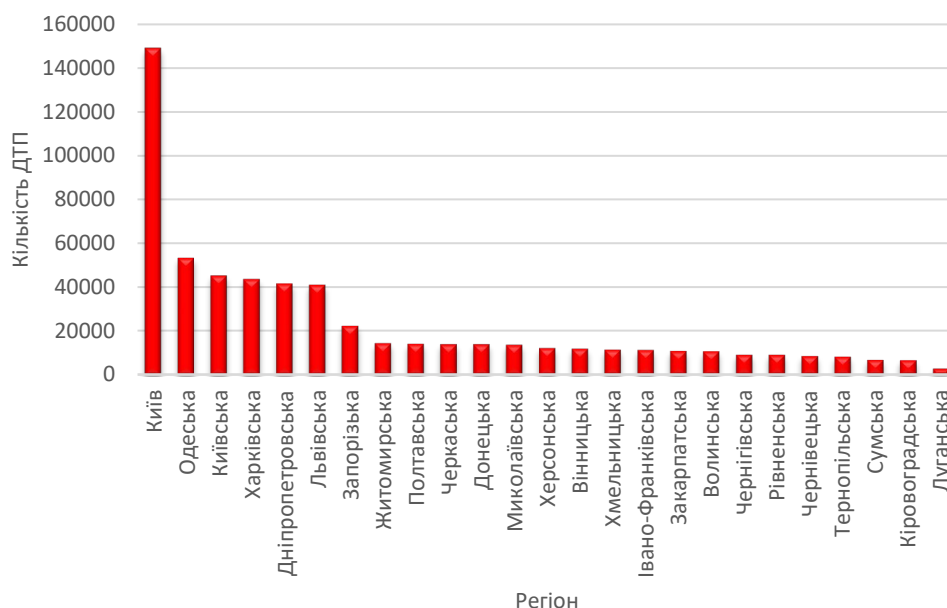


Рисунок 2.3 – Гістограма кількості ДТП по регіонах за період з 01.01.2017 по 30.09.2020

За даними сайту патрульної поліції найбільш аварійними регіонами є Київ, Одеська область, Київська, Харківська, Дніпропетровська та Львівська області. За вказаний період у Києві сталося найбільша кількість ДТП відносно інших регіонів, а саме 149161 включаючи ДТП внаслідок яких не постраждали люди, проте були завдані матеріальні збитки [29]. Порівняння 2019 і 2020 років за кількістю ДТП по регіонах зображено на таблиці 2.3.

Серед причин виникнення ДТП (дивись рисунок 2.4) виділяють наступні: порушення правил маневрування, перевищення безпечної швидкості, недотримання дистанції, порушення правил проїзду перехресть, керування транспортним засобом у стані сп'яніння, порушення правил надання безперешкодного проїзду, порушення правил проїзду пішохідних переходів, виїзд на смугу зустрічного руху, перевищення встановленої швидкості, порушення правил зупинки і стоянки транспортного засобу, невиконання водіями вимог сигналів регулювання, порушення правил обгону, перехід пішоходів у невстановленому місці, порушення правил утримання автодоріг та вулиць, керування несправним транспортним засобом, неочікуваний вихід на проїзну

частину, порушення правил перевезення вантажів, перевтома, сон за кермом, порушення правил проїзду залізничних переїздів, порушення техніки безпеки пасажиром, порушення правил перевезення пасажирів, невиконання пішоходами вимог сигналів регулювання, порушення правил проїзду великогабаритних та великовагових ТЗ, порушення правил дорожнього руху пішоходами у стані сп'яніння, порушення правил буксирування, порушення правил користування зовнішніми світловими приладами ТЗ, порушення правил проїзду зупинок громадського транспорту.



Рисунок 2.4 – Діаграма розподілу ДТП за причинами за період з 01.01.2020 по 30.09.2020

Таблиця 2.3 – Порівняння 2019 і 2020 років за кількістю ДТП по регіонах за період з 01.01 по 30.09

Регіон	Усього ДТП		
	2019	2020	%
Вінницька	2426	2470	1,8
Волинська	2072	2223	7,3
Дніпропетровська	7954	9050	13,8
Донецька	2839	3161	11,3
Житомирська	2848	2794	-1,9
Закарпатська	2137	2359	10,4
Запорізька	4363	4928	12,9
Івано-Франківська	2376	2420	1,9
Київська	8751	10096	15,4
Київ	29200	27699	-5,1
Кіровоградська	1422	1583	11,3
Луганська	625	631	1,0
Львівська	7963	7659	-3,8
Миколаївська	2677	2667	-0,4
Одеська	10479	11225	7,1
Полтавська	2676	2899	8,3
Рівненська	1858	2029	9,2
Сумська	1365	1488	9,0
Тернопільська	1626	1715	5,5
Харківська	8412	8450	0,5
Херсонська	2431	2486	2,3
Хмельницька	2202	2403	9,1
Черкаська	2628	2896	10,2
Чернігівська	1787	1923	7,6
Чернівецька	1652	1630	-1,3
ЗАГАЛОМ	114769	118884	3,6
ЗА ДОБУ	425	434	2,1

У порівнянні з минулим роком кількість ДТП за один і той же період у 2020 році збільшилась на 3,6 %. По всіх регіонах спостерігається збільшення числа ДТП на 0,5 – 15,4 %, винятком стали Житомирська, Львівська, Миколаївська, Чернівецька області та місто Київ, де кількість ДТП зменшилась на 0,4 – 5,1 %.

Для загального числа аварій можна зробити наступні висновки:

– Для числа аварій в одиницю часу є чітка і сильна тимчасова залежність. Число аварій більше в квітні-травні, менше - в зимові місяці. Пік аварійності кожен день припадає на вечірні години, коли люди повертаються з роботи. Найбільша кількість ДТП відбувається в кінці робочого тижня, найменше - у вихідні.

– На аварійність сильно впливають систематичні фактори, такі як стан погоди, наявність споруд, стан покриття. Впливає і освітленість (робота світлових приладів), причому включені фари знижують аварійність і в світлий час доби.

– Аварії на великих магістралях відбуваються рідше, ніж на звичайних дорогах, але характеризуються великою кількістю постраждалих.

Що стосується числа постраждалих при аваріях, тут можна зробити наступні висновки:

– Найбільшим числом потерпілих характеризуються аварії з великою кількістю учасників (людей). Але невеликою кількістю машин.

– Число постраждалих майже не підкоряється систематичним факторам, таким як стан дороги або погоди.

– При побудові моделі залежності числа постраждалих від параметрів аварії найбільш значимими факторами виділяються тип події і тимчасові параметри.

– Аварії на невеликих дорогах характеризуються невеликим числом потерпілих, на великих же автострадах число жертв зростає [30].

2.3 Аналіз стану автомобільних доріг

Сучасна мережа автомобільних доріг загального користування України була сформована до 80 років XX сторіччя (дивись таблиця 2.4). Найбільш інтенсивними темпами будівництво та реконструкція доріг в Україні проводились у 60–70 роки. Ці дороги відповідали стандартам середини XX століття та потребам тогочасних транспортних засобів. Дотепер модернізація доріг в основному зводилася до підсилення дорожнього одягу та розширення проїзної частини.

Разом з цим, починаючи з 90-х років XX століття, різко зростає кількість транспортних засобів. Так за останні 22 роки автомобільний парк України виріс майже в 2,5 рази. Ця зміна мала не тільки кількісну, але й якісну складову.

Динамічні можливості (а отже і потенційні швидкості руху) та нормативне навантаження транспортних засобів відомих світових виробників, які заповнили українські автошляхи, значно перевершували продукцію автопрому СРСР, технічні характеристики якої були закладені до нормативних документів з проектування автомобільних доріг.

Таблиця 2.4 – Розвиток автомобільних шляхів на території України та УРСР

Рік	Довжина, км		
	загальна	у т.ч. з твердим покриттям	% з твердим покриттям
1940	270 700,00	29 300,00	10,82
1950	275 000,00	33 500,00	12,18
1956	268 200,00	38 400,00	14,32
1960	236 200,00	47 400,00	20,07
1965	236 100,00	67 200,00	28,46
1970	223 500,00	90 800,00	40,63
1975	173 800,00	116 700,00	67,15
1980	163 243,00	133 673,00	81,89
1982	163 284,00	138 608,00	84,89
1984	162 466,00	143 125,00	88,10
1986	162 709,00	147 335,00	90,55
1988	165 275,00	151 689,00	91,78
1990	167 804,00	157 199,00	93,68
1992	169 964,00	160 807,00	94,61
1994	172 315,00	162 725,00	94,43
1996	172 565,00	163 904,00	94,98
1998	168 545,70	162 645,90	96,50
2000	169 490,90	163 827,00	96,66
2002	169 678,50	164 245,40	96,80
2004	169 447,10	164 772,20	97,24
2006	169 104,20	165 155,00	97,66
2008	169 501,60	165 799,90	97,82
2010	169 496,20	165 843,60	97,85
2012	169 663,90	166 041,15	97,86
2014	169 647,90	166 084,80	97,90

Ключову роль в реалізації транспортної стратегії держави відіграє розвиток транспортної інфраструктури, найважливішою складовою якої є мережа автомобільних доріг. Відповідність автомобільних доріг вимогам сучасних транспортних потоків визначає не тільки ефективність роботи промисловості та

сільського господарства, а й забезпечення належного життєвого рівня людей та обороноздатності країни.

Щоб більш точно побачити динаміку розвитку автомобільних шляхів України дані наведено у формі графіка рисунок 2.5.

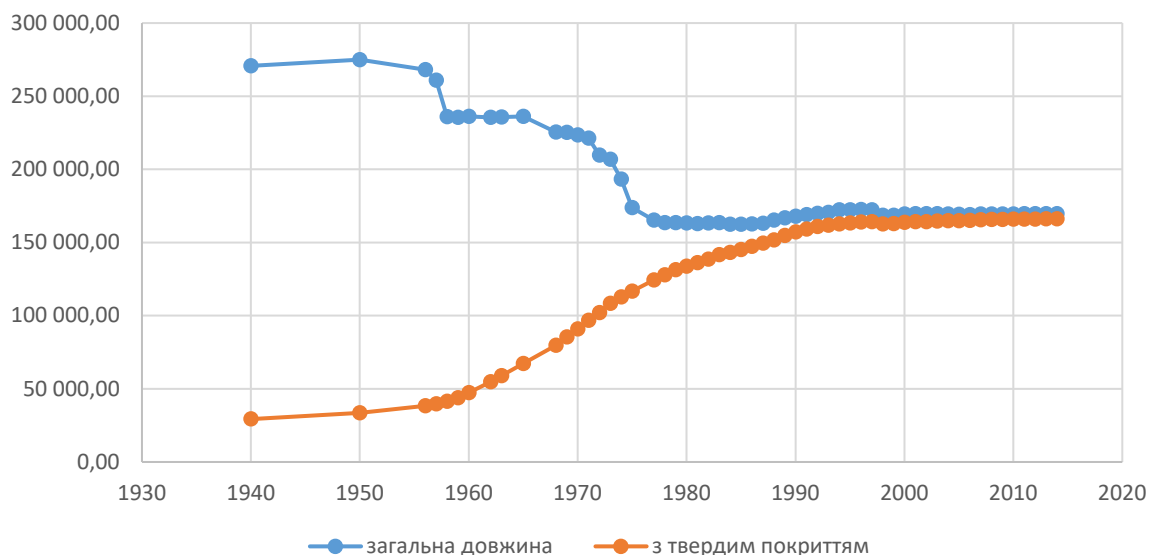


Рисунок 2.5 – Динаміка розвитку мережі автомобільних доріг України

Геометричні параметри та транспортно-експлуатаційний стан автомобільних доріг загального користування України не відповідають динамічним можливостям та навантаженню сучасних транспортних потоків.

Реалізація водіями високих динамічних характеристик сучасних транспортних засобів (незважаючи на загальні та місцеві обмеження швидкості руху) призводить до збільшення аварійності та підвищення тяжкості наслідків ДТП.

Існує потреба в виявленні на мережі доріг ділянок, що не відповідають вимогам сучасних транспортних потоків та розробки комплексу заходів, що усувають виявлені причини невідповідності. Такий аналіз має відбуватися на етапах проектування нових доріг, реконструкції та утримання існуючих доріг [31].

Довжина автомобільних шляхів по регіонах України наведена у таблиці 2.5

Таблиця 2.5 – Довжина автомобільних шляхів по регіонах

Регіон	Довжина шляхів, км
Вінницька область	9523
Волинська область	6204
Дніпропетровська область	9148
Донецька область	8086
Житомирська область	8524
Закарпатська область	3348
Запорізька область	6980
Івано-Франківська область	4173
Київська область	8555
Кіровоградська область	6255
Луганська область	5874
Львівська область	8374
Миколаївська область	4780
Одеська область	8300
Полтавська область	8876
Рівненська область	5129
Сумська область	7209
Тернопільська область	5006
Харківська область	9614
Херсонська область	5023
Хмельницька область	7169
Черкаська область	6136
Чернігівська область	7717
Чернівецька область	2875

Після багаторічного застою автодорожнє будівництво в Україні почало активно розвиватись. Однак, величезний обсяг технічних, економічних, організаційно–правових і соціально–політичних проблем, накопичених у цій сфері, висуває підвищені вимоги до управління автодорожнім господарством України та його реформування. Великий техніко–економічний період реалізації значного числа проектів у автодорожньому господарстві поки не дає змоги об’єктивно оцінити ефективність багатьох запроваджуваних нині новацій [32].

Доповідь про стан безпеки дорожнього руху в світі за 2018 рік дає загальну оцінку ситуації в області безпеки дорожнього руху в 178 країнах. Понад 1,35 мільйона людей у всьому світі гинуть щорічно в дорожньо-транспортних пригодах (ДТП) і ще 20-50 мільйонів отримують травми. Результати показують, що більше 90% випадків смерті в результаті ДТП в світі відбуваються в країнах з низьким і середнім рівнями доходів, на частку яких припадає менше половини всіх автотранспортних засобів. Згідно з доповіддю, незважаючи на зростання кількості загиблих, коефіцієнти смертності щодо чисельності населення світу протягом останніх років стабілізувалися, і це дає можливість припускати, що заходи, ужиті в деяких країнах із середнім та високим рівнем доходу, сприяють зниженню кількості і тяжкості ДТП.

На сайті ВООЗ повідомляють, що ризик смерті внаслідок ДТП у країнах із низьким рівнем доходу, як і раніше, утричі перевищує аналогічний показник у країнах із високим рівнем доходу: найвищі показники спостерігаються в Африці (26,6 випадку на 100 тис. осіб), а найнижчі – у Європі (9,3 випадку на 100 тис. осіб).

"На пішоходів та велосипедистів припадає 26% усіх випадків смерті внаслідок аварій, причому цей показник сягає 44% в Африці і 36% у Східному Середземномор'ї. На мотоциклістів та їхніх пасажирів припадає 28% усіх випадків смерті", – ідеться в доповіді [33].

Показники смертності в результаті дорожньо-транспортних пригод в країнах з низьким і середнім рівнем доходів вище (відповідно 21,5 і 19,5 на 100 000 населення), ніж в країнах з високим рівнем доходів (10,3 на 100 000). Однак навіть в країнах з високим рівнем доходів - де рівень смертності в результаті дорожньо-транспортних пригод за останні 40-50 років знизився - дорожньо-транспортний травматизм залишається однією з важливих причин смертності, травматизму та інвалідності [34].

3 ВИЗНАЧЕННЯ ВАРІАНТУ ТРАНСПОРТНОГО ПЛАНУВАННЯ НОВОГО МІСТА

3.1 Генеральний план міста. Загальні положення.

Генеральний план міста, селища є основним планувальним документом, який встановлює в інтересах населення та з врахуванням державних завдань напрямки і межі територіального розвитку населеного пункту, функціональне призначення і будівельне зонування території, містить принципові рішення щодо розміщення об'єктів загальноміського або загальноселищного значення, організації вулично-дорожньої мережі і дорожнього руху, інженерного обладнання, інженерної підготовки і благоустрою, захисту території від небезпечних природних і техногенних процесів, охорони природи та історико-культурної спадщини, черговості освоєння території [35].

Генеральний план населеного пункту є основним видом містобудівної документації на місцевому рівні, призначеної для обґрунтування довгострокової стратегії планування та забудови та іншого використання території населеного пункту.

Генеральний план населеного пункту розробляється та затверджується в інтересах відповідної територіальної громади з урахуванням державних, громадських та приватних інтересів [36].

Міські і селищні ради, їх виконавчі органи, Київська адміністрація забезпечують розробку та затвердження генеральних планів населених пунктів і керуються ними при:

- складанні програм соціально-економічного розвитку відповідних територій та охорони природи;
- здійсненні функціонального розподілу земель і визначенні цільового призначення земельних ділянок;
- виборі, вилученні, передачі у власність, наданні у користування, купівлі, продажу земель;

- вирішенні питань зміни використання і забудови земельних ділянок фізичними та юридичними особами;
- встановленні умов використання та забудови земельних ділянок;
- розміщенні усіх видів будівництва та попередньому погодженні місця їх розташування, наданні дозволу на будівництво (забудову) та інші види використання земельних ділянок;
- економічній оцінці територій та грошовій оцінці земель, визначенні ставок земельного податку, стартової ціни земельних ділянок у разі їх продажу на конкурсних засадах;
- встановленні та зміні меж населених пунктів та інших територій, червоних ліній вулиць;
- визначенні територій пріоритетного розвитку та фінансового забезпечення цього розвитку (встановлення податкових пільг, дотацій і субвенцій з державного, обласного, районного бюджетів);
- координації розробки програм розвитку галузей економіки;
- складанні реєстрів територій з особливими умовами розвитку місцевого значення;
- проектуванні соціальної, інженерної та транспортної інфраструктури;
- встановленні територій спільних інтересів відповідних територіальних громад (приміських територій, використання яких пов'язано з розвитком населеного пункту, що проектується), у тому числі резервуванні територій для подальшого розвитку населених пунктів [35].

