



Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(повне найменування вищого навчального закладу)  
Інженерії машин, споруд та технологій  
(назва факультету)  
Транспортних технологій та механіки  
(повна назва кафедри)



## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

магістра

(освітній рік)

на тему: Підвищення рівня безпеки дорожнього руху на вулиці –  
дорожній мережі м. Тернополя

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи МНмз-61

напряму підготовки (спеціальності) 275

Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(цифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Душа Д.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Попович П.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

В.о. завідувача  
кафедри

Сташків М.Я.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України  
 Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(повна найменування кожного навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій  
 Кафедра транспортних технологій та механіки  
 Освітній рівень магістр  
 Напрямок підготовки \_\_\_\_\_  
(цифр і назва)  
 Спеціальність 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)  
(цифр і назва)

## ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача  
 кафедри Стахівія М.Я.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

Душа Дмитро Петрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Підвищення рівня безпеки дорожнього руху на вулиці \_\_\_\_\_ –  
дорожній мережі м. Тернополя

Керівник проекту (роботи) Попович Павло Васильович, д.т.н., проф.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від «02» 10 2019 року № 4/7-872

2. Термін подання студентом проекту (роботи) \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до проекту (роботи) перехрестя вулиць С. Бандери- Шопена у м. Тернополі

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз  
об'єкту дослідження. Експериментально – розрахункові дослідження параметрів дорожнього  
руху на перехресті вулиць С. Бандери - Шопена. Визначення пропускної здатності на  
перехресті вулиць С. Бандери - Шопена. Сучасні технології на транспорті. Обґрунтування  
економічної ефективності. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Екологія.  
Загальні висновки. Список використаних джерел.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)  
 Титульна сторінка (1 шт.). Тема, мета та об'єкт роботи (1 шт.). Досліджуване перехрестя фото  
 (1шт.). Схема мірної ділянки перехрестя (1шт.). Схема перехрестя (1шт.). Геометричні  
 характеристики перехрестя (1шт.). Діаграми складу транспортного потоку (1 шт.). Картограма  
 транспортних і пішохідних потоків (1 шт.). Схема розташування конфліктних точок на  
 перехресті (1 шт.). Таблиця розрахунків фазових коефіцієнтів (1 шт.). Загальні висновки (1 шт.).

## ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	5
ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ	9
1.1 Транспортний потік і його характеристики	9
1.2 Управління транспортними потоками	13
1.3 Загальна характеристика досліджуваного перехрестя	18
2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО – РОЗРАХУНКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ ВУЛИЦЬ С.БАНДЕРИ - ШОПЕНА	23
2.1 Дослідження параметрів транспортних потоків на перетині вул. Шопена з вул. С. Бандери	23
2.2 Розрахунок геометричних параметрів перехрестя вул. С. Бандери- Шопена	33
2.3 Дослідження конфліктології на перехресті вулиць С. Бандери- Шопена-Руська-Татарська	42
3. ВИЗНАЧЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ НА ПЕРЕХРЕСТІ ВУЛИЦЬ С. БАНДЕРИ– ШОПЕНА	53
3.1 Визначення параметрів потоків насичення на перехресті	53
3.2 Розрахунок циклу світлофорного регулювання на перехресті вулиць с. Бандери – Руська-Шопена-Татарська	57
4 СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ	64
5 ОБґРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	72
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	80

6.1 Вплив дорожньо-транспортної обставин на безпеку людини	80
6.2 Організація роботи з забезпечення безпеки руху	81
6.3 Безпека життєдіяльності на транспорті	93
7 ЕКОЛОГІЯ	104
7.1 Законодавча база з охорони навколишнього природного середовища на транспорті	104
7.2 Види впливу об'єктів транспорту на навколишнє природне середовище	107
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	112
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	113

## АНОТАЦІЯ

Дипломна робота магістра на тему «Підвищення рівня безпеки дорожнього руху на вулично – дорожній мережі м. Тернополя» стосується дослідження перехрестя вулиць С. Бандери– Шопена на Східному масиві міста.