При розробленні генерального плану враховують:

- а) Генеральну схему планування території України [37];
- б) схеми планування окремих частин території України, Автономної Республіки Крим, областей, районів та їх окремих частин;
- в) стратегії, прогнози і програми економічного, демографічного, екологічного, соціального розвитку відповідної території;
- г) чинну містобудівну документацію на місцевому рівні та проектну документацію;

д) інформацію містобудівного, земельного та інших кадастрів [38].

е) інвестиційні наміри юридичних і фізичних осіб щодо забудови та іншого використання території;

ж) спеціалізовані схеми, проекти і програми розвитку інфраструктури населеного пункту, безпеки та організації дорожнього руху, охорони навколишнього природного середовища, охорони та збереження об'єктів культурної спадщини тощо.

Генеральний план визначає основні принципи і напрямки планувальної організації та функціонального призначення території, формування системи громадського обслуговування населення, організації ВДМ та транспортної мережі, інженерного обладнання, інженерної підготовки і благоустрою, цивільного захисту території та населення від небезпечних природних і техногенних процесів, охорони навколишнього природного середовища, охорони та збереження культурної спадщини та традиційного характеру середовища історичних населених пунктів, а також послідовність реалізації рішень, у тому числі етапність освоєння території.

Генеральні плани населених пунктів розробляють на підставі завдання на розроблення генерального плану населеного пункту (далі – завдання).

Для населених пунктів з чисельністю населення до 50 тисяч осіб генеральні плани можуть поєднуватися з детальними планами території таких населених пунктів на підставі завдання.

Відповідно до затвердженого генерального плану розробляють плани зонування території (зонінг), детальні плани територій, програми соціально-економічного розвитку, галузеві схеми розвитку інженерно-транспортної інфраструктури, документацію із землеустрою, проектну документацію на будівництво [39].

План зонування території може розроблятися у складі генерального плану цього населеного пункту, що зазначають у завданні.

План зонування території може розроблятися як і окрема містобудівна документація після затвердження генерального плану.

Строк дії генерального плану населеного пункту не обмежується [36].

Основні показники генерального плану населеного пункту розраховують на етап 15-20 років (етапи визначають у завданні).

Розрахункові показники генерального плану, що базуються на демографічному і соціально-економічному прогнозах, є орієнтованими.

У складі генерального плану відповідно до завдання додатково може виділятися розрахунковий етап від 3 до 7 років з визначенням орієнтованої вартості заходів щодо його реалізації, а також за окремим договором може розроблятися план червоних ліній [39].

3.2 Вибір варіанту вулично-дорожньої мережі

Найпоширенішою схемою ВДМ серед сучасних міст є прямокутна. До різновидів прямокутної схеми відносяться квадратна та прямокутно-діагональна, вони мають свої плюси і мінуси у порівнянні з прямокутною схемою.

Прямокутна схема (дивись рисунок 3.1) одержала досить широке поширення. Характерна для молодих міст (Одеса, Київ), що розвивалися за задалегідь розробленими планами. Має такі переваги перед іншими планувальними структурами:

- зручність і легкість орієнтування в процесі руху;
- значна пропускна здатність завдяки наявності магістралей-дублерів, розосереджується транспортні потоки;
- відсутність перевантаження центрального транспортного вузла.

Недоліком є значна віддаленість протилежно розташованих периферійних районів. У цих випадках замість руху по гіпотенузі транспортний потік іде по катетам.

Квадратна схема (дивись рисунок 3.3) має такі самі недоліки і переваги, що і прямокутна схема. Вона утворюється внаслідок комбінування довжини сусідніх вулиць, що перетинаються під прямим кутом, а саме, коли довжина цих вулиць однакова. Це змінює не лише вигляд ВДМ, а і її характеристики.

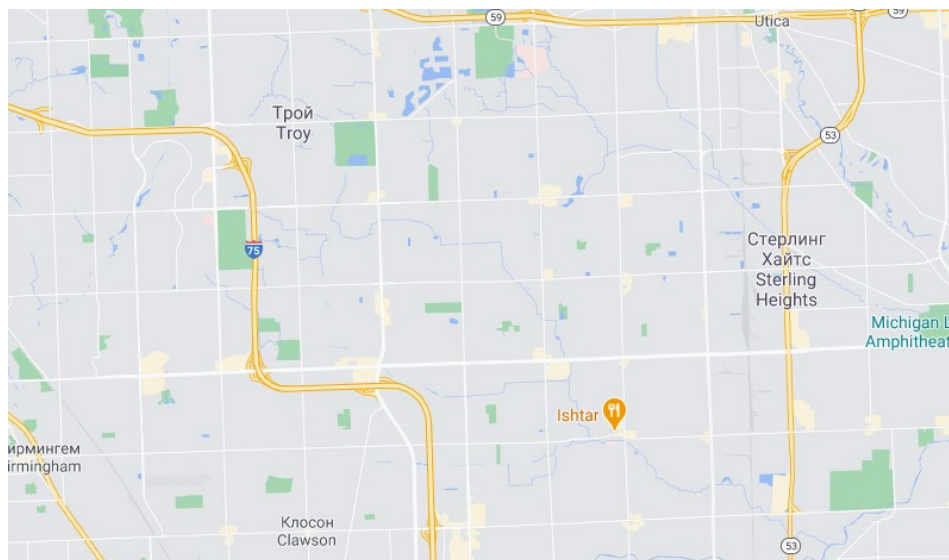


Рисунок 3.3 – квадратна схема ВДМ у місті Детройт.

Для вибору найбільш раціонального планувального рішення слід зробити розрахунки і провести порівняння трьох схем ВДМ: прямокутна, прямокутно-діагональна, квадратна (дивись рисунок 3.4). Вибрані мережі ВДМ схематично виглядають так:

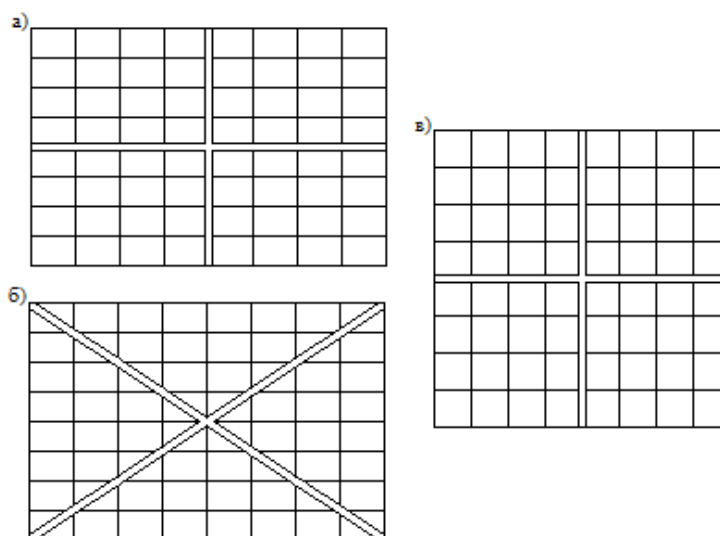


Рисунок 3.4 – схематичне зображення вибраних типів ВДМ.

Де:

- а) прямокутна;
- б) прямокутно-діагональна;
- в) квадратна.

3.3 Розрахунок та вибір варіанту схеми транспортної мережі.

Якість планування міста визначається раціональним розміщенням функціональних зон міста (промислової, селітебної, відпочинку, комунально-складської, зовнішнього транспорту і т.д.). Транспортна мережа, пов'язуючи ці зони і об'єкти обслуговування, формує планувальну структуру міста.

Основний обсяг перевезень пасажирів і вантажів (65-70%) здійснюється на магістральних вулицях, саме ці вулиці і формують геометричну схему транспортної мережі міста.

Розрахунки будуть проводитись для прямокутної схеми ВДМ. Для зручності результати розрахунків інших схем будуть наведені в таблицях додатку В.

Площа міста розраховується за формулою

$$F = \frac{N_m}{\delta_n}, \quad (3.1)$$

де F - площа міста, км;

N_m - кількість жителів міста, жит. (800 тис.)

δ_n - щільність населення міста, жит./км². (5,8 тис.)

$$F = \frac{800}{5,8} = 137,9 \text{ км}^2.$$

Розміри міста по заданому варіанту визначаються в залежності від геометричної схеми транспортної мережі.

Для прямокутної:

$$F = a \cdot b, \quad (3.2)$$

Для квадратної:

$$a = b = \sqrt{F}, \quad (3.3)$$

де F - площа міста, км^2 ;

a, b - сторони прямокутника, км .

$$a = 14 \text{ км}, \text{ тоді } b = \frac{137,9}{14} = 9,6 \text{ км}.$$

За певними розмірами міста в масштабі будується геометрична схема транспортної мережі міста з виділенням 2-х категорій: магістральних вулиць міського (L_m) і районного (L_p) значень.

При цьому необхідно зіставити отримані показники з нормативними вимогами і в разі необхідності відкоригувати:

а) лінійна щільність транспортної мережі повинна бути диференційована по групах міст.

б) крок магістралей повинен бути в межах 800-1200 м;

в) зона впливу крайніх магістралей повинна бути в межах 500 м;

г) ступінь не прямолінійності не повинна перевищувати рекомендовані в [2] значення.

3.3.1 Розрахунок показників транспортної мережі міста

Для визначення параметрів транспортного планування міста необхідно попередньо визначити довжину кожної ділянки вулично-дорожньої мережі міста з точністю до 0,01 км .

Лінійна щільність транспортної мережі міста розраховується за формулою:

$$\delta_l = \left(\sum L_m + \sum L_p \right) / F = L_{\text{маг}} / F, \quad (3.4)$$

де δ_l - лінійна щільність магістральної мережі міста, $\text{км}/\text{км}^2$;

$\sum L_m$ - сумарна протяжність магістральних вулиць міського значення, км;

$\sum L_p$ - сумарна протяжність магістральних вулиць районного значення, км;

$L_{\text{маг}} = \sum L_m + \sum L_p$ - сумарна протяжність магістральної мережі міста, км.

$$\delta_{\text{л}} = (23,6 + 283,2) / 137,9 = 2,25 \text{ км/км}^2.$$

Середня кількість смуг руху магістралей в одному напрямку (міські магістралі $n_m = 3$ смуги, районні $n_p = 2$ смуги).

$$n_{\text{сер}} = \frac{\sum L_m \cdot n_m + \sum L_p \cdot n_p}{L_{\text{маг}}}, \quad (3.5)$$

де $L_{\text{маг}}$ - сумарна протяжність магістральної мережі, км.

$$n_{\text{сер}} = \frac{23,6 \cdot 3 + 283,2 \cdot 2}{310,05} = 2,08.$$

Смугова щільність транспортної мережі:

$$\delta_{\text{п}} = \frac{L_{\text{маг}} \cdot n_{\text{сер}}}{F} = \delta_{\text{л}} \cdot n_{\text{сер}}, \quad (3.6)$$

де $\delta_{\text{п}}$ - смугова щільність транспортної мережі, км / км²;

$L_{\text{маг}}$ - сумарна протяжність магістральної мережі міста, км;

$n_{\text{сер}}$ - середнє число смуг руху магістралей в одному напрямку.

$$\delta_{\text{п}} = \frac{310,05 \cdot 2,08}{137,9} = 4,67 \text{ км / км}^2$$

Крок магістралей:

$$l_{\text{маг}} = \frac{2}{\delta_{\text{л}}}, \quad (3.7)$$

де $l_{\text{маг}}$ - крок магістралей, км;

$\delta_{\text{л}}$ - щільність магістральної мережі міста, км/км².

$$l_{\text{маг}} = \frac{2}{2,25} = 0,89 \text{ км}.$$

Ступінь непрямолінійності сполучення та рівень завантаження центрального вузла планувальної схеми визначається в межах центра міста.

Ступінь непрямолінійності сполучення визначається за формулою:

$$K_{\text{н}} = \frac{\sum l_i}{\sum l_{\text{пов}}}, \quad (3.8)$$

де l_i - найкоротша відстань між пунктами відправлення та прибуття (кореспонденцій) по магістральній мережі, км;

$l_{\text{пов}}$ - відстань між цими пунктами по повітряних лініях, км.

Для розрахунку ступеня непрямолінійності сполучення необхідно визначити довжину кожного зв'язку по транспортній мережі та по повітряній лінії (дивись таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Протяжність зв'язків між пунктами відправлення і прибуття

Зв'язок між точками	Відстань між пунктами	
	по транспортній мережі, км	по повітряній лінії, км
0-1	5,49	4,74
0-2	8,64	7,19
0-3	11,10	8,11
0-4	14,73	10,48
0-5	14,04	10,07
0-6	10,89	8,17
0-7	8,08	6,20
0-8	10,54	8,53
0-9	9,25	6,73
0-10	5,96	4,28
Сума	98,72	74,51

Ступінь непрямолінійності для прямокутної схеми ВДМ (дивись рисунок

3.5)

$$K_n = \frac{98,72}{74,51} = 1,325$$

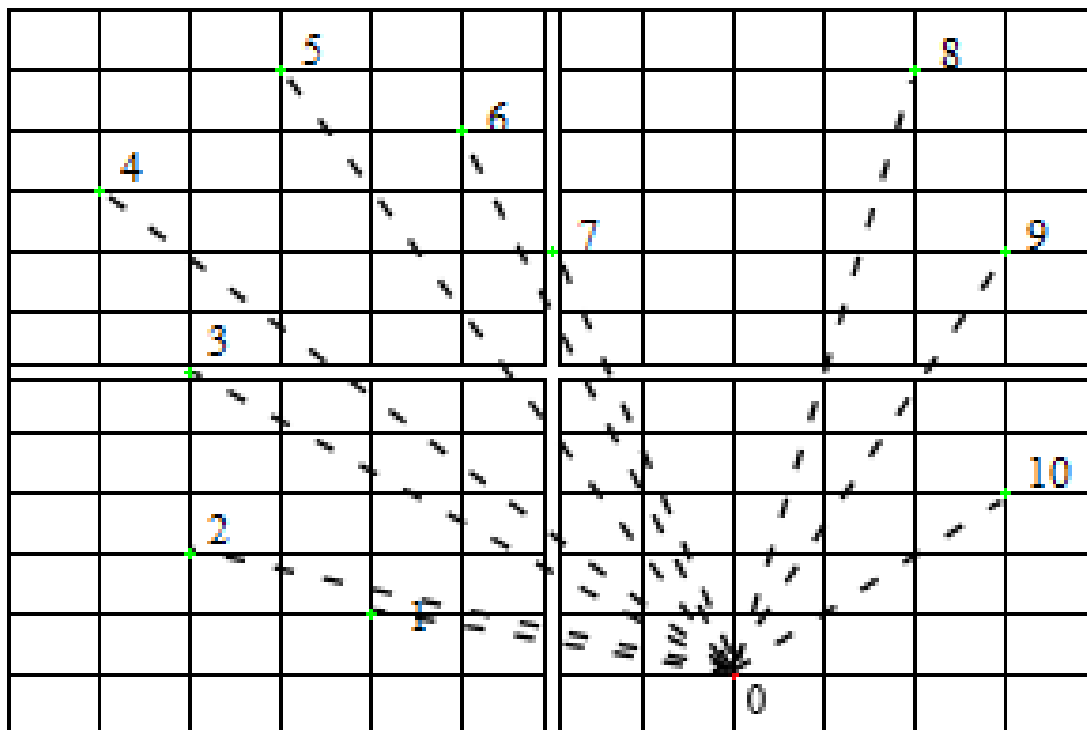


Рисунок 3.5 – пункти відправлення і прибуття на транспортній мережі

За результатами розрахунків коефіцієнт непрямолінійності для прямокутної схеми ВДМ становить 1,325 це означає, що ступінь непрямолінійності дуже висока.

3.3.2 Визначення завантаженості транспортної мережі міста

Маршрутна мережа міста – сукупність усіх маршрутів міського маршрутного пасажирського транспорту.

Удосконалення маршрутної мережі міста – розробка комплексу пропозицій по зміні трас або закриттю існуючих маршрутів, відкриттю нових маршрутів, у тому числі й маршрутів нових для міста видів маршрутного пасажирського транспорту, з метою забезпечення необхідної якості обслуговування населення міста маршрутним пасажирським транспортом при одночасному забезпеченні економічної ефективності й безпеки пасажирських перевезень і з урахуванням перспектив розвитку й функціонування вулично-дорожньої мережі міста.

Технологія удосконалення маршрутної мережі міста – упорядкована система дій, виконання яких приводить до гарантованого досягнення цілей удосконалення маршрутної мережі міста. Ця технологія відображає логіку удосконалення маршрутної мережі міста й представлена етапами, кожний з яких має свою мету. Лише після досягнення поставленої мети одного етапу відбувається перехід до наступного етапу технології [41].

Обсяг середньорічних перевезень на МПТ визначається за формулою

$$A = N_m \cdot P_{\text{тр}}, \quad (3.9)$$

де A - обсяг середньорічних перевезень, *пас. / год*;

N_m - чисельність населення міста, жит. ;

$P_{\text{тр}}$ - транспортна рухливість населення, поїздок на жит./рік приймається з урахуванням частки муніципального замовлення (дивись додаток А)

$$A = 800000 \cdot 420 = 336 \text{ млн.пас} / \text{год}.$$

Середня дальність повної поїздки на МПТ:

$$l_n = 2 + 0,3\sqrt{F} \quad (3.10)$$

$$l_n = 2 + 0,3\sqrt{137,9} = 5,52 \text{ км}.$$

Середня дальність маршрутної поїздки

$$l_{\text{мп}} = \frac{l_n}{K_{\text{п}}}, \quad (3.11)$$

де $K_{\text{п}}$ - коефіцієнт пересадочності (дивись додаток А).

$$l_{\text{мп}} = \frac{5,52}{1,34} = 4,12 \text{ км}.$$

Обсяг річної роботи МПТ:

$$M = A \cdot l_{\text{мп}}, \quad (3.12)$$

де M - обсяг річної роботи МПТ, *пас.-км*;

A - обсяг середньорічних перевезень, *пас./рік*;

$l_{\text{мп}}$ - середня дальність маршрутної поїздки на масовому пасажирському транспорті, *км*.

$$M = 336 \cdot 4,12 = 1384,85 \text{ млрд.пас} \cdot \text{км}.$$

Чисельність рухомого складу МПТ

$$N_{\text{інв}} = \frac{M \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2}{365 \cdot V_{\text{екс}} \cdot h \cdot \Omega \cdot \alpha \cdot \gamma}, \quad (3.13)$$

де $N_{\text{інв}}$ - чисельність рухомого складу ГПТ в інвентарі, *од.*;

M - обсяг річної роботи МПТ, *пас.-км*;

λ_1 - коефіцієнт сезонної нерівномірності, який визначається відношенням обсягу перевезень за максимальний місяць в році до середньомісячного обсягу за рік, приймається $\lambda_1 = 1,1$;

λ_2 - коефіцієнт добової нерівномірності, який визначається відношенням обсягу перевезень за максимальні добу місяця до середньодобовим обсягом перевезень за максимальний місяць року, приймається $\lambda_2 = 1,1$;

$V_{\text{екс}}$ - експлуатаційна швидкість рухомого складу з урахуванням простою на кінцевих пунктах, *км/год*, приймається 15-20 *км/год*;

h - середній час роботи рухомого складу на лінії, приймається 12-14 *год*;

Ω - середня місткість рухомого складу, що залежить від величини міста (дивись додаток А);

α - коефіцієнт середньодобового наповнення, приймається 0,3-0,35;

γ - коефіцієнт випуску рухомого складу на лінію, приймається 0,75-0,85.

$$N_{\text{інв}} = \frac{1384852816 \cdot 1,1 \cdot 1,1}{365 \cdot 16 \cdot 14 \cdot 80 \cdot 0,3 \cdot 0,8} = \frac{1675671907}{1569792} = 1068 \text{ од.}$$

Сумарний добовий пробіг МПТ

$$W_{\text{доб}} = N_{\text{л}} \cdot V_{\text{екс}} \cdot h, \quad (3.14)$$

де $W_{\text{доб}}$ - сумарний добовий пробіг пасажирського транспорту, *авт.-км/доба*;
 $N_{\text{л}}$ - кількість рухомого складу на лінії, *од*;

$$N_{\text{л}} = N_{\text{інв}} \cdot \gamma, \quad (3.15)$$

$$N_{\text{л}} = 1068 \cdot 0,8 = 855 \text{ од.}$$

$$W_{\text{доб}} = 855 \cdot 16 \cdot 14 = 191,52 \text{ тис.авт} \cdot \text{км} / \text{доба}.$$

Сумарний добовий пробіг легкових автомобілів розраховується за формулою

$$W_{\text{ла}} = \frac{g_{\text{л}} \cdot N \cdot W_{\text{л}} \cdot 0,64}{365}, \quad (3.16)$$

де $W_{\text{ла}}$ - сумарний пробіг легкових автомобілів, *авт.-км/доба*;

$N_{\text{м}}$ - чисельність населення міста, *тис. жит.*;

$g_{\text{л}}$ - рівень легковий автомобілізації приймаємо, згідно завдання (дивись додаток А);

$W_{\text{л}}$ - річний пробіг легкового транспорту приймаємо згідно завдання (дивись додаток А);

0,64 - частка пробігу легкового транспорту на магістральних вулицях міста.

$$W_{\text{ла}} = \frac{260 \cdot 800 \cdot 13000 \cdot 0,64}{365} = 4741,26 \text{ тис.авт} \cdot \text{км} / \text{доба}.$$

Для розрахунку сумарного добового пробігу вантажних автомобілів визначаються:

а) пробіг одного вантажного автомобіля

$$W_{\text{ван}}^1 = \frac{T}{t_{\text{нв}} + t_{\text{р}}} l_{\text{р}}, \quad (3.17)$$

де $W_{\text{ван}}^1$ - пробіг одного вантажного автомобіля, км/добу;

T - час роботи одного вантажного автомобіля на лінії в добу, приймається рівним 9 год;

$t_{\text{нв}}$ - час навантаження і вивантаження, приймається рівним 0,5 год;

$t_{\text{р}}$ - час рейсу, год,

$l_{\text{р}}$ - довжина одного рейсу, км.

Довжина одного рейсу визначається за формулою

$$l_{\text{р}} = 1,8\sqrt{F}, \quad (3.18)$$

$$l_{\text{р}} = 1,8\sqrt{137,9} = 21,14 \text{ км}.$$

Час рейсу визначається за формулою:

$$t_{\text{р}} = \frac{l_{\text{р}}}{V_{\text{сер}}}, \quad (3.19)$$

де $V_{\text{сер}}$ - середня швидкість руху, яка приймається 24 км / год.

$$t_{\text{р}} = \frac{21,14}{24} = 0,88 \text{ год}.$$

$$W_{\text{ван}}^1 = \frac{9}{0,5 + 0,88} \cdot 21,14 = 137,79 \text{ км}.$$

б) сумарний добовий пробіг всіх вантажних автомобілів

$$W_{\text{ван}} = 0,64 \cdot g_{\text{ван}} \cdot N_{\text{м}} \cdot W_{\text{ван}}^1, \quad (3.20)$$

де $W_{\text{ван}}$ - сумарний пробіг вантажних автомобілів, *авт.-км / доба*;

0,64 - частка пробігу вантажного транспорту по магістральних вулицях міста;

$g_{\text{ван}}$ - рівень вантажної автомобілізації приймаємо згідно завдання (дивись додаток А);

$N_{\text{м}}$ - чисельність населення міста, *тис. жит.*;

$$W_{\text{ван}} = 0,64 \cdot 32 \cdot 800 \cdot 137,79 = 2257,49 \text{ тис.авт} \cdot \text{км} / \text{доба}.$$

Показником, що характеризує транспортну мережу міста, є її добова продуктивність, тобто обсяг транспортної роботи, який може бути виконаний на ній за добу:

$$P_c = 2L_{\text{м}} K_{\text{м}} N_n K_3 T_{\text{п}}, \quad (3.21)$$

де P_c – продуктивність транспортної мережі міста, *авт.-км/доба*;

$L_{\text{м}}$ – довжина транспортної мережі, *км*;

$K_{\text{м}}$ – коефіцієнт багатосмуговості, приймаємо згідно завдання (дивись додаток А);

N_n - пропускна здатність однієї смуги при регульованих перехрестях з урахуванням лівостороннього руху, приймаємо згідно завдання (дивись додаток А);

K_3 - коефіцієнт зниження пропускної здатності магістралей за рахунок нерівномірності їх завантаження транспортними потоками по зонам міста, приймаємо рівним 0,7;

$T_{\text{п}}$ - коефіцієнт приведення пікового завантаження добової, приймається рівним 10.

$$P_c = 2 \cdot 310,05 \cdot 2,7 \cdot 800 \cdot 0,7 \cdot 10 = 9375912 \text{ авт} \cdot \text{км} / \text{доба}.$$

Результати розрахунків для прямокутної ВДМ заносяться у таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати розрахунку для прямокутної транспортної мережі.

№ п/п	Найменування показника	Умовне позначення	Одиниця виміру	Результат
1.	Чисельність населення	N	<i>тис. жит.</i>	800
2.	Площа міста	F	км^2	137,9
3.	Сторони ВДМ: – сторона a – сторона b	a b	км	14 9,85
4.	Сумарна протяжність магістральних мереж	$L_{\text{маг}}$	км	310,05
5.	Рівень автомобілізації: – легкових – вантажних	$g_{\text{л}}$ $g_{\text{ван}}$	<i>авт./тис. жит.</i>	32 260
6.	Щільність населення	$\delta_{\text{н}}$	<i>тис. жит./км²</i>	5,8
7.	Протяжність магістральних мереж міського значення	$L_{\text{м}}$	км	23,85
8.	Середня кількість смуг руху в одному напрямку	$n_{\text{сер}}$	<i>од.</i>	2,08
9.	Щільність транспортної мережі: – лінійна – смугова	$\delta_{\text{л}}$ $\delta_{\text{п}}$	км/км^2	2,25 4,67
10.	Коефіцієнт непрямолінійності	$K_{\text{н}}$	–	1,325
11.	Транспортна рухливість населення	$P_{\text{тр}}$	<i>поїздок на жит./год</i>	420
12.	Середня дальність маршрутної поїздки	$l_{\text{мп}}$	км	4,12
13.	Інвентарна кількість рухомого складу МПТ	$N_{\text{інв}}$	<i>од.</i>	1068
14.	Середня місткість рухомого складу	Ω	<i>пас.</i>	80
15.	Сумарний добовий пробіг всіх видів транспорту	$\sum W$	<i>тис. авт.-км/доба</i>	7190,27
16.	Добова продуктивність транспортної мережі	Π	<i>авт.-км/добу</i>	9375912

Добова продуктивність транспортної мережі для прямокутно-діагональної і квадратної схеми ВДМ складає 10410120 та 7783776 *авт.-км/добу* відповідно. Результати показників для прямокутно-діагональної і квадратної схеми знаходяться у додатку В.

Планувальні схеми для всіх трьох типів ВДМ зображені у додатку Б.

Виходячи із результатів розрахунків по вибраним транспортним мережам, можна зробити висновок, що найбільш оптимальним варіантом для планування транспортної мережі нового міста є прямокутно-діагональна схема, так як вона має найбільший показник добової продуктивності транспортної мережі, що в свою чергу забезпечує найбільш сприятливі умови для стрімкого росту автомобілізації. А також, серед інших запропонованих схем, прямокутно-діагональна ВДМ має найменший коефіцієнт непрямолінійності, що сприяє зменшенню пробігів автомобілів по транспортній мережі.

4 ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХІЧНИХ ЗАСОБІВ РЕГУЛЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ

Світлофори призначені для регулювання руху транспортних засобів і пішоходів, мають світлові сигнали зеленого, жовтого, червоного і біло-місячного кольорів, які розташовані вертикально чи горизонтально. Сигнали світлофора можуть бути з нанесеною суцільною чи контурною стрілкою (стрілками), із силуетом пішохода, X-подібні.

На рівні червоного сигналу світлофора із вертикальним розташуванням сигналів може встановлюватися табличка білого кольору із нанесеною на ній стрілкою зеленого кольору.

У світлофорах з вертикальним розташуванням сигналів сигнал червоного кольору - зверху, зеленого - знизу, а з горизонтальним: червоного - ліворуч, зеленого - праворуч.

Світлофори з вертикальним розташуванням сигналів можуть мати одну або дві додаткові секції з сигналами у вигляді зеленої стрілки (стрілок), що розташовуються на рівні сигналу зеленого кольору.

Сигнали світлофора мають такі значення:

а) зелений дозволяє рух;

б) зелений у вигляді стрілки (стрілок) на чорному фоні дозволяє рух у зазначеному напрямку (напрямах). Таке саме значення має сигнал у вигляді зеленої стрілки (стрілок) у додатковій секції світлофора

Сигнал у вигляді стрілки, що дозволяє поворот ліворуч, дозволяє й розворот, якщо він не заборонений дорожніми знаками.

Сигнал у вигляді зеленої стрілки (стрілок) у додатковій (додаткових) секції, увімкнений разом із зеленим сигналом світлофора, інформує водія про те, що він має перевагу в зазначеному стрілкою (стрілками) напрямку (напрямах) руху перед транспортними засобами, що рухаються з інших напрямків;

в) зелений миготливий дозволяє рух, але інформує про те, що незабаром буде ввімкнено сигнал, який забороняє рух. Для інформування водіїв про час (у

секундах), що залишився до кінця горіння сигналу зеленого кольору, можуть застосовуватися цифрові табло;

г) чорна контурна стрілка (стрілки), нанесена на основний зелений сигнал, інформує водіїв про наявність додаткової секції світлофора і вказує інші дозволені напрямки руху ніж сигнал додаткової секції;

д) жовтий забороняє рух і попереджає про наступну зміну сигналів;

е) жовтий миготливий сигнал або два жовтих миготливих сигнали дозволяють рух і інформують про наявність небезпечного нерегульованого перехрестя або пішохідного переходу;

є) червоний сигнал, у тому числі миготливий, або два червоних миготливих сигнали забороняють рух.

Сигнал у вигляді зеленої стрілки (стрілок) у додатковій (додаткових) секції разом з жовтим або червоним сигналом світлофора інформує водія про те, що рух дозволяється у вказаному напрямку за умови безперешкодного пропуску транспортних засобів, які рухаються з інших напрямків.

Стрілка зеленого кольору на табличці, встановленій на рівні червоного сигналу світлофора з вертикальним розташуванням сигналів, дозволяє рух у зазначеному напрямку при ввімкненому червоному сигналі світлофора з крайньої правої смуги руху (або крайньої лівої смуги руху на дорогах з одностороннім рухом) за умови надання переваги в русі іншим його учасникам, які рухаються з інших напрямків на сигнал світлофора, що дозволяє рух;

ж) поєднання червоного і жовтого сигналів забороняє рух і інформує про наступне вмикання зеленого сигналу;

з) чорні контурні стрілки на червоному і жовтому сигналах не змінюють значення цих сигналів та інформують про дозволені напрямки руху при зеленому сигналі;

і) вимкнений сигнал додаткової секції забороняє рух у напрямку, вказаному її стрілкою (стрілками) [42].

Перехрестя на якому буде здійснено вибір пофазного проїзду (дивись рисунок 4.1), розрахунок циклу світлофорного регулювання з аналізом конфліктних точок, на схемі ВДМ має вигляд:

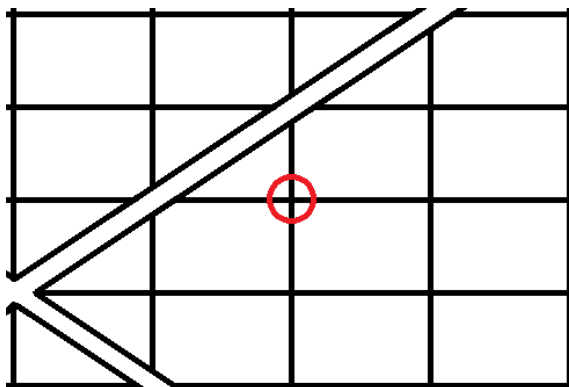


Рисунок 4.1 – розташування досліджуваного перехрестя.

4.1 Характеристика перехрестя, що досліджується

Схематичний вид перехрестя зображено на рисунку 4.2.

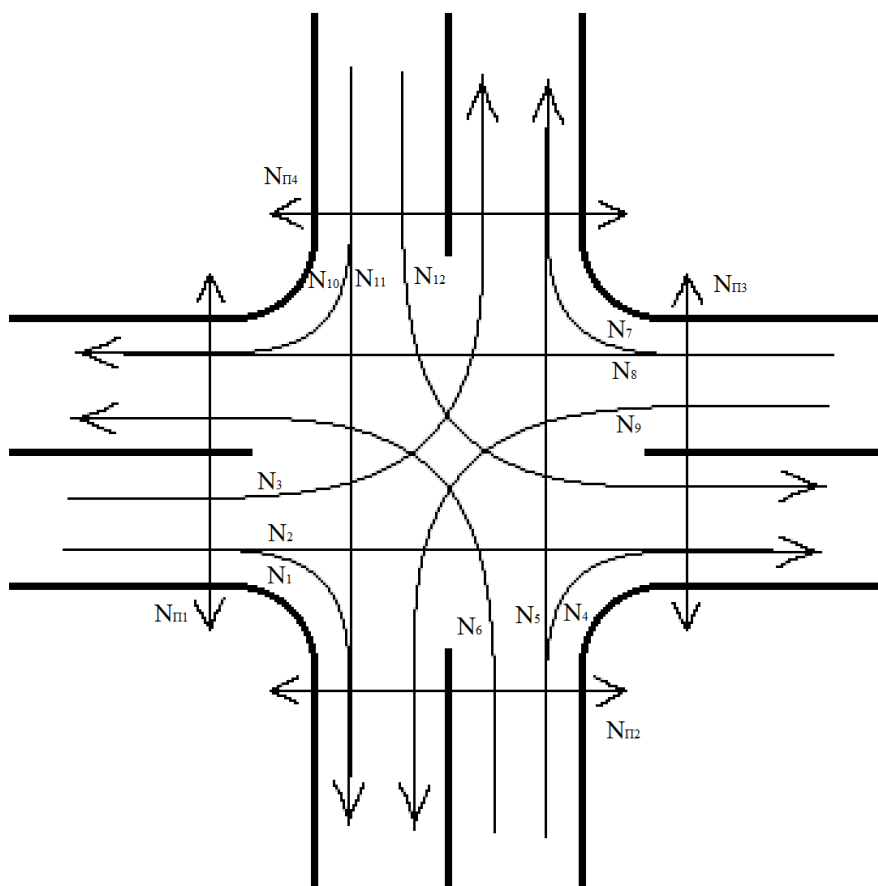


Рисунок 4.2 – схема вибраного варіанту перехрестя.