Метою даної роботи є розробка раціонального варіанту з регулювання руху на перехресті вулиці С. Бандери вулиці Шопена для підвищення рівня безпеки дорожнього руху.

Об'єктом досліджень прийнято дорожній рух транспорту на перехресті вулиці С. Бандери і вулиці Шопена

Предметом дослідження є розробка та запровадження регулювання транспортних потоків і вдосконалених засобів для регулювання руху транспортних засобів на перехресті доріг С. Бандери – Шопена в м.Тернополі.

Проведений моніторинг характеристик транспортних потоків на перехресті вулиць С. Бандери Шопена і на такій основі встановлено інтенсивності руху за кожним напрямком на перехресті, зображено діаграми транспортних потоків за напрямками, за якими розраховано інтенсивність за напрямками. Визначено середню швидкість транспортних засобів в зоні перехрестя, значення якої необхідні для розрахунку параметрів світлофорної сигналізації. Потоки насичення розраховувалися локально, на Східному масиві, по емпіричних залежностях окремо для усіх напрямків руху транспортних потоків на перехресті. Проведено розрахунки параметрів циклу світлофорного регулювання, представлено дані про кількість смуг руху залежно від категорії вулиць і доріг, також розраховано необхідну кількість смуг руху на перетині С. Бандери-Шопена. Для локального перехрестя мікрорайону Східний Тернополя виконано розрахунки небезпеки пересічення за п'ятибальною системою

оцінки конфліктних точок, в результаті чого визначені кількість конфліктних точок, рівень безпеки вибраного перехрестя, небезпека пересічення за індексом інтенсивності транспортних потоків та здійснюється оцінка небезпеки пересічення за допомогою коефіцієнтів відносної аварійності на пересіченні. За матеріалами досліджень представлено схему перехрестя вулиць С. Бандери- Шопена з технічними засобами та картограми інтенсивності транспортних і пішохідних потоків.

Зроблено розрахунок економічних показників ефективності прийнятих рішень після впровадження заходів з організації дорожнього руху на перехресті вул. С. Бандери–Шопена, найкращий ефект буде від зниження збитку від ДТП - 20 %. . Скорочення витрат спостерігається за усіма розрахованими параметрами, значить впровадження цієї системи ефективно.. Обґрунтовано рішення актуальних для галузі транспорту у м. Тернополі проблематичних питань з охорони праці, безпеки життєдіяльності та екології.

## ВСТУП

На сьогоднішній день одним із основних питань в організації структури міста є безпека дорожнього руху. Також не менш важливим питанням є використання ефективності автомобільних перевезень. Організація дорожнього руху визначає наскільки якісно була проведена робота по виконанні завдань управління транспортними і пішохідними потоками. Якщо не розуміти природу характеру цих потоків можна неправильно провести роботу по їх оптимізації та оперативній корекції згідно до змінних умов.

Питання вирішення цих проблем у мегаполісах стоїть особливо гостро. Не полегшується вирішення цієї ситуації і такими факторами як: зростаючий розрив між збільшенням кількості транспортних засобів і протяжністю вулично-дорожньої мережі (ВДМ), не розрахованої на сучасні транспортні-потоки (ТП); зростання об'єму перевезень особистим транспортом та зменшення перевезень громадським; зростаюча мобільність населення.

Під час пошуку найбільш сприятливих рішень по організації дорожнього руху та проектуванню ВДМ, варто звернути увагу на широкий діапазон характеристик ТП і закономірності впливу внутрішніх та зовнішніх факторів на динамічні характеристики змішаного транспортного потоку, адже саме ці чинники будуть впливати на ефективність прийнятих стратегій управління. Створення адекватної моделі транспортного потоку та застосування методів управління є першочерговим завданням під час управління і організації дорожнього руху.

У магістерській роботі пропонується створення моделі управління транспортним потоком на локальному перехресті, що включає вирішення таких завдань :

- збір інформації про існуючу модель управління;

- створення відомостей за зібраною інформацією;
- аналіз існуючої моделі на предмет її відповідності реальним умовам і ДСТУ 3587-97 «Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану»;
- визначення ступеню важливості і черговості введення нових керуючих дій;
- розробка найбільш сприятливої моделі управління дорожнім рухом на локальному перехресті.