Даний варіант схеми було обрано оскільки такий варіант найбільш розповсюджений у проєктованій схемі транспортної мережі, внаслідок чого результати розрахунків і висновки можуть бути використані для перехресть із подібною інтенсивністю руху на підходах.

Інтенсивність транспортного потоку (інтенсивність руху) – кількість транспортних засобів, що проїжджають через переріз дороги за одиницю часу. В якості розрахункового періоду часу для визначення інтенсивності руху приймається рік, місяць, доба, година та більш короткі проміжки часу в залежності від поставленого завдання спостереження та засобів вимірювання

Склад транспортного потоку характеризується співвідношенням в ньому транспортних засобів різного типу. Цей показник чинить значний вплив на параметри дорожнього руху. Разом з тим склад транспортного потоку значною мірою відображає загальний склад парку автомобілів в регіоні. Склад транспортного потоку чинить вплив на завантаження вулично-дорожньої мережі, що пояснюється перед усім значною різницею в габаритних розмірах автомобілів.

Для того, щоб урахувати в фактичному складі транспортного потоку вплив різних типів транспортних засобів на завантаження вулично-дорожньої мережі міст, використовуються коефіцієнти приведення $K_{пр}$ до умовного легкового автомобіля.

Для вирішення практичних задач організації дорожнього руху в містах, доцільно використовувати значення $K_{пр}$ наведені у [43].

Для розрахунку приведеної інтенсивності будуть використовуватись: легкові автомобілі ($K_{пр} = 1$), вантажні автомобілі ($K_{пр} = 2$), автобуси ($K_{пр} = 2,5$). Потік інших транспортних засобів незначний (мотоцикли, мопеди), відсутній (тролейбуси, з'єднані троллейбуси), або заборонений правилами дорожнього руху, тому що перехрестя знаходиться у центральній частині міста (великоваговий транспорт, автопоїзди) (дивись таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – приведена інтенсивність транспортних потоків по напрямках руху.

Напрямок руху	Інтенсивність руху, авт./год			
	Легкові автомобілі	Вантажні автомобілі	Автобуси	Приведена інтенсивність
N_1	251	10	6	286
N_2	361	6	2	378
N_3	80	2	4	94
N_4	257	8	4	283
N_5	130	4	0	138
N_6	18	1	10	45
N_7	286	4	2	299
N_8	390	5	0	400
N_9	120	2	8	144
N_{10}	195	9	4	223
N_{11}	107	7	2	126
N_{12}	120	8	2	141
Разом	2315	66	44	2557

4.2 Критерії введення світлофornoї сигналізації.

Технічні засоби організації руху впливають на транспортні і пішохідні потоки. При цьому параметри потоків змінюються. Ці зміни можуть бути покладені в основу показників, використовуваних для оцінки ефективності застосування як окремого технічного засобу, так і їх сукупності.

Для різних «споживачів» систем управління на перший план можуть бути висунуті різні показники:

- число і тяжкість ДТП;
- пропускна спроможність ВДМ;
- транспортні затримки;
- кількість зупинок ТЗ;

- довжина черг перед перехрестями;
- час виконання поїздки;
- швидкість повідомлення;
- ступінь загазованості навколишнього середовища та рівень шуму.

Транспортні і пішохідні світлофори треба встановлювати за наявності хоча б однієї із цих п'яти умов.

Умова 1. Протягом 8 годин робочого дня середньо-годинна приведена інтенсивність руху транспортних засобів не менша зазначеної у таблиці 4.2

Таблиця 4.2 – Співставлення інтенсивності руху, як критерію введення світлофорної сигналізації згідно умови 1

Кількість смуг руху в одному напрямку		Інтенсивність руху транспортних засобів, од./год.	
Головна (більш завантажена) дорога	Другорядна (менш завантажена) дорога	Головною дорогою в двох напрямках	Другорядною дорогою в одному, найбільш завантаженому напрямку
1	1	750	75
		670	100
		580	125
		500	150
		410	175
		380	190
2 або більше	1	900	75
		800	100
		700	125
		600	150
		500	175
		400	200
2 або більше	2 або більше	900	100
		825	125
		750	150
		675	175
		600	200
		525	225
		480	240

Головною дорогою вважається дорога з більшою інтенсивністю руху.

На заданому перехресті перша дорога має напрямки руху $N_1, N_2, N_3, N_7, N_8, N_9$, а друга дорога наступні $N_4, N_5, N_6, N_{10}, N_{11}, N_{12}$.

Інтенсивність руху на дорозі розраховується за формулою:

$$I = \sum N_n, \quad (4.1)$$

Де N_n – приведена інтенсивність транспортного потоку за напрямком.

$$I_1 = 286 + 378 + 94 + 299 + 400 + 144 = 1601 \text{ авт./год};$$

$$I_2 = 283 + 138 + 45 + 223 + 126 + 141 = 956 \text{ авт./год}.$$

Виходячи з результатів розрахунків перша дорога є головною, а також виконується умова 1 для введення світлофорної сигналізації.

Умова 2. Протягом 8 год. робочого дня середньо-годинна інтенсивність руху транспортних засобів не менша:

– 600 од./год. (для доріг з розділовою смугою — 1000 од./год.) головною дорогою в двох напрямках;

– 150 пішоходів переходять проїзну частину в одному найбільш завантаженому напрямку в кожну із тих же 8 год.

Для населених пунктів із чисельністю мешканців менше ніж 10 тис. чол. нормативи за умовами 1 та 2 становлять 70 % зазначених.

Умова 3. Існує проміжок часу в 1-ну годину, протягом якого виконується умова 2.

Умова 4. Умови 1 та 2 одночасно виконуються за кожним окремим нормативом не менше ніж на 80%.

Умова 5. За останні 12 місяців на перехресті скоєно не менше трьох дорожньо-транспортних пригод, яких можна було б запобігти за наявності світлофорної сигналізації (наприклад, зіткнення транспортних засобів, що рухаються з поперечних напрямків, наїзди транспортних засобів на пішоходів, що переходять дорогу, зіткнення між транспортними засобами, що рухаються в

прямому напрямку та тих, що повертають ліворуч із зустрічного напрямку). До того ж умови 1 або 2 повинні виконуватись не менше ніж на 80% [44].

В результаті розрахунків при заданих умовах є необхідність введення світлофорної сигналізації.

4.3 Розрахунок тривалості циклу світлофорної сигналізації.

Цикл світлофорного регулювання складається не менше ніж із двох фаз (дивись рисунок 4.3, 4.4). Третю фазу доцільно використовувати при наявності великої кількості автомобілів, які повертають в ліво $>120 \text{ авт./год}$, або при наявності інтенсивного руху пішоходів.

В даному випадку існує два напрямки з інтенсивністю автомобільного потоку, що повертає вліво більше 120 авт./год (N_9 та N_{12}), тому доцільно встановити третю фазу для безперешкодного проїзду автомобільного потоку з напрямку N_9 , так як інтенсивність більша ніж на N_{12} (дивись рисунок 4.5).

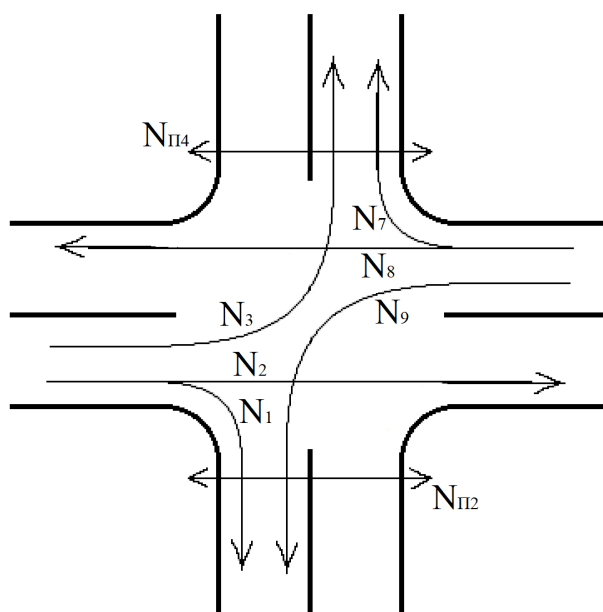


Рисунок 4.3 – схема регулювання першої фази

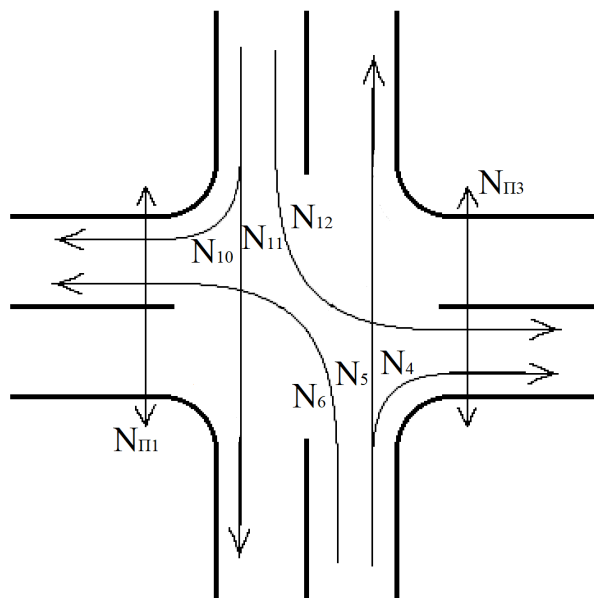


Рисунок 4.4 – схема регулювання другої фази

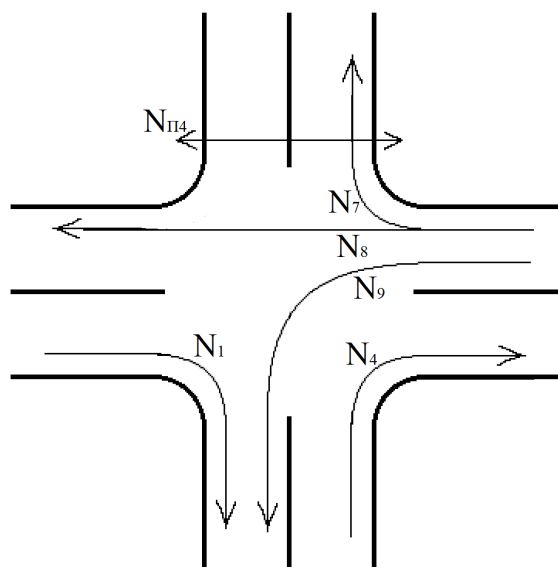


Рисунок 4.5 – схема регулювання третьої фази

У разі нерівномірного прибуття транспортних засобів до перехрестя тривалість циклу регулювання можна розрахувати за формулою Вебстера:

$$T_{\text{ц}} = \frac{1,5 \cdot \sum_{i=1}^n t_{ni} + 5}{1 - \sum_{i=1}^n y_i}, \quad (4.2)$$

де t_{ni} – величина проміжного такту в i -тій фазі, c ;

n – кількість фаз світлофорного регулювання;

y_i – фазовий коефіцієнт i -ої фази.

З міркувань безпеки тривалість циклу більше 120 секунд вважається неприпустимою. В цьому випадку необхідно домогтися зниження тривалості циклу шляхом збільшення кількості смуг, заборони окремих маневрів, зниження кількості фаз регулювання. Також недоцільно приймати тривалість циклу менше 25 секунд [45].

Тривалість проміжного такту повинна бути достатньою, щоб автомобіль, що підходить до перехрестя на зелений сигнал, при зміні сигналу міг або зупинитися у стоп-лінії, або покинути межі перехрестя. Величина проміжного такту визначається за формулою:

$$t_{ni} = \frac{v_a}{7,2a_T} + \frac{3,6(l_i + l_a)}{v_a}, \quad (4.3)$$

де v_a – швидкість автомобіля на підході до перехрестя, $км / год$; приймаємо згідно завдання (дивись додаток А);

a_T – середнє уповільнення транспортного засобу при включенні заборонного сигналу, приймається рівним $3,5 м / с^2$;

l_i – відстань від стоп-лінії до найдалшої конфліктної точки, $м$;

l_a – габаритна довжина автомобіля, приймається рівною $6 м$.

Відстань від стоп-лінії до конфліктної точки визначається за формулою:

$$l_i = l_{\text{стоп}} + l_{\text{піш}} + l_{\text{пч}} + 3,2 \cdot B, \quad (4.4)$$

Де $l_{\text{стоп}}$ – відстань від стоп-лінії до пішохідного переходу, приймаємо згідно завдання (дивись додаток А);

$l_{\text{пш}}$ – ширина пішохідного переходу, приймаємо згідно завдання (дивись додаток А);

$l_{\text{пч}}$ – відстань від пішохідного переходу до меж проїжджої частини перехрестя, приймаємо згідно завдання (дивись додаток А);

B – ширина смуги руху, приймаємо 4 м;

$$l_i = 1 + 3 + 2 + 3,2 \cdot 4 = 18,8 \text{ м}.$$

Для першої фази дорівнює:

$$t_{n1} = \frac{40}{7,2 \cdot 3,5} + \frac{3,6 \cdot (18,8 + 6)}{40} = 3,8 \text{ с},$$

Для другої фази проміжний такт складає:

$$t_{n2} = \frac{40}{7,2 \cdot 3,5} + \frac{3,6 \cdot (18,8 + 6)}{40} = 3,8 \text{ с},$$

Для третьої фази проміжний такт складає:

$$t_{n3} = \frac{40}{7,2 \cdot 3,5} + \frac{3,6 \cdot (18,8 + 6)}{40} = 3,8 \text{ с}.$$

Тривалість перехідного такту перевіряється на забезпечення можливості пішоходам перетнути одну четверту ширини проїжджої частини:

$$T_{\text{пш}} = \frac{B}{v_{\text{пш}}}, \quad (4.5)$$

$v_{\text{пш}}$ – швидкість пішохідного потоку, м/с; приймаємо згідно завдання (дивись додаток А).

В якості проміжного такту вибирають найбільше значення з t_{ni} і $t_{\text{пш}}$.

$$T_{\text{пш}} = \frac{4}{1} = 4 \text{ с}.$$

Фазовий коефіцієнт i -ої фази регулювання дорівнює:

$$y_i = \frac{N_i}{M_{\text{пш}}}, \quad (4.6)$$

де N_i – наведена інтенсивність руху в i -м напрямку, що обслуговується в цій фазі;

$M_{\pi i}$ – потік насичення, кількісно представляє собою максимальну інтенсивність руху в даному напрямку при включеному зеленому сигналі світлофора.

Аналітично потік насичення визначається наступним чином:

– для випадків руху транспортних засобів прямо, а також наліво і (або) направо по одним і тим же смугах руху, якщо інтенсивність ліво і правоповоротного потоків становить понад 10% від загальної інтенсивності руху в цьому напрямку даної фази, то наближена оцінка потоку насичення може бути знайдена в такий спосіб:

$$M_{\pi i} = M_n \frac{N_a + N_b + N_c}{N_a + 1,75N_b + 1,25N_c}, \quad (4.7)$$

де N_a, N_b, N_c – інтенсивність руху транспортних засобів, відповідно, прямо, наліво і направо;

M_n – потік насичення однієї смуги шириною 4 м, приймаємо згідно завдання (дивись додаток А).

– для випадків руху транспортних засобів тільки наліво або направо по спеціально виділених смугах:

$$M_{\pi i} = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{R}}, \quad (4.8)$$

де R – радіус повороту, м.

Для повороту вправо радіус розраховується за формулою:

$$R = 1 \frac{B}{2}, \quad (4.9)$$

$$R = 1 \cdot \frac{4}{2} = 2 \text{ м.}$$

Для повороту вліво радіус розраховується за формулою:

$$R = 2,5B + 1, \quad (4.10)$$

$$R = 2,5 \cdot 4 + 1 = 11 \text{ м.}$$

Так як на перехресті нема окремо виділеної смуги для руху вліво або вправо, транспортний потік, що рухається прямо, може проїжджати перехрестя з лівої або правої смуги руху, тому такий потік автомобілів рівномірно розподіляється по обох смугах руху.

Перша фаза:

$$M_{п1(1,2)} = 2000 \cdot \frac{189 + 286}{189 + 1,25 \cdot 286} = 1738,34 \text{ авт./год};$$

$$M_{п2(2,3)} = 2000 \cdot \frac{189 + 94}{189 + 1,75 \cdot 94} = 1601,13 \text{ авт./год};$$

$$M_{п3(7,8)} = 2000 \cdot \frac{200 + 299}{200 + 1,25 \cdot 299} = 1739,43 \text{ авт./год};$$

$$M_{п4(8,9)} = 2000 \cdot \frac{200 + 144}{200 + 1,75 \cdot 144} = 1522,12 \text{ авт./год};$$

$$y_{1(1,2)} = \frac{189 + 286}{1738,34} = 0,273;$$

$$y_{2(1,3)} = \frac{189 + 94}{1601,13} = 0,177;$$

$$y_{3(7,8)} = \frac{200 + 299}{1739,43} = 0,287;$$

$$y_{4(8,9)} = \frac{200 + 144}{1522,12} = 0,226.$$

Найбільший фазовий коефіцієнт рівний 0,287.

Друга фаза:

$$M_{п1(4,5)} = 2000 \cdot \frac{69 + 283}{69 + 1,25 \cdot 283} = 1665,29 \text{ авт./год};$$

$$M_{п2(5,6)} = 2000 \cdot \frac{69 + 45}{69 + 1,75 \cdot 45} = 1543,15 \text{ авт./год};$$

$$M_{п3(10,11)} = 2000 \cdot \frac{63 + 223}{63 + 1,25 \cdot 223} = 1673,74 \text{ авт./год};$$

$$M_{п4(11,12)} = 2000 \cdot \frac{63 + 141}{63 + 1,75 \cdot 141} = 1317,19 \text{ авт./год};$$

$$y_{1(4,5)} = \frac{69 + 283}{1665,29} = 0,211; \quad y_{2(5,6)} = \frac{69 + 45}{1543,14} = 0,074;$$

$$y_{3(10,11)} = \frac{63 + 223}{1673,74} = 0,171; \quad y_{4(11,12)} = \frac{63 + 141}{1317,19} = 0,155.$$

Найбільший фазовий коефіцієнт рівний 0,211.

Третя фаза:

$$M_{п1(1)} = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{3}} = 1193,37 \text{ авт./год};$$

$$M_{п2(4)} = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{3}} = 1193,37 \text{ авт./год};$$

$$M_{п3(7,8)} = 2000 \cdot \frac{200 + 299}{200 + 1,25 \cdot 299} = 1739,43 \text{ авт./год};$$

$$M_{п4(8,9)} = 2000 \cdot \frac{200 + 144}{200 + 1,75 \cdot 144} = 1522,12 \text{ авт./год};$$

$$y_{1(1)} = \frac{286}{1193,37} = 0,24; \quad y_{2(4)} = \frac{283}{1193,37} = 0,237;$$

$$y_{3(7,8)} = \frac{200 + 299}{1739,43} = 0,287; \quad y_{4(8,9)} = \frac{200 + 144}{1522,12} = 0,226.$$

Найбільший фазовий коефіцієнт рівний 0,287.

Проміжний такт приймаємо рівний 4 с для всіх фаз.

Отже, можемо розрахувати цикл регулювання:

$$T_{\text{ц}} = \frac{1,5 \cdot 12 + 5}{1 - (0,287 + 0,287 + 0,211)} = 107 \text{ с}.$$

Після розрахунку тривалості світлофорного циклу визначається тривалість основних тактів всіх фаз за такою формулою:

$$t_{oi} = \frac{(T_{\text{ц}} - \sum_{i=1}^n t_{ni}) \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n y_i}, \quad (4.11)$$

З міркувань безпеки тривалість основних тактів повинна бути не менше 7 секунд. Основні такти необхідно перевірити на можливість пропуску пішоходів. Час необхідний для перетину пішоходами проїзної частини розраховується за такою формулою:

$$t_{\text{пш}} = 5 + \frac{B_{\text{пч}}}{v_{\text{пш}}}, \quad (4.12)$$

Де $B_{\text{пч}}$ – ширина проїжджої частини.

Перша фаза:

$$t_{o1} = \frac{(107 - 12) \cdot 0,287}{0,287 + 0,211 + 0,287} = 35 \text{ с};$$

Друга фаза:

$$t_{o2} = \frac{(107 - 12) \cdot 0,211}{0,287 + 0,211 + 0,287} = 25 \text{ с};$$

Третя фаза:

$$t_{o3} = \frac{(107 - 12) \cdot 0,287}{0,287 + 0,211 + 0,287} = 35 \text{ с};$$

Для всіх фаз:

$$t_{\text{пш}} = 5 + \frac{16}{1} = 21 \text{ с} .$$

Оскільки час, що необхідний пішоходам для переходу проїзної частини менший за час кожної фази циклу, то коригування циклу світлофорної сигналізації не потрібно.

4.4 Графік роботи світлофорної сигналізації

Графік роботи світлофорів являє собою тимчасову діаграму режиму регулювання із зазначенням тривалості сигналів і послідовністю їх включення. Це дозволяє використовувати його для комутації ламп світлофора в період монтажних робіт.

Кожен рядок графіка відповідає одному або декільком світлофорам з однаковим режимом роботи. У лівій частині графіка вказують номер світлофорів і додаткових секцій, що привласнюються їм в процесі проектування світлофорного об'єкта. У середній частині графіка відповідними кольорами показують чергування сигналів світлофора. Перед виконанням графіка викреслюють оптимальну схему пофазного роз'їзду з нанесеними на ній транспортними та пішохідними світлофорами [46].

При побудові графіка роботи світлофорів використовується такий вираз:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{о1}} + t_{\text{н1}} + t_{\text{о2}} + t_{\text{н2}} + t_{\text{о3}} + t_{\text{н3}} \quad (4.13)$$

Для побудови графіка роботи світлофорної сигналізації (дивись рисунок 4.7) для обраної оптимальної схеми необхідно визначити необхідну кількість транспортних і пішохідних світлофорів для кожної з фаз регулювання і пронумерувати їх.

Визначення оптимального режиму роботи світлофорної сигналізації під час пофазового роз'їзді транспортних засобів і побудова графіка роботи світлофорів проводиться відповідно до відомими рекомендаціями. Оскільки при проектуванні

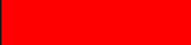
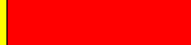
Фаза номер світлофора	Фаза 1	Фаза 2	Фаза 3	Тривалість, с				
				t_3	$t_{ж}$	$t_ч$	$t_{чж}$	$\sum t$
1.1				21	4	78	4	107
1.2				68	-	39	-	107
2				78	4	21	4	107
3				29	4	70	4	107
4.1				39	4	60	4	107
4.2				78	-	29	-	107
1п, 8п				35	-	72	-	107
2п, 3п, 6п, 7п				25	-	82	-	107
4п, 5п				70	-	37	-	107

Рисунок 4.7 – графік роботи світлофornoї сигналізації на перехресті.

Висновок

Отже, за результатами дослідження було прийняте рішення про необхідність введення світлофornoї сигналізації з трьохфазним циклом. Розрахована тривалість циклу, розрахована тривалість кожної фази, побудовано графік роботи світлофornoї сигналізації на перехресті.

За недостатньої ефективності режиму роботи світлофornoї сигналізації слід вводити заборону на поворот в ліво, або необхідно будувати надземні чи підземні пішохідні переходи, щоб пішоходи не затримували транспортний потік та підвищився рівень безпеки пішоходів на перехресті.

5 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВВЕДЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ РЕГУЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИМ ПОТОКОМ

5.1 Визначення витрат, пов'язаних із простоем транспортних засобів на нерегульованому перехресті

Вартість втрат часу транспортними засобами на нерегульованому перехресті визначається за формулою:

$$C_{\text{тр}}^{\text{н}} = T_{\text{н}} S_{\text{ні}}, \quad (5.1)$$

де $T_{\text{н}}$ – втрати часу за рік транспортними засобами на нерегульованому перехресті, *год*;

$S_{\text{ні}}$ – вартість години простою легкового автомобіля, *грн*; приймаємо згідно завдання (дивись додаток А).

Втрати часу автомобілем за рік на нерегульованому перехресті:

$$T_{\text{н}} = \frac{365 \cdot N_{\text{др}} \cdot t_{\text{н}}}{3600 \cdot k_{\text{н}}}, \quad (5.2)$$

Де $N_{\text{др}}$ – інтенсивність руху в годину пік по другорядній дорозі (в обох напрямках), *авт/год*;

$t_{\text{н}}$ – середня затримка одного автомобіля, *с*; визначена на підставі експерименту на нерегульованому перехресті (дивись додаток А);

$k_{\text{н}}$ – коефіцієнт нерівномірності руху протягом доби, приймаємо згідно завдання (дивись додаток А).

$$T_{\text{н}} = \frac{365 \cdot 956 \cdot 90}{3600 \cdot 0,1} = 87235 \text{ год};$$

$$C_{\text{тр}}^{\text{н}} = 87235 \cdot 300 = 26170500 \text{ грн.}$$

5.2 Визначення витрат, пов'язаних із простоем транспортних засобів на регульованому перехресті

Вартість втрат часу транспортними засобами на регульованому перехресті визначається за формулою:

$$C_{\text{тр}}^{\text{пр}} = T_{\text{р}} \cdot S_{\text{ні}}, \quad (5.5)$$

Де $T_{\text{р}}$ – втрати часу за рік транспортними засобами на регульованому перехресті, *год*.

Втрати часу автомобілем за рік на регульованому перехресті:

$$T_{\text{р}} = \frac{365 \cdot (N_{\text{гол}} + N_{\text{др}}) \cdot t_{\text{р}}}{3600 \cdot k_{\text{н}}}, \quad (5.6)$$

Де $N_{\text{гол}}$, $N_{\text{др}}$ – інтенсивність руху автомобілів, відповідно по головній і другорядній дорозі, *авт / год*.

Середня затримка одного автомобіля в i -тій фазі знаходиться за формулою:

$$t_{\text{pi}} = 0,9 \left[\frac{T_{\text{ц}}(1-\lambda)^2}{2(1-\lambda\chi)} + \frac{\chi^2}{2N(1-\chi)} \right], \quad (5.7)$$

Де χ – ступінь насичення напрямку руху, який розраховується за формулою:

$$\chi = \frac{N}{\sum M_i \cdot \lambda_i}; \quad (5.7)$$

λ – відношення тривалості дозволяючого сигналу до циклу, яке дорівнює:

$$\lambda = \frac{t_o}{T_{\text{ц}}}; \quad (5.8)$$

N – приведена інтенсивність руху автомобілів у i -тій фазі, *од. / год* (сумарна інтенсивність ТЗ, що рухаються в даній фазі).

$$\lambda_1 = \frac{35}{107} = 0,327$$

$$\chi_1 = \frac{1601}{6601 \cdot 0,327} = 0,742$$

$$\lambda_2 = \frac{25}{107} = 0,234$$

$$\chi_2 = \frac{956}{66199 \cdot 0,234} = 0,659$$

$$\lambda_3 = \frac{35}{107} = 0,327$$

$$\chi_3 = \frac{1412}{5648 \cdot 0,327} = 0,764$$

Середня затримка автомобілів на регульованому перехресті визначається як середньозважена величина з розрахованих для кожної фази:

$$t_p = \frac{\sum_{i=1}^m (t_{pi} \cdot N_i)}{\sum_{i=1}^m N_i}, \quad (5.9)$$

де m – число фаз регулювання.

Розрахунок витрат, пов'язаних із простоем транспортних засобів на регульованому перехресті:

$$t_{p1} = 0,9 \cdot \left[\frac{107 \cdot (1 - 0,327)^2}{2 \cdot (1 - 0,327 \cdot 0,742)} + \frac{0,742^2}{2 \cdot 1601 \cdot (1 - 0,742)} \right] = 28,8 \text{ с};$$

$$t_{p2} = 0,9 \cdot \left[\frac{107 \cdot (1 - 0,234)^2}{2 \cdot (1 - 0,234 \cdot 0,659)} + \frac{0,659^2}{2 \cdot 956 \cdot (1 - 0,659)} \right] = 33,4 \text{ с};$$

$$t_{p3} = 0,9 \cdot \left[\frac{107 \cdot (1 - 0,327)^2}{2 \cdot (1 - 0,327 \cdot 0,764)} + \frac{0,764^2}{2 \cdot 1412 \cdot (1 - 0,764)} \right] = 29,1 \text{ с};$$

$$t_p = \frac{(28,8 \cdot 1601) \cdot (33,4 \cdot 956) \cdot (29,1 \cdot 1412)}{1601 + 956 + 1412} = 30 \text{ с};$$

$$T_p = \frac{365 \cdot (1601 + 956) \cdot 30}{3600 \cdot 0,1} = 77775,42 \text{ год};$$

$$C_{Tp}^p = 77775,42 \cdot 300 = 23332626 \text{ грн.}$$

5.3 Визначення витрат, пов'язаних з втратою часу пасажирями громадського та особистого транспорту

Вартість втрат часу пасажирями на нерегульованому і регульованому перехрестях визначається за формулою:

$$C_{\text{Пас}}^i = T_i \cdot S_n \cdot (d_a \cdot B_a \cdot H_a + d_{\text{Л}} \cdot B_{\text{Л}} \cdot H_{\text{Л}}), \quad (5.10)$$

де T_i – втрати часу транспортними засобами на регульованому або нерегульованому перехресті, год;

S_n – економічна оцінка однієї пасажиро-години, грн;

d_a , $d_{\text{Л}}$ – частка автобусів/тролейбусів і легкових автомобілів в транспортному потоці, що визначається за таблицею 4.1;

B_a , $B_{\text{Л}}$ – місткість автобуса / тролейбуса, та легкового автомобіля відповідно, пас. приймаємо згідно завдання (дивись додаток А);

H_a , $H_{\text{Л}}$ – коефіцієнт використання місткості автобуса / тролейбуса, та легкового автомобіля відповідно, приймаємо згідно завдання (дивись додаток А).

Економічну оцінку однієї пасажиро-години можна визначити виходячи із середньої заробітної плати, середня номінальна заробітна плата штатного працівника в Україні на червень 2020 року, за даними сайту *unian.ua* [47] становить 11 579 грн. Тоді її годинна складова розраховується за формулою:

$$S_n = \frac{z_{\text{ср}}}{n_{\text{д}} \cdot t_{\text{роб}}}, \quad (5.11)$$

Де $z_{\text{ср}}$ – середня заробітна плата за місяць;

$n_{\text{д}}$ – кількість робочих днів у місяці, приймаємо 22 дні;

$t_{\text{роб}}$ – час робочої зміни, приймаємо 8 год.

$$S_n = \frac{11579}{22 \cdot 8} = 65,79 \text{ грн / год}.$$

Розрахунок витрат, пов'язаних з втратою часу пасажирів на нерегульованому і регульованому перехресті:

$$C_{\text{пас}}^{\text{Н}} = 87235 \cdot 65,79 \cdot (0,025 \cdot 80 \cdot 0,75 + 0,906 \cdot 5 \cdot 0,4) = 19008199 \text{ грн};$$

$$C_{\text{пас}}^{\text{Р}} = 77775,42 \cdot 65,79 \cdot (0,025 \cdot 80 \cdot 0,75 + 0,906 \cdot 5 \cdot 0,4) = 16946990 \text{ грн}.$$

5.4 Визначення витрат, пов'язаних з втратою часу пішоходами на перехресті

Вартість втрат часу пішоходами на нерегульованому і регульованому перехресті визначається за формулою:

$$C_{\text{піш}}^i = T_{\text{піш}}^i \cdot S_n, \quad (5.12)$$

Втрати часу за рік на нерегульованому перехресті визначається за формулою:

$$T_{\text{піш}}^{\text{Н}} = \frac{365(N_{\text{піш}}^{\text{гол}} \cdot t_{\text{оч}}^{\text{гол}} + N_{\text{піш}}^{\text{др}} \cdot t_{\text{оч}}^{\text{др}})}{3600}, \quad (5.13)$$

Де $N_{\text{піш}}^{\text{гол}}$, $N_{\text{піш}}^{\text{др}}$ – середньодобова інтенсивність перетину пішоходами, відповідно головною і другорядною дороги, *чол./добу*; приймаємо згідно завдання (дивись додаток А);

$t_{\text{оч}}^{\text{гол}}$, $t_{\text{оч}}^{\text{др}}$ – середня затримка пішохода при перетині, відповідно головною і другорядною дороги, *с*. Яка визначається за формулою:

$$t_{\text{оч}}^i = t_o^i \cdot 0,65, \quad (5.14)$$

$$t_{\text{оч}}^{\text{гол}} = 35 \cdot 0,65 = 22,75 \text{ с};$$

$$t_{\text{оч}}^{\text{др}} = 25 \cdot 0,65 = 16,25 \text{ с}.$$

Втрати часу за рік на регульованому перехресті визначається за формулою:

$$T_{\text{піш}}^{\text{р}} = \frac{365}{3600} \sum_{i=1}^o \frac{N_{\text{піш}} (T_{\text{ц}} - t_o^i)^2}{2T_{\text{ц}}}, \quad (5.15)$$

Зробимо розрахунок витрат, пов'язаних з втратою часу пішоходів при перетині дороги на нерегульованому і регульованому перехрестях:

$$T_{\text{піш}}^{\text{н}} = \frac{365 \cdot (1500 \cdot 22,75 + 1000 \cdot 16,25)}{3600} = 5107,47 \text{ год};$$

$$T_{\text{піш}}^{\text{р}} = \frac{365}{3600} \cdot \left(\frac{1500 \cdot (107 - 39)^2}{2 \cdot 107} + \frac{1000 \cdot (107 - 29)^2}{2 \cdot 107} + \frac{1500 \cdot (107 - 39)^2}{2 \cdot 107} \right) = 9774,48 \text{ год};$$

$$C_{\text{піш}}^{\text{н}} = 5107,47 \cdot 65,79 = 336020 \text{ грн};$$

$$C_{\text{піш}}^{\text{р}} = 9774,48 \cdot 65,79 = 643063 \text{ грн}.$$

5.5 Визначення збитків від дорожньо-транспортних подій

Збиток від дорожньо-транспортних подій на нерегульованому перехресті може бути наближено визначено з виразу:

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{н}} = n \cdot C, \quad (5.16)$$

де n – кількість дорожньо-транспортних пригод; (2-5, в залежності від інтенсивності або за реальними статистичними даними для перехрестя);

C – середня оцінка втрат в одному ДТП. За даними страхової компанії 800 тис. грн.