# 1 АНАЛІЗ ПЕРЕХРЕСТЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

## 1.1 Транспортний потік і його характеристики

Рух автотранспортних засобів (АТЗ) визначається поведженням, одного або цілої команди водіїв. Водій який намагається досягти свого найкращого рішення, створює сварку з іншими водіями, які хочуть чи намагаються його обігнати або за допомогою перестроювання на іншу смугу руху тощо. Така форма розглядається в межах нівельованого підходу. Ймовірнісні події – це маневри кожного автомобіля.

У випадках, коли безліч транспортних засобів рухається у колоні, транспортний потік (ТП) може називатися як детермінований та безперервний. Використання мікро моделей (як і будь-яке збільшення ступеня деталізації) створює точність опису і кількість параметрів. Отже, з при збільшенні міри деталізації опису об'єкту зростає точність моделі, також зростання параметрів призводить до зниження її точності. У випадку вирішення багатовимірних оптимізаційних задач управління зростають запасні витрати (час та протяжність), що ускладнюють отримання прийняттого рішення.

Головні характеристики та діаграма транспортного потоку (ТП). Розрізняють наступні основні характеристики транспортного потоку, а саме:

- інтенсивність транспортного потоку  $I(t, x)$ ;
- щільність транспортного потоку  $q(t, x)$ ;
- середня швидкість потоку  $v(t, x)$ .

Ці параметри визначаються за наступною формулою:

$$v(t, x) = \frac{I(t, x)}{q(t, x)},$$

Виділяють 2 основні види середньої швидкості транспортного потоку:

- середню просторову швидкість  $v_s$  і
- середню тимчасову швидкість  $v_t$ , яка зв'язана наступним відношенням, визначеним для руху по дорозі без перетинання:

Отже виділимо три основні режими руху: *вільний потік*, *груповий рух*, та *насичений потік*.

*Вільний потік* це мала швидкість руху, без супроводжуючих перешкод між транспортними засобами. Швидкість транспортних потоків характеризується швидкістю вільного руху  $v_0$ . При малій щільності залежність між швидкістю та щільністю знижується. Із зростанням інтенсивності руху до максимального значення  $I_c$ , що відповідає пропускній спроможності дорожнього шляху, швидкість  $v_s$  її величина змінюється, яка позначається точкою на основній діаграмі.

Основною ознакою насиченого групового потоку є сильне розгілля величини прискорень (сповільнення) відповідно середнього значення.

Критична щільність потоку  $k_c$  – це значення, до якого зі зростанням щільності  $k$  збільшується інтенсивність  $I$ . У разі зміни щільності потоку від  $k_c$  до  $k_l$  – щільність потоку в умовах затору – інтенсивність знижується від максимального значення пропускної здатності  $I_c$  до 0. Швидкість кінематичної хвилі при щільності затору визначається дієвою формою залежності між швидкістю і щільністю. У рамках критичної щільності має місце існувати точка розриву функції  $V = f(k)$ , яка призводить до стрибкоподібної зміни швидкості руху. Тангенс кута  $\alpha$  (нахилу вектору, проведеного з початку координат до точки, яка лежить на кривій  $I = f(k)$ , відповідає значенню швидкості  $v_s$  у цій точці.

Класифікація фаз руху транспортних потоків започаткована на різних фазах стану речовини: «газоподібне, тверде, рідке».

*Вільний потік.* Не завантажена транспортна мережа, коли водії дотримуються потрібної швидкості руху, та вільно перетинають смуги руху. На цьому рівні РС рівняють з потоком вільних часток.

*Синхронізований потік.* Переповнена транспортна мережа, коли водії не мають можливості вільно маневрувати і змушені зменшувати свою швидкість до швидкості потоку на дорозі. Ця стадія схожа на потік води.