Втрати від ДТП після введення світлофорного регулювання становить 16% від втрат на нерегульованому перехресті [48].

Розрахунок збитків від ДТП на нерегульованому і регульованому перехресті:

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{н}} = 4 \cdot 800000 = 3200000 \text{ грн};$$

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{р}} = C_{\text{ДТП}}^{\text{н}} \cdot 0,16 = 3200000 \cdot 0,16 = 512000 \text{ грн}.$$

5.6 Визначення витрат по експлуатації світлофорного об'єкта

Капітальні вкладення розраховуються за формулою:

$$K = C_{\text{кон}} + \sum N_{\text{об}}^i \cdot (C_{\text{сек}} \cdot N_{\text{сек}}), \quad (5.17)$$

Де $C_{\text{кон}}$ – вартість контролера для світлофорної сигналізації, 85000 грн;

$N_{\text{об}}^i$ – кількість об'єктів певного типу;

$C_{\text{сек}}$ – вартість однієї секції, 15000 грн;

$N_{\text{сек}}$ – кількість секцій у світлофорному об'єкті.

$$K = 85000 + 8 \cdot (15000 \cdot 2) + 2 \cdot (15000 \cdot 3) + 2 \cdot (15000 \cdot 4) = 535000 \text{ грн},$$

Загальні витрати по експлуатації світлофорного об'єкта складаються з:

1) Витрат на техобслуговування і поточний ремонт світлофорного об'єкту:

$$E_{\text{р}} = \frac{(K_{\text{б}} \cdot H_{\text{р}})}{100}, \quad (5.18)$$

де $K_{\text{б}}$ – балансова вартість світлофорного об'єкта і пішохідних огорожень (приймається 70% від вартості установки світлофора);

$H_{\text{р}}$ – норма відрахувань на техобслуговування і поточний ремонт світлофорного об'єкта (5%):

$$E_p = \frac{(535000 \cdot 0,7 \cdot 5)}{100} = 18725 \text{ грн.}$$

2) Витрати на електроенергію:

$$E_{\text{ен}} = \frac{\text{Ц}_{\text{ен}} \cdot k \cdot P \cdot T_{\text{рб}}}{1000}, \quad (5.19)$$

де $\text{Ц}_{\text{ен}}$ – вартість однієї кіловат-години електроенергії, приймаємо згідно завдання (дивись додаток А);

k – коефіцієнт використання встановленої потужності світлофорного об'єкта, приймаємо згідно з [48] $k = 0,5$;

P – встановлена потужність, яка розраховується за формулою:

$$P = P_{\text{контр}} + P_{\text{сек}} \cdot N_{\text{сек}}, \quad (5.20)$$

Де $P_{\text{контр}}$ – потужність контролера, становить 160 Вт;

$P_{\text{сек}}$ – потужність однієї секції, становить 7 Вт;

$$P = 160 + 7 \cdot (8 \cdot 2 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 4) = 370 \text{ Вт.}$$

$T_{\text{рб}}$ – час роботи світлофорного об'єкта протягом року, приймаємо рівним 6570 год;

$$E_{\text{ен}} = \frac{1,68 \cdot 0,5 \cdot 370 \cdot 6570}{1000} = 2042 \text{ грн.}$$

3) Витрати на амортизаційні відрахування:

$$E_{\text{ам}} = \frac{0,7 \cdot K \cdot N_a}{100}, \quad (5.21)$$

Де N_a – норма амортизаційних відрахувань, приймаємо 12% згідно [48];

$$E_{\text{ам}} = \frac{0,7 \cdot 535000 \cdot 12}{100} = 44940 \text{ грн}$$

Сумарні експлуатаційні витрати світлофорного об'єкта розраховуються зв формулою:

$$C_{\text{е}}^{\text{р}} = E_{\text{р}} + E_{\text{ен}} + E_{\text{ам}}, \quad (5.22)$$

$$C_{\text{е}}^{\text{р}} = 18725 + 2042 + 44940 = 65707 \text{ грн}.$$

5.7 Розрахунок показників економічної ефективності

Для вирішення питання про економічну доцільність введення світлофорного регулювання визначають коефіцієнт економічний ефективності, термін окупності, річний економічний ефект.

Сумарні поточні витрати до здійснення заходів, тобто на нерегульованому перехресті, визначають за формулою:

$$C_{\text{н}} = C_{\text{тр}}^{\text{н}} + C_{\text{пас}}^{\text{н}} + C_{\text{піш}}^{\text{н}} + C_{\text{ДТП}}^{\text{н}}, \quad (5.23)$$

$$C_{\text{н}} = 26170500 + 19008199 + 336020 + 3200000 = 48714719 \text{ грн}.$$

Сумарні поточні витрати після здійснення заходів, тобто на регульованому перехресті, визначають за формулою:

$$C_{\text{р}} = C_{\text{тр}}^{\text{р}} + C_{\text{пас}}^{\text{р}} + C_{\text{піш}}^{\text{р}} + C_{\text{ДТП}}^{\text{р}} + C_{\text{е}}^{\text{р}}, \quad (5.24)$$

$$C_{\text{р}} = 23332626 + 16946990 + 643063 + 512000 + 65707 = 41500386 \text{ грн}.$$

Річний економічний ефект являє собою різницю витрат за двома варіантами організації руху на перехресті:

$$E_{\text{рік}} = C_{\text{н}} - C_{\text{р}}, \quad (5.25)$$

$$E_{\text{рік}} = 48714719 - 41500386 = 7214333 \text{ грн.}$$

Коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень:

$$E = \frac{E_{\text{рік}}}{K}, \quad (5.22)$$

де K – капітальні вкладення в устаткування перехрестя світлофорним регулюванням.

$$E = \frac{7214333}{535000} = 13,48.$$

Термін окупності капітальних витрат:

$$T = \frac{1}{E}, \quad (5.23)$$

$$T = \frac{1}{13,48} = 0,075 \text{ року.}$$

За результатами розрахунків економічної ефективності можна зробити висновок, що введення технічних засобів регулювання руху транспортних і пішохідних потоків на перехресті є ефективним.

6 ПРОЕКТУВАННЯ МІСЬКОЇ АВТОСТОЯНКИ

6.1 Основні поняття про автостоянку.

Автостоянка – спеціально обладнана відкрита площадка для постійного або тимчасового зберігання легковий автомобілів та інших мототранспортних засобів [49].

Зарубіжні дані показують, що у великих містах з високим рівнем автомобілізації переважна кількість місць для тимчасової стоянки забезпечується за рахунок позавуличних стоянок [50]. Всі тимчасові стоянки можуть бути платними і безкоштовними. Здійснення плати, розмір якої зазвичай визначається тривалістю перебування автомобіля на стоянці, не тільки дозволяє відшкодувати будівельні та експлуатаційні витрати, а й забезпечує більш раціональне використання стоянки власниками автомобілів. Значного поширення в зв'язку з цим у найбільш щільних центральних кварталах багатьох зарубіжних міст отримали стоянки, на яких кожне місце обладнане спеціальним лічильником-паркометром індивідуального або колективного користування.

За часом зберігання паркувальні зони класифікують на [50,51]:

- постійного зберігання (гаражі);
- тимчасового розміщення (паркування) транспортних засобів. Стоянки тимчасового зберігання:
 - вуличні (колотротуарні): з необмеженою тривалістю паркування, з обмеженою тривалістю паркування (платні, безкоштовні);

Під терміном вулична стоянка слід розуміти комплекс місць для паркування автомобілів, розташованих в межах червоних ліній вулиці.

Вуличні стоянки можуть бути організовані:

- на смузї руху (на проїзній частині вулиці вздовж бордюру або під кутом к бордюру);
- на тротуарі;

- в «кишені» (місцеве розширення проїзної частини за рахунок зеленої смуги або тротуару); ширина «кишені» залежить від прийнятої схеми постановки автомобілів на стоянку;

- на центральній розділювальній смузі завширшки не менш 5,5 м або на напрямному острові;

- змішані.

Вуличні стоянки не можуть бути розміщені на вулицях і дорогах безперервного руху.

По способу постановки автомобілів на стоянку відносно осі вулиці вуличні стоянки прийнято ділити на:

- з паралельним способом постановки 0^0 ;
- під кутом 30^0 ; 45^0 або 60^0 ;
- з перпендикулярним способом постановки 90^0 .

При збільшенні кута постановки автомобіля збільшується місткість стоянки, але при цьому збільшується ширина стоянки та підвищується час необхідний для в'їзду-виїзду на стоянку [52].

Тривалість перебування легкових автомобілів залежить передусім від характеру обслуговуваного об'єкта і мети поїздки. Можна виділити наступні характерні цілі поїздок:

- на роботу (навчання);
- службово-ділові (у робочий час);
- культурно-побутові,
- екскурсійно-туристські та інші.

Найменша тривалість одночасної стоянки спостерігається при службово-ділових поїздках і відвідуванні торгових та побутових підприємств. Тривалість знаходження автомобіля на таких стоянках не перевищує 1 - 1,5 год. Час перебування на стоянці у видовищних підприємств визначається тривалістю заходу.

Найбільший час знаходження автомобілів на стоянках при поїздках на роботу визначається тривалістю робочого дня. Як показують дослідження, на

тривалість перебування автомобіля на стоянках майже усіх видів істотно впливають розміри міста. У найбільших містах в порівнянні з малими час стоянки збільшується приблизно удвічі.

6.2 Характеристика позавуличної стоянки для торгівельно-розважального центру.

Потрібну кількість машино-місць для ТРЦ можна розрахувати за наступною формулою, для зручності розрахунки наведено у вигляді таблиці 6.1:

$$N_{\text{н}}^i = \frac{P \cdot k}{q}, \quad (6.1)$$

Де P – загальна кількість відповідної розмірності, *од.*; приймаємо згідно завдання (дивись додаток А);

q – розрахункова одиниця; приймаємо згідно завдання (дивись додаток А);

k – кількість машино-місць на розрахункову одиницю, приймається відповідно рівня автомобілізації, *од.*; згідно завдання (дивись додаток А).

Таблиця 6.1 – Розрахункова необхідна кількість машино-місць для ТРЦ.

Заклади розташовані на території ТРЦ	Розрахункові одиниці	Загальна характеристика відповідної розмірності	Кількість машино-місць на розрахункову одиницю	Потрібна кількість машино-місць
Ресторани і кафе	На 100 місць у залі	24	330	79
Універмаги, магазини	На 100 кв. м площі	7	2460	172
Кінотеатри	На 100 місць у залах	16	320	51
Розважальні комплекси	На 100 відвідувачів	5	240	12
Спортивні зали, басейни	На 100 відвідувачів та обслуговуючого персоналу	15	170	26
Сума				340

На відкритих автостоянках біля закладів культурно-побутового обслуговування, підприємств торгівлі та відпочинку, окремих будинків і споруд масового відвідування, а також в гаражах слід виділяти машино-місця для автотранспортних засобів інвалідів.

Мінімальна необхідна площа конкретної ділянки (території) для постійного чи тимчасового зберігання автомобілів на відкритих автостоянках визначається, виходячи з норми 25 м^2 на розрахунковий автомобіль.

При проектуванні автостоянки необхідно виходити з таких нормативних параметрів:

- розміри одного машино-місця на автостоянках зберігання середніх автомобілів (з врахуванням мінімально припустимих зазорів безпеки $0,5 \text{ м}$) - $2,5 \times 5,3 \text{ м}$. Для тимчасових автостоянок допускаються розміри стоянки $2,3 \times 5,0 \text{ м}$. Зазори безпеки допускається збільшувати до $0,7 \text{ м}$;
- мінімальна ширина парковочного місця для інвалідів, що користуються кріслами-колясками - $3,5 \text{ м}$;
- мінімальна ширина проїздів з одnobічним рухом - $3,5 \text{ м}$;
- в'їзди-виїзди з автостоянок повинні мати заокруглення бортів тротуарів радіусом не менше 6 м .

Для раціонального використання площі автостоянки, слід використовувати багаторядне розміщення автомобілів з постановкою під прямим кутом.

При цьому повинна бути дотримана вимога раціонального використання відведеної території, забезпечення безпеки руху транспорту та пішоходів (розділення їхніх напрямків руху) у межах ділянки і на прилеглих вулицях та проїздах.

Рух автомобілів по території автостоянки необхідно передбачати одnobічним, без зустрічних потоків, так як місткість стоянки складає більше 100 машино-місць.

В'їзди і виїзди з автостоянок (ворота, шлагбаум) повинні розташовуватися з відступом від краю проїзної частини на відстань не менше найбільш довгої моделі автомобіля ($6,0 \text{ м}$).

Мінімальною відстанню від в'їздів на автостоянку та виїздів з неї повинно бути:

- від перехресть магістральних вулиць загальноміського та районного значення (від межі проїзної частини) - 100 м;
- від перехресть вулиць і проїздів місцевого значення (від межі проїзної частини) - 35 м;
- від зони зупинки масового пасажирського транспорту - 30 м.

Примикання до магістралі загальноміського значення в'їздів-виїздів допускається тільки до їхніх місцевих проїздів [53].

Шляхи руху автомобілів усередині автостоянок слід оснащувати покажчиками, що орієнтують водіїв у напрямі руху.

На майданчиках для паркування обов'язково облаштовуються місця (в обсязі 10% від загальної кількості, але не менш як одне місце) передбаченого стандартами розміру, позначені дорожніми знаками та розміткою для паркування транспортних засобів загального призначення, якими керують інваліди, або транспортних засобів спеціального призначення, що їх перевозять. Відстань від в'їзду на майданчик для платного паркування до найближчого такого місця не повинна перевищувати 50 метрів.

На місцях для паркування транспортних засобів загального призначення, якими керують інваліди, або транспортних засобів спеціального призначення, що їх перевозять, не можуть бути розміщені інші транспортні засоби [54].

6.3 Розробка схеми міської автомобільної стоянки для торгівельно-розважального центру.

Відповідно до таблиці 6.1 необхідна кількість машино-місць складає 340.

З додаванням місць для інвалідів – 10% від загальної кількості місць на стоянці, необхідно мати:

$$340 + (340 \cdot 0,1) = 374 \text{ місця}$$

На автостоянках середньої та великої місткості (від 50 до 300 і більше машино-місць) необхідно передбачати роздільні в'їзди-виїзди завширшки 3,5 м кожний.

Тобто для стоянки, що проектується необхідно мати не менше ніж два в'їзди-виїзди.

Відповідно до завдання (дивись додаток А) заплановано розміщення автомобілів під кутом 90^0 (дивись рисунок 6.1). Передбачено односторонній проїзд автомобілів.

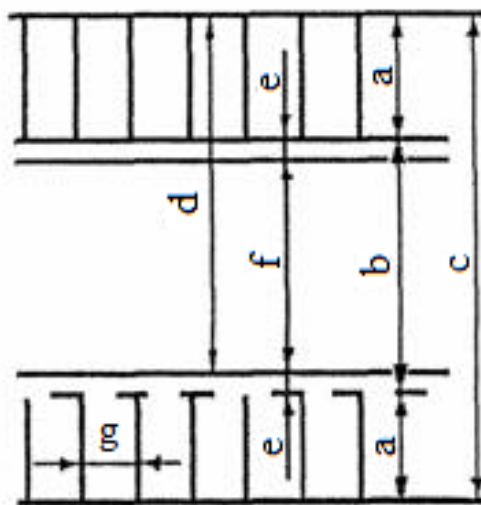


Рисунок 6.1 – Розрахункова схема автомобільної стоянки

Довжина площі $L^{\text{ст}}$ де планується розміщення автомобільної стоянки згідно завдання (дивись додаток А) становить 120 м.

Геометричні параметри стоянки (дивись додаток А):

$a - 5,5 \text{ м}; b - 5,5 \text{ м}; c - 16,5 \text{ м}; d - 10,5 \text{ м}; e - 0,5 \text{ м}; f - 4,5 \text{ м}; g - 2,5 \text{ м};$

Довжину, що займають місця паркування для інвалідів біля огорожі (паркування без проїздів) розраховується за формулою:

$$L_{\text{інв}} = \frac{M_{\text{інв}} \cdot g_{\text{інв}}}{2}, \quad (6.2)$$

Де $M_{\text{інв}}$ – загальна кількість місць для інвалідів;

$g_{\text{інв}}$ – ширина парковочного місця для інвалідів.

$$L_{\text{інв}} = \frac{34 \cdot 3,5}{2} = 59,5 \text{ м.}$$

Кількість звичайних машино-місць для паркування біля огорожі (паркування без проїздів) при наявності 34 місця для інвалідів розраховується за формулою:

$$M_{\text{звич}}^{\text{ст}} = \frac{L^{\text{ст}} - L_{\text{інв}} - e \cdot 2}{g}, \quad (6.2)$$

$$M_{\text{звич}}^{\text{ст}} = \frac{120 - 59,5 - 0,5 \cdot 2}{2,5} = 23,8 \text{ місць} \text{ приймаємо } 23 \text{ місця}$$

Кількість машино-місць для паркування на центральних рядах (паркування з проїздами з двох боків від огорожі) розраховується за формулою:

$$M_{\text{звич}}^{\text{ряд}} = \frac{L^{\text{ст}} - f \cdot 2 - e \cdot 2}{g}, \quad (6.3)$$

$$M_{\text{звич}}^{\text{ряд}} = \frac{120 - 4,5 \cdot 2 - 0,5 \cdot 2}{2,5} = 44 \text{ місць},$$

Необхідна кількість центральних рядів для паркування розраховується за формулою:

$$N^{\text{ряд}} = \frac{n - M_{\text{звич}}^{\text{ст}} \cdot 2}{M_{\text{звич}}^{\text{ряд}}}, \quad (6.4)$$

Де n – необхідна кількість звичайних машино-місць.

$$N^{\text{ряд}} = \frac{340 - 23 \cdot 2}{44} = 6,68 \text{ рядів} \text{ приймаємо } 7 \text{ рядів}$$

Для розрахунку площі яка необхідна для автостоянки необхідно спочатку визначити ширину парковки:

$$0,5 \cdot 2 + 5,5 \cdot 9 + 5,5 \cdot 4 + 5 = 77,5 \text{ м.}$$

Виходячи із ширини і довжини автостоянки, її площа складає:

$$120 \cdot 77,5 = 9300 \text{ м}^2.$$

Планувальна схема міської автомобільної стоянки для ТРЦ зображена на рисунку 6.2.

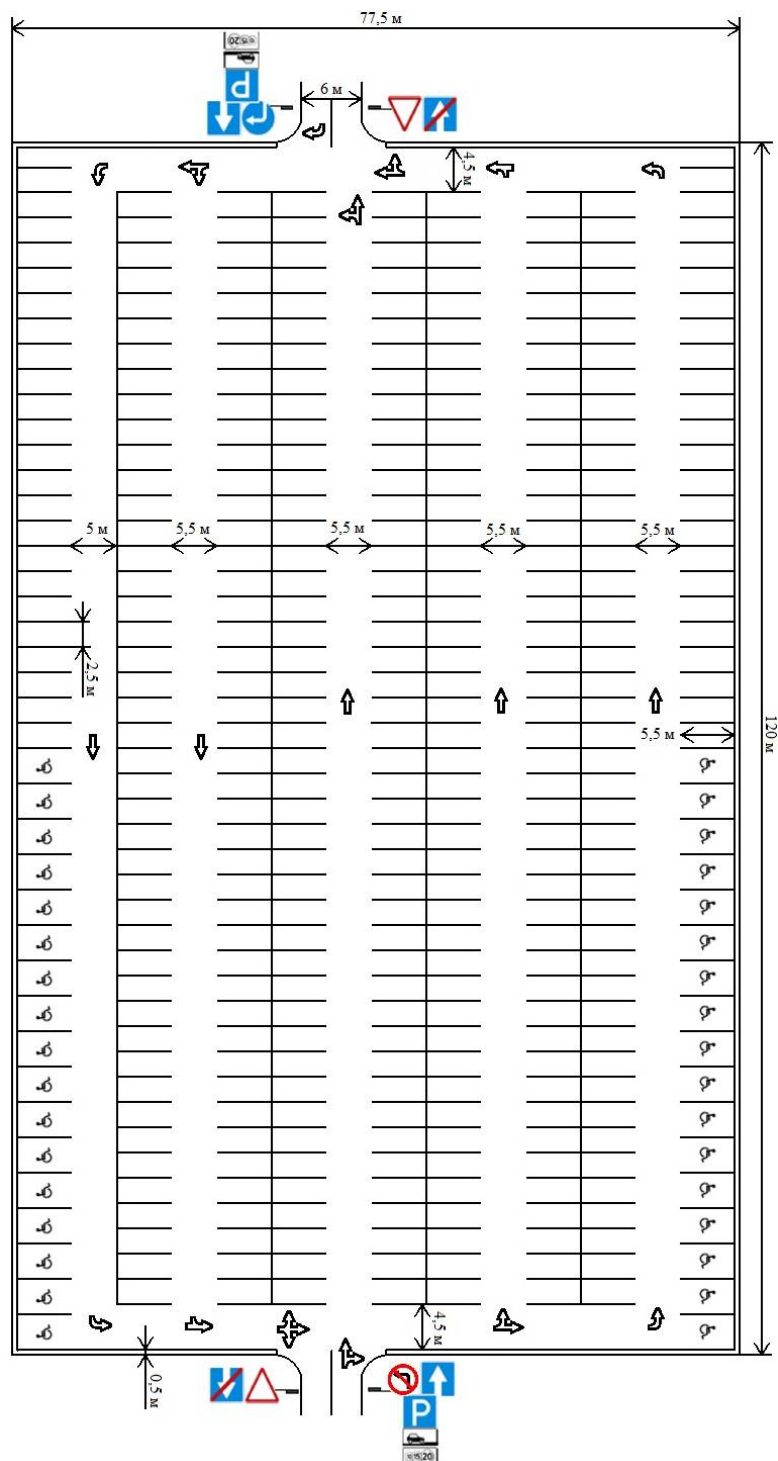


Рисунок 6.2 – схема проектованої парковки

7 БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ

7.1 Проблеми безпеки дорожнього руху

Ступінь автомобільних перевезень та автомобілізації постійно зростає. Крім безсумнівних переваги, це спричиняє велике навантаження на дорожню мережу та постійно збільшує вимоги до руху транспорту та його безпеки. Безпека дорожнього руху насправді є не лише важливою транспортною та соціальною проблемою, але й економічною.

Існує загальне визнання величезного глобального тягара, спричиненого дорожньо-транспортними подіями – це дорожньо-транспортний травматизм, він є основною, але нехтуваною проблемою охорони здоров'я, що має значні наслідки з точки зору смертності та значних соціальних та економічних витрат [55].

Основними причинами недостатнього рівня забезпечення безпеки дорожнього руху в Україні, порівняно з відповідним рівнем країн Європейського Союзу, є:

- низький рівень дорожньої дисципліни учасників дорожнього руху та усвідомлення небезпеки наслідків її порушення, зокрема недотримання встановленої швидкості руху та правил маневрування, ігнорування використання ременів безпеки, порушення режимів праці та відпочинку водіями;
- неналежний рівень практичного забезпечення невідворотності покарання за порушення правил дорожнього руху та усвідомлення цього учасниками дорожнього руху;
- недостатній рівень координації діяльності центральних і місцевих органів виконавчої влади щодо вирішення питань безпеки дорожнього руху;
- недостатність фінансування заходів, спрямованих на зниження рівня аварійності на дорогах, та відсутність системних підходів до проведення аналізу ефективності фінансування таких заходів;
- низький рівень використання сучасних методів підготовки та підвищення кваліфікації водіїв, навчання правил дорожнього руху громадян;

- недостатня ефективність системи організаційно-планувальних та інженерних заходів, спрямованих на вдосконалення організації руху транспорту та пішоходів, створення безпечних умов руху;
- низький рівень використання автоматизованих засобів контролю та регулювання дорожнього руху;
- неефективність системи контролю за безпечністю транспортних засобів під час експлуатації, а стосовно некомерційних транспортних засобів – її відсутність; – недосконалість системи оповіщення про дорожньо-транспортні пригоди та надання допомоги потерпілим [56].

В Україні існує недосконала законодавча та нормативно-правова база, що регулює суспільні відносини у сфері дорожнього руху та його безпеки, визначає права, обов'язки і відповідальність учасників дорожнього руху, міністерств та відомств, інших органів державної виконавчої влади та органів місцевого самоврядування, підприємств, установ і організацій. Насамперед, це стосується Закону України «Про дорожній рух» [57], який був ухвалений ще у 1993 році і вже не відповідає вимогам сьогодення. Однією з найбільш вад цього закону є те, що ним не встановлено чіткої відповідальності за невиконання норм щодо планування і виконання заходів з підвищення безпеки дорожнього руху та їх неналежне фінансування, зокрема урядовими органами.

Для підвищення безпеки руху на дорогах ключовим повинно бути забезпечення на відповідному рівні автодорожньої інфраструктури власниками доріг, якими в переважній більшості є держава. Дороги мають бути безпечними! Це стосується не тільки верхнього покриття доріг, а й самого планування прокладених шляхів: дорожніх розв'язок, перехресть, обладнання технічними засобами регулювання дорожнього руху тощо. Проектування повинне виходити не тільки з економічної доцільності, а перед усім – з позиції безпеки подальшої експлуатації [58].

Безпека під час дорожнього руху залишається однією з найбільш виразних в нашій країні. Спираючись на досвід інших держав та підлаштовуючи його під вітчизняне правове поле, Україна може випрацювати комплекс підходів та заходів

щодо розв'язання та поліпшення проблематики безпеки дорожнього руху, що є специфічно ускладненою пострадянськими регіональними тенденціями розвитку. Підґрунтям забезпечення БДР передусім необхідно розуміти низку нормативно – правових актів, затверджених на законодавчому рівні, які виступають у ролі юридичних регуляторів та формують національне законодавство з БДР.

Зарубіжний досвід із забезпечення безпеки дорожнього руху для України є необхідний з огляду на євро-атлантичний вектор національного розвитку, а відтак реалізація міжнародних ініціатив та застосування досвіду держав ЄС може повноцінно відбутися тільки за умови внесення відповідних змін до законодавства з БДР [59].

Отже для підвищення рівня безпеки дорожнього руху необхідні:

1 Встановлення повноважень і відповідальності уряду та державних органів виконавчої влади.

2 Розробка та затвердження законодавчих та інших нормативних правових актів у сфері забезпечення безпеки руху.

3 Регулювання діяльності на автомобільному, міському транспорті, у дорожньому господарстві, здійснення діяльності з організації дорожнього руху.

4 Організація підготовки водіїв транспортних засобів, навчання населення правилам безпеки руху.

5 Проведення комплексу заходів щодо медичного забезпечення безпеки руху.

6 Сертифікація об'єктів, продукції та послуг транспорту і дорожнього господарства, ліцензування діяльності, пов'язаної із забезпеченням безпеки руху.

7 Здійснення нагляду та контролю за виконанням законодавства, чинного у сфері забезпечення безпеки руху [60].

7.2 Аварійність на перехресті

Безпека руху на перетинаннях залежить від способу організації руху. На перехрестях із світлофорним регулюванням мають перевагу два види дорожньо-

транспортних пригод: наїзд на автомобіль, що різко зупинився та зіткнення з автомобілем, що рухався на заборонений сигнал світлофору.

На нерегульованих перехрестях, де дороги, що перетинаються діляться на головну та другорядну безпека руху залежить від дотримання правил почергового проїзду та час знаходження автомобілів другорядного напрямку в конфліктній зоні. На міських нерегульованих перехрестях безпека руху визначається планувальним рішенням перетинання та інтенсивністю руху автомобілів та пішоходів. Чим вище інтенсивність по другорядній дорозі і чим ближче вона до інтенсивності по головній дорозі, тим частіше на перетинанні порушується правило черговості проїзду та створюється конфліктна ситуація [61].

За останні роки в Україні значно зросла кількість та тяжкість ДТП. Це призводить до збільшення кількості травмованих та загиблих людей у ДТП, що спричиняє значний матеріальний збиток державі. З усіх ДТП, які трапляються на вулично-дорожній мережі України, 70% припадає на ВДМ міст, з яких 35% ДТП відбувається на перехрестях на одному рівні, тому питання підвищення безпеки руху у вказаних місцях є актуальним.

Висока аварійність у вказаних місцях передусім пов'язана з безпосередньою взаємодією транспортних засобів на площі перехрестя, негативні наслідки якої особливо відчутні в умовах щільних та інтенсивних транспортних потоків [62].

У методології дослідження безпеки дорожнього руху можна виокремити три найпоширеніших групи методів, а саме [63]: статистичні, конфліктні ситуації, потенційна небезпека. У вказаних методах безпека руху розглядається як характеристика дорожнього руху, що виражається аварійністю. Тож ці методи дають змогу оцінити та спрогнозувати безпеку руху на підставі аналізу аварійності та характеристик дорожніх умов і транспортних потоків. Серед вказаних методів також не враховано дуже важливу особливість, а саме те, що ДТП виникає у конкретний час, в який формуються особливі умови руху, що призвели до його виникнення. Отже, забезпечення безпеки руху ТЗ у режимі реального часу дасть змогу ефективніше впливати на аварійність із метою її зниження.

Існує декілька методів визначення ймовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод та визначення рівня безпеки руху на перетинах доріг із світлофорним регулюванням та без нього.

Метод Є. М. Лобанова заснований на тому, що кожна з конфліктних точок на перетині представляє небезпеку для руху тим більшу, чим більше інтенсивність потоків, що перетинаються в цій точці [2].

Рівень забезпечення безпечності руху на перехрестях оцінюється показником аварійності:

$$K_a = \frac{G \cdot K_p \cdot 10^7}{25 \cdot \left(\sum_{i=1}^n N_i + \sum_{j=1}^k M_j \right)}, \quad (7.1)$$

Де $\sum_{i=1}^n N_i$, $\sum_{j=1}^k M_j$ – інтенсивність руху на дорогах, що перетинаються,

авт./добу;

G – загальна кількість ДТП за 1 рік на нерегульованому перехресті;

K_p – коефіцієнт річної нерівномірності.

За показником K_a можна визначити небезпечність перехрестя:

1...3 – безпечне перехрестя;

4...8 – перехрестя малої небезпечності;

9...12 – небезпечне перехрестя;

Більше 12 – дуже небезпечне перехрестя.

Проте метод конфліктних точок має декілька недоліків: по-перше він дає змогу визначити ймовірність дорожньо-транспортної пригоди тільки після аналізу статистики ДТП, тобто після того, як пригода сталася, а по-друге даний метод не враховує ще одну конфліктну точку на регульованих перехрестях, яка виникає через недотримання водіями правил дорожнього руху, а саме рух на забороняючий

сигнал світлофорної сигналізації і має великий відсоток серед інших видів дорожньо-транспортних подій.

Іншим поширеним методом визначення небезпечності є метод визначення коефіцієнту аварійності, який запропонував В.Ф. Бабков [64]. У даному методі пропонується визначати коефіцієнт аварійності для автомобільних доріг наступним чином:

$$K_{\text{ав}} = \sum_{i=0}^n k_i, \quad (7.2)$$

Де $K_{\text{ав}}$ – підсумковий коефіцієнт аварійності;

k_i – коефіцієнти, що відображають відношення числа пригод при тому або іншому розмірі елементу плану або профілю в порівнянні з еталонною горизонтальною прямою ділянкою дороги з проїжджою частиною шириною 7,5 м та з покриттям та укріпленими узбіччями, для якого $k = 1$;

n – кількість коефіцієнтів [65].

Однак метод коефіцієнтів аварійності має і ряд недоліків:

1 треба отримати добуток великої кількості можливих показників (як відомо, при такому підході можливість помилки, допущеній у визначенні частини показників, зростає у багато разів);

2 не враховується значимість окремих факторів, які впливають в конкретних умовах;

3 розрахунок підсумкового коефіцієнту ніби то «знеособлює» причини небезпеки і тим самим ускладнює обґрунтування заходів, що можуть найбільш ефективно підвищити безпечність руху;

4 підсумковий коефіцієнт аварійності втрачає фактичну суть: наприклад, для несприятливих умов гірської дороги він може вирости до 400 та більше, в той час як відомо, що при найбільш несприятливих умовах аварійність окремої ділянки дороги перевищує «еталонну» не більше ніж в 10-15 разів;

5 метод дуже наближено враховує складні умови безпеки в містах, селищах (3 показники з 19).

У своїй роботі Лапутин Р. О. [66] запропонував враховувати мінливість дорожньо-транспортної ситуації у часі, пов'язаної з нестаціонарністю транспортних потоків, та розробив критерії оцінки поточної безпеки руху ТЗ на підходах та площі нерегульованого перехрестя на одному рівні при зосередженому розташуванні конфліктних точок. Розроблена технологія дає змогу в оперативному режимі зменшувати кількість потенційних конфліктів між ТЗ у дорожньо-транспортних ситуаціях, що виникають на перехресті.

Таким чином у роботі розроблено технологію та принципову схему системи забезпечення безпеки дорожнього руху на перехрестях на одному рівні при зосередженому розташуванні конфліктних точок у режимі реального часу. Перспективою подальших досліджень є врахування у математичній моделі критерію управління поточною безпекою руху на перехрестях, багатосмуговість руху на їх підходах [67].

7.3 Безпека пішоходів

Як було зазначено раніше, на пішоходів та велосипедистів припадає 26% усіх випадків смерті внаслідок ДТП [34], тому безпека незахищених учасників дорожнього руху є актуальною проблемою.

Однією з головних і актуальних причин високого рівня аварійності в Україні є низька дисципліна учасників дорожнього руху, особливо пішоходів. Їхня поведінка свідчить про недбале ставлення до елементарних Правил дорожнього руху.

Схильність пішоходів до легковажності та необережності там, де за логікою необхідно бути винятково зібраним, як на вулицях так і на дорогах, причому не в якихось не передбачуваних ситуаціях, а в місцях де транспортні і пішохідні потоки неминуче перетинаються – призводять до трагічних наслідків. Дії пішоходів для водія не завжди є передбачуваними та прогнозованими, а тому статистика боляче

свідчить, що значна кількість ДТП, в порівнянні з іншими транспортними пригодами, трапляється саме з їхньої вини.

Мало хто з пішоходів звертає увагу на знання та дотримання ПДР України, не в повній мірі виконують, хоча добре усвідомлюють, що не знання правил не позбавляє їх від відповідальності.

Чинні Правила дорожнього руху трактують, що пішоходам забороняється:

а) виходити на проїзну частину, не впевнившись у відсутності небезпеки для себе та інших учасників руху;

б) раптово виходити, вибігати на проїзну частину, в тому числі на пішохідний перехід;

в) допускати самотійний, без нагляду дорослих, вихід дітей дошкільного віку на проїзну частину;

г) переходити проїзну частину поза пішохідним переходом, якщо є розділювальна смуга або дорога має чотири і більше смуг для руху в обох напрямках, а також у місцях, де встановлено огороження;

д) затримуватися і зупинятися на проїзній частині, якщо це не пов'язано із забезпеченням безпеки дорожнього руху;

є) рухатися по автомагістралі чи дорозі для автомобілів, за винятком пішохідних доріжок, місць стоянки і відпочинку.