*Переміщувані широкі затори.* Групи транспортних засобів які схожі на «кубики льоду», які рухаються у потоці рідини.

*Рух «старт-стоп».* У разі великого скупчення транспортних засобів швидкість транспортного потоку стає переривчастою. На цій стадії ТП можна зрівняти до потоку замерзаючої води – на деякий час транспортні засоби стають такими, ніби «примерзнули» до цієї точки вулично-дорожньої мережі.

*Механізм утворення затору.* Транспортний затор – це скупчення транспортних засобів на певній ділянці дороги, які рухаються з середньою швидкістю або й нижче, ніж нормальна швидкість для цієї ділянки дороги. У разі створення затору значно (до 20 разів і більше) зменшується пропускна спроможність ділянки дороги. Якщо потік транспортних засобів, які прибувають, перевищує пропускну спроможність ділянки дороги, затор зростає лавиноподібно. Дорожні затори створюються у всьому світі за результатом автомобілізації, що має спроможність збільшуватись, урбанізуватись, а також як збільшення кількості населення, так і щільності заселення місцевості, що зростає. Дорожні затори знижують ефективність дорожньо-транспортної інфраструктури, таким чином підвищуючи час в дорозі, витрата палива і ступінь забруднення довкілля.

В положенні затору різко зростає можливість дорожньо-транспортної події (ДТП). Регулювання та обмеження інтенсивності руху може впливати на можливість виникнення ДТП. При цьому пропускна

здатність перехрестя вища, ніж інтенсивність транспортних потоків, що прибуває на перехрестя. Якщо довжина дороги  $L_Q$ , що зайнята чергою на перегоні, не більше довжини перегону, тобто якщо  $L_Q \leq L$  тоді робота перехрестя  $S_i$  працює нормально. Але, незначне підвищення інтенсивності транспортного потоку, або зміна роботи світлофору на перехресті  $S_i$  можуть привести до ситуації, коли  $L_Q > L$ , тобто коли черга транспортних засобів, які очікують на можливість проїзду через дане перехрестя  $S_j$ , не розміщується на перегоні  $(i, j)$  і накопичується в зоні перехрестя  $S_j$ . Це призведе до порушення нормальної роботи перехрестя  $S_i$ , по конфлікуючих напрямках на якому скупчується черга транспортних засобів. Тоді появляється зворотний зв'язок відповідно потоку, і затор лавиноподібно поширюється на частину усієї мережі.

Затори класифікуються на випадкові та систематичні, вони характеризуються періодичністю у часі та стійкістю у просторі. Найбільш важливішими і визначальними є затори, обумовлені пропусканням транспортних засобів по напрямках з перетинами, що складають 80 % загальної затримки часу у мережі.

Особливою метою завдання управління при заторах на ізольованому перехресті вважається мінімізувати затримки транспортних засобів за певний інтервал часу тривалості затору. Визначено, що весь інтервал найкраще розділити на два під-інтервали, у яких регулюючі дії різні. Покращення регулювання руху, дає результат шляхом використання циклів і фаз світлофорного регулювання різної тривалості.

В результаті збудження в транспортних потоках призводять до розривів в значеннях його характеристик, та нестійкість транспортних потоків в рамках пропускнуої спроможності і поширення. Експериментальне і теоретичне вивчення безліччю дослідниками механізму різкої зміни швидкості дозволяє встановити, що при наближенні

до рівня пропускної спроможності, збільшується можливість різкого зниження інтенсивності і швидкості руху [7]. В процесі обробки експериментальних даних про зміну характеристик транспортних потоків в точці  $k_c$  замічається «стрибок» швидкості від верхньої межі до нижньої (рисунок 1.3), при цьому можливість різкого падіння характеристик транспортних потоків зростає від 10% при інтенсивності руху, що становить 0.75 від максимальної, до 90% при рівні пропускної здатності.

Найперші догадки про можливість появи розривів в залежностях між інтенсивністю, щільністю та швидкістю були припущені Л. Эдаєм в 1961 р. Для того щоб описати розрив використовуються макромоделі, що мають розрив: одна модель – для низької щільності, інша – для високої щільності.

Кількість РС яка непередбачена призводить до нестійкості процесу руху в зоні пропускної здатності у результаті виникає точка біфуркації. Теорія катастроф була вибрана у результаті одержаних знань. Модель дорожнього руху має таку проблему втрат стійкості ,що визначає чинники, вони впливають на зміну параметрів яка називається стрибкоподібною, також інтерпретація параметрів катастрофи, побудова та дослідження.

## **1.2 Управління транспортними потоками**

Типовою проблемою є управління ТП , у якій виступає, децентралізація паралельність, динаміка, також ключовою є широта діапазонів додатків. Для розробки та дослідження ефективності безліч різних методів управління транспортними потоками обов'язковість знань закономірності поведінки ТП на вулично-дорожній мережі міста, розподіли інтервалів між транспортними засобами в потоці в заданому перерізі, також інтенсивності руху ТП, щільності ТП, час проїзду по деякому перегону віддаленому руху засобів, транспортних затримок тощо.

Основне завдання управління ТП можна визначити у діапазоні функціонування систем управління транспортною інфраструктурою: інтелектуальних транспортних систем (ІТС). Розробкою та використанням ІТС забезпечується вирішенням завдань управління транспортною інфраструктурою занадто завантажених ділянок доріг чи інфраструктурою великого міста.

*Основні види управління транспортними потоками (ТП).*

Класифікацію за просторовими і тимчасовими критеріями допускають методи автоматизованого управління транспортними потоками за допомогою світлофорної сигналізації (світлофорного регулювання) на міських віддалених дистанційних систем ВДС.

Усі алгоритми світлофорного регулювання за просторовим критерієм поділяються на *локальні та координовані*.

Якщо для визначення параметрів регулювання на перехресті використовується лише інформація про ТП на підходах до цього перехрестя і в зоні перехрестя, то світлофорне регулювання є локальним.

Перехрестя це місце розгалуження дороги, перетину та примикання або на одному рівні, обмежене уявними лініями, що з'єднують протилежні, та найбільш віддалені від центру перехрестя початку закруглень проїжджих частин.

Розрізняють такі види перехресть: рівнозначні, нерівнозначні, регульовані (керовані), нерегульовані (некеровані), перехрестя з круговим рухом.

Отримана інформація на стоп-лініях і на віддалених підходах (200...400м від стоп-лінії) передбачається локальним алгоритмом управління. Параметри проміжних тактів та тривалість фаз або моменти їх перемикання визначаються циклом регулювання, що називається почерговістю фаз. Для того щоб визначити усі вище перераховані параметри використовують інформацію про: про геометричні властивості

перехрестя, склад ТП та інтенсивність, інформація про наявність або відсутність ТЗ та пішоходів у різних зонах перехрестя (конфліктні точки, стоп-лінії).

Значна інтенсивність руху транспорту між сусідніми перехрестями і малими (до 600...700м) відстанями, така характеристика використовується для регулювання інформації про ТС на декількох перехрестях які найчастіше пов'язані в одну мережу, називається особливістю координованих алгоритмів. Координований рівень має визначення циклів регулювання для групи зміщення та перехрестя. Щоб визначити ці параметри необхідна інформація, що стосується топології мережі, про взаємозв'язки транспортних потоків на прилягаючих стоп-лініях, або по геометричних напрямках проїзду через перехрестя. *Матриця кореспонденцій і дані про маршрути їх реалізації* входить в склад початкової інформації, що використовується для координованого управління.