У пішоходів, які нехтують ПДР України, перспективи досить примарні та безрадісні – тривале лікування, каліцтво, або смерть [68]. Проте навіть такий розклад подій не зупиняє порушників ПДР.

Існують декілька основних причини через які пішоходи порушують ПДР:

1 Пішохід надає перевагу економії свого часу, замість підвищенню рівня своєї безпеки та безпеки оточуючих, переходячи проїжджу частину у недозволеному місці, на недозволяючий сигнал світлофора, або рухаючись по проїжджій частині без вагомих на те причин, тощо.

2 Не усвідомлення того, що вони також, як і водії автомобілів, є повноцінними учасниками дорожнього руху, які не менше впливають на стан

дорожнього середовища. Якщо водії вчать правила дорожнього руху і здають іспит, то пішоходи часто або не знають правил, або дозволяють свідомо нехтувати ними.

3 Безкарність порушень. Майже у всіх випадках чинне законодавство України не може притягнути до відповідальності пішоходів. З 2016 по 2018 роки серед десятків тисяч дорожньо-транспортних подій по Україні було офіційно зафіксовано всього 354 ДТП з вини пішоходів. Якщо ж людина стала винуватцем ДТП і це доведуть, то штраф складе 170 грн або 40 годин громадських робіт.

У зв'язку із безкарністю пішоходів страждають водії, які дотримуючись правил дорожнього руху та швидкісних режимів, сідають за ґрати.

У законодавстві не враховується той факт, що особа може порушити правила дорожнього руху вимушено, через створення аварійної ситуації іншими учасниками дорожнього руху, або ж внаслідок неналежного експлуатаційного утримання автомобільних доріг, вулиць та залізничних переїздів. На практиці це призводить до притягнення до кримінальної відповідальності водіїв за порушення правил безпеки дорожнього руху навіть у тих ситуаціях, в яких водій об'єктивно не міг запобігти заподіяння тілесних ушкоджень або загибелі іншої особи.

Таким чином пропонують внести зміни до Кримінального кодексу та передбачити, що особа звільняється від кримінальної відповідальності за порушення правил безпеки дорожнього руху, якщо такий злочин вчинено у зв'язку з порушеннями таких правил іншими учасниками дорожнього руху або внаслідок незадовільного експлуатаційного утримання автомобільних доріг, вулиць та залізничних переїздів [69].

Одним з ефективних механізмів підвищення безпеки дорожнього руху в Україні може бути удосконалення адміністративної практики щодо притягнення до відповідальності порушників Правил дорожнього руху, які своєю поведінкою часто створюють на дорогах конфліктні та аварійні ситуації, що нерідко закінчуються дорожньо-транспортними пригодами [70].

Отже, лише зміна законодавства України у бік більш жорсткого покарання пішоходів-порушників зможе змінити ставлення пішоходів до власної безпеки і життя оточуючих.

ВИСНОВКИ

Аналізуючи транспортне планування нового міста були виявлені наступні проблеми: зростання рівня автомобілізації, внаслідок чого існуючі ВДМ не справляється з транспортними потоками, що призводить до збільшення витрат часу на переміщення, зниження ефективності МПТ, високий рівень ДТП на ВДМ міста, високий коефіцієнт непрямолінійності та великий відсоток транзитних потоків через центральну частину міста.

Визначено, що при розробці транспортної мережі нового міста існує необхідність планування на перспективу розвитку автомобілізації та збільшення чисельності населення міста, а також застосування сучасних і перспективних технологій.

При дослідженні впливу автомобілізації були виявлені суттєві зміни в житті суспільства. До позитивних змін можна віднести те, що розвинувся ринок автосервісу (збільшилася кількість автозаправних станцій, з'явилася широка мережа авторемонтних майстерень, відкритих автостоянок), отримана свобода в придбанні і використанні автотранспортних засобів. Крім того, митні платежі за іномарки стали важливою статтею поповнення державного бюджету. Негативними сторонами процесу автомобілізації є кримінальний авто-бізнес, тіньова економіка, дорожньо-транспортні події, загострення екологічних проблем.

Враховуючи сучасні тенденції щодо містобудування, було запропоновано три варіанти ВДМ нового міста. За допомогою розрахунків було виявлено найбільш раціональний варіант враховуючи перспективу розвитку автомобілізації. Таким варіантом стала прямокутно-діагональна схема ВДМ, яка забезпечує найбільшу продуктивність транспортної мережі.

Для підвищення продуктивності перехрестя та отримання позитивного економічного ефекту було введено світлофорну сигналізацію з трьома фазами руху транспортних і пішохідних потоків, розраховано тривалість циклу, розраховано тривалість кожної фази, побудовано графік роботи світлофornoї сигналізації на перехресті.

Обґрунтування економічної ефективності застосування світлофорної сигналізації проводилось методом порівняння показників перехресть із нерегульованим та регульованим рухом, а також був розрахований термін окупності проекту, який становить 0,075 року, або приблизно 28 днів.

Для забезпечення паркувальними місцями громадян, які користуються послугами ТРЦ, було розроблено схему позавуличної стоянки із постановкою автомобілів під прямим кутом та загальною кількістю машино-місць 374.

Щодо питань безпеки дорожнього руху, були визначені основні причини недостатнього рівня безпеки та запропоновано комплекс заходів для вирішення поставлених задач.

Проаналізовано методи визначення ймовірності виникнення ДТП на перехресті, як на одній із найбільш аварійних ділянок вулично-дорожньої мережі.

Аналізуючи причини ДТП із участю пішоходів, було запропоновано введення ефективних методів притягнення до адміністративної відповідальності пішоходів, які порушують ПДР.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гілецький Й.Р. Географія: Економічна і соціальна географія України. Підручник. — Тернопіль: Підручники і посібники, 2009. — 272 с.
2. Лобанов Є. М. Транспортне планування міст: Підручник для студентів вузів. — М.: Транспорт, 1990. — 240 с.
3. Ваксман С. А. Транспортні системи міст: наука і практика першого десятиліття ХХІ століття // Соціально-економічні проблеми розвитку транспортних систем міст і зон їх впливу: Матеріали Х міжнародної НПК. - Єкатеринбург, 2004. - С. 12-18.
4. Лобашов О. О. Конспект лекцій з курсу «Транспортне планування міст» / О. О. Лобашов; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. — Х.: ХНАМГ, 2011. — 31 с.
5. Осетрін М. М., Міські дорожньо-транспортні споруди. Навчальний посібник для студентів ВНЗ. — К., ІЗМН, 1997. — 196 с.
6. Фоменко Г. Р., транспортна інфраструктура і проблеми міст. Проблеми розвитку міського середовища. — Харківський автомобільно-дорожній університет, Харків, 2016. — 9 с.
7. Правила дорожнього руху України [Електронний ресурс]. — 2020. — Режим доступу: <https://vodiya.ua/pdr/>
8. ВР України, Закон "Про благоустрій населених пунктів" від 06.09.2005 N 2807-IV.
9. Дідик В.В.,Павлів В.В. Планування міст: Навч. посібник — Львів: Львівська політехніка, 2003. — 407с.
10. Безлюбченко О. С., Завальний О. В. Планування і благоустрій міст. Навчальний посібник, ХНАМГ, 2011. — 190 с.
11. Безуглий А. О., Вирожемський В. К. Вулиці та дороги населених пунктів. Державні будівельні норми В.2.3-5:2018. — 55 с.
12. Шилова Т.О. Міське комунальне господарство: Навчальний посібник. — К.: КНУБА, 2006. — 272 с.

13. Булавіна Л. В. Проектування і оцінка транспортної мережі та маршрутної системи в містах. Навчально-методичний посібник. Урал. федер. ун-т. – Єкатеринбург: Вид-во Урал. ун-ту, 2013. - 48 с.

14. Степанчук О. В., особливості класифікація вулиць і доріг населених пунктів. Проблеми розвитку міського середовища. – НАУ м. Київ, 2015. – 9 с.

15. Григоров М. А. Проблеми моделювання та керування рухом транспортних потоків у великих містах: монографія / М. А. Григоров, А. Ф. Дашченко, А. В. Усов. - Одеса: Астропринт, 2004. - 272 с.

16. Алексєєв О. П. Технічні засоби управління рухом автотранспортних засобів / О. П. Алексєєв, А. Г. Гурко // Проблеми пожежної безпеки: зб. науч. тр. - Харків: ХІПБ. 1998 - Юб. вип. Частина 2. - С. 29-34.

17. Кременець Ю. А., Печерський М. П., Афанасьєв М. Б. Технічні засоби організації дорожнього руху. Навчальний посібник. – М.: ІКЦ «Академкнига», 2005. – 279 с.

18. Поліщук В.П. та ін. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / О.О. Бакуліч, О.П. Дзюба, В.І Єресов, О.В Красильнікова, О.Т. Лановий, В.П. Поліщук, О.В. Христенко// -К.: Знання України, 2014.-467с.

19. Правила дорожнього руху України [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: <http://pdd.ua/ua/>

20. Національний стандарт України. Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Методи контролювання. Правила застосування. ДСТУ 2587:2010. – Київ. – Держспоживстандарт України, 2011.– 56 с.

21. Клінковштейн Г. І., Афанасьєв М. Б. Організація дорожнього руху: Посібник для вузів.- 5-те вид., перероб.. і доп. - М: Транспорт, 2001 - 247 с.

22. Гаген А., Лозовенко Ю., розробка схеми вдосконалення мережі громадського транспорту міста Миколаєва. – ТОВ “А+С Україна” м. Миколаїв, 2018. – 99 с.

23. Вахненко Р. В. Автомобілізація: плюси та мінуси (соціально-економічні наслідки). Тихоокеанський інститут географії ДВО РАН, 2002 – 18 с.

24. Автомобілізація і транспортні ризики [Електронний ресурс]. – 2014. – Режим доступу: <http://www.demoscope.ru/>
25. Постанова № 1306 Про Правила дорожнього руху [Електронний ресурс]. – 2001. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1306-2001-%D0%BF/paran16#n16>
26. Вікіпедія Дорожньо-транспортна пригода [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>
27. Безпека на дорозі. Класифікація дорожньо-транспортних подій [Електронний ресурс]. – 2014. – Режим доступу: https://www.avtocar.su/blog/klassifikacija_dorozhno_transportnykh_proisshestvij_dtp/2014-01-05-32
28. Автомобіль і право. Класифікація ДТП [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: <http://szpa.ru/manuals/60794/61114/61115/61117/index.html>
29. Сайт патрульної поліції. Статистика ДТП в Україні [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/>
30. Академія аналізу даних StatSoft [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: <http://statsoft.ru/>
31. Вознюк А. Б. збірник «дороги і мости», вип. 14 – 2014 – 124 с.
32. Слущкий С. П., Проблеми розвитку мережі автомобільних доріг в Україні. – 2017.
33. Всесвітня організація охорони здоров'я [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/
34. Всесвітня організація охорони здоров'я, доповідь про стан безпеки дорожнього руху в світі. – 2018. – 298 с.
35. Державні будівельні норми України. Склад, зміст, порядок розроблення, погодження та затвердження генеральних планів міських населених пунктів. ДБН Б.1-3-97 – Київ. – Мінбуд України, 2012. – 30 с.
36. Закон України "Про регулювання містобудівної діяльності".

37. Закон України "Про Генеральну схему планування території України".
38. Постанова Кабінету Міністрів України від 25 травня 2011 року № 599 "Про містобудівний кадастр".
39. Склад та зміст генерального плану населеного пункту. ДБН Б.1.1-15:2012 – Київ. – Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012. – 27 с.
40. Планувальна структура вулично-дорожньої мережі. Її основні характеристики [Електронний ресурс]. – 2011. – Режим доступу: https://stud.com.ua/96669/logistika/vulichno_dorozhnya_merezha_mist
41. Толок. О. В., Калінін О. В., Столярова Є. В., Розвиток методичного забезпечення технології удосконалення маршрутної мережі міських автобусних маршрутів в умовах великих та середніх міст – ДВНЗ «ДонНТУ», м. Горлівка, 2013. – 14 с.
42. Регулювання дорожнього руху. Тести ПДР online [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: <https://green-way.com.ua/uk/dovidniki/pdr/rozdil-8>
43. Павлова І. О., Мурований І. С., Дослідження складових транспортного потоку на вулично-дорожній мережі міста – Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, 2011. – 302 с.
44. Критерії введення світлофорної сигналізації. Характеристика та способи встановлення [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/383245/page:14/>
45. Обґрунтування параметрів та ефективності світлофорного регулювання на перехресті: Посібник з виконання курсової роботи / Чижонко В. Д. – Гомель: БелГУТ, 1999. – 21с.
46. ОДМ 218.6.003.-2011 Методичні рекомендації з проектування світлофорних об'єктів на автомобільних дорогах, – м. Москва, 2013. – 69 с.
47. Уніан – інформаційне агентство [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: <https://www.unian.ua/>

48. Обґрунтування параметрів та ефективності світлофорного регулювання на перехресті: Посібник з виконання курсової роботи / Чижонк В.Д. – Гомель: БелГУТ, 1999. – 21с.

49. ДБН В.2.3-15:2007. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. – Київ, Мінрегіонбуд України, 2007. – 40 с.

50. Саруханян Г. М. Дослідження принципів нормування та розміщення автомобільних стоянок у великих містах: автореф, дис. на здобуття уч. ступеня канд. техн. наук: спец 05.22.20 «Транспортні системи міст і промислових центрів» / Г. М. Саруханян - М.: 1969. - 136 с.

51. Боровик Е.Н. Принципи і системи розміщення автомобільних стоянок в великих містах. /Боровик Е. Н. - М.: ГОСІНТІ, 1976. - 36 с.

52. Толок О. В. Транспортне планування великих та значних міст (ОДР, спеціаліст, магістр). Лекція 4 – методи удосконалення вулично-дорожньої мережі великих та значних міст – автомобільно-дорожній інститут, м. Горлівка, 2014. – 19 с.

53. Студопедія. Планування автостоянок [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: https://studopedia.com.ua/1_55_planuvannya-avtostoyanok.html

54. Урядовий портал. Правила паркування транспортних засобів [Електронний ресурс]. – 2009. – Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/243210824>

55. *Miroslava Mikusova, Patrik Hrkut, Public Perception of Selected Road Safety Problems.* – Žilina, 2014. – pp 11.

56. Степанов О. В. Сучасні причини виникнення проблем безпеки дорожнього руху. – Харків, ХНАДУ, 2015. – 5 с.

57. Закон України "Про дорожній рух".

58. Бабій М.В., Кучвара І.М. Ключові проблеми безпеки дорожнього руху в Україні // Бабій М.В., Кучвара І.М. / Безпека дорожнього руху: правові та організаційні аспекти: матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції. – Кривий Ріг, 2017. – с. 14-16.

59. Голинський Є. І., Кученко Д. В. Зарубіжний досвід та міжнародна співпраця у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху. – Національна академія внутрішніх справ, м. Київ, 2017. – с. 61-66.

60. Чернишова О. С. Конспект лекцій – Основні напрямки діяльності щодо забезпечення безпеки та організації дорожнього руху. – Національний авіаційний університет навчально-науковий інститут аеропортів. – Київ, 2017. – 64 с.

61. Клінковштейн Г. І. Організація дорожнього руху. - М.: Транспорт, 1982. - 240 с.

62. Козак Ф. В. Аналіз аварійності на автотранспорті в Україні і підприємствах нафтогазового комплексу. Дослідження складності перехрестя / Ф.В. Козак, Т.В. Дикун, Б.В. Долішній, В.І. Гук. – ІФНУНГ, м. Івано-Франківськ, 2012. – 6 с.

63. Пугачов І.М. Організація і безпеку дорожнього руху / І.М. Пугачов, А.Е. Горев, Е.М. Олещенко. - М.: Видавничий центр "Академія", 2009. - 272 с.

64. Бабков В.Ф. Дорожні умови і безпека руху. - М.: Транспорт, 1993. - 271 с.

65. Кременець Ю.А. Технічні засоби організації дорожнього руху. - М.: Транспорт, 1990. - 255 с.

66. Лапутин Р.О. Оцінка поточної безпеки руху на перехрестях на одному рівні в режимі реального часу при зосередженому розташуванні конфліктних точок / Р.О. Лапутин // Автошляховик України. – 2012. – № 5. – С. 16-18.

67. Єрмак О. М. Дослідження факторів, що впливають на небезпеку руху на перехрестях / О. М. Єрмак, А. І. Сумець. – ХНАМГ, м. Харків, 2011. – 9 с.

68. Бородак Ю. Д. Тернопільський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: <http://www.ndekc.te.ua/news/bezpeka-psshohoda--znannya-ta-dotrimannya-pravil-dorozhnogo-ruhu>

69. Дзюбак А. І. Як вплинути на пішоходів — Інформаційний портал Кіровоградщини - Гречка [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: <https://gre4ka.info/statti/52098-zavzhdy-bezkarni-ale-ne-zavzhdy-zhyvi-iak-vplynuty-na-pishokhodiv>

70. Кукшинова О. О. Особливості адміністративної відповідальності пішоходів за порушення правил дорожнього руху – Електронна бібліотека юридичної літератури [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: <http://www.pravoznaves.com.ua/period/article/40649/%CA>