Методи які діють в реальному часі, та реалізують управління ДР за прогнозом, усі алгоритми світлофорного регулювання та за тимчасовим критерієм. До короткострокового прогнозу транспортної ситуації протягом 3...15хв відносяться адаптивні методи. Ці параметри не мають потреби виходити із транспортної ситуації та дозволяють управляти за прогнозом (врівноважене управління) що не включає багаторазової (до 3...5 разів в добовому циклі) змін параметрів регулювання, також методом її прогнозування, започаткованого раніше (за відповідний період) у спостереженнях. Положення між адаптивними і неадаптивними алгоритмами основні методи, засновані на ситуаційному управлінні. Методи які належать до даної групи припускають попередній розрахунок параметрів які належать до різних класів ТС та створення бібліотеки типових режимів регулювання. Конкретний режим виконується у реальний

час з використанням даної інформації про транспортну ситуацію та розподілення її у певний клас транспортних ситуацій.

В залежності від поєднаних критеріїв ,метод автоматизованого управління транспортними потоками ІТС відноситься до класу: локальні адаптивні алгоритми управління; координовані адаптивні алгоритми управління; координовані жорсткі алгоритми управління; локальні жорсткі алгоритми управління.

*Локальні жорсткі алгоритми управління.* Найпоширеніший на сьогоднішній день є метод локального жорсткого однопрограмного управління світлофорною сигналізацією. Даний метод розраховується попередньо за тривалістю циклу регулювання та фаз регулювання. Існує три види розрахунків цих параметрів: метод, заснований на вирівнюванні завантаження на усіх транспортних регульованих напрямках на перехресті, обчислення за *евристичними* формулами, метод, заснований на мінімізації сумарної затримки транспортних засобів при проїзді перехрестя.

Для розрахунку мають місце такі початкові дані, у яких використовується інформація про склад транспортних потоків та інтенсивність за напрямками перехрестя дані про схеми фазного регулювання та структуру проміжних тактів, у ході розрахунків також враховуються технологічні обмеження зв'язані із мінімальною та максимальною тривалістю фаз. Тривалість зеленого сигналу світлофору забезпечується на мінімальну тривалість фаз обліком. Щоб уникнути тривалого включення червоного сигналу світлофору, потрібно вести облік обмежень на максимальну тривалість фаз. При жорсткому одно програмному *локальному* регулюванні початкові дані відповідають періоду максимального завантаження перехрестя.

*Управління транспортними потоками в умовах затору.* одною з найважливіших функцій є запобігання транспортних заторів. Затор має властивість уповільнювати рух на інших вулицях також зупиняє рух ТП



які залучені в нього. Отже основним завданням управління є попередження заторів та його поширення. У разі моментальної появи затору проблема полягає у тому що ускладнюється управління ТП та трудність локалізації заторів.

*Затор* – стан транспортної мережі характеризується істотним зменшенням пропускної спроможності, збільшенням часу на переїзди та подовженням черг.

Розрізняють такі затори: «разові» (випадкові) і систематичні (стійкі). Основні причини виникнення заторів: ремонтні роботи на дорогах або виникнення ДТП. Систематичним заторам властиві стійкість у просторі та періодичність у часі, вони виникають у певних напрямках руху, у певний діапазон часу, але найчастіше у години «пік», на одних і тих самих ділянках дороги.

Щоб не допускати виникнення затору завдання *розпізнавання, передбачення і ліквідації перед-заторних ситуацій*, є важливим у регулюванні ТП. Головне завдання це позбавлення причин, що призводять перевантаження «вузьких» ділянок дороги для руху АТЗ, шляхом перерозподілу ТП. Своєчасне попередження водіїв про попадання в затор та рекомендація об'їзду затору іншим маршрутом системою управління ТП, це призведе до перенасичення доріг.

*Модель поширення затору.* Зони нестійкості поведінка ТП, існуюча у сфері пропускної спроможності, у разі безперервного збільшення швидкості призводить до неточності та розривів у значеннях ТП. Тоді у таких випадках водії ТЗ повинні зупинитися та рушати безліч раз. Хвилі які розповсюджуються проти руху і здатні утворюватися на ділянках дороги із зниженою пропускною здатністю у «вузьких» місцях називаються ударними.

### 1.3 Загальна характеристика досліджуваного перехрестя

На перехрестях найчастіше виникають ДТП затори та затримки у русі. Отже у таких місцях якнайшвидше потрібне впровадження обов'язкового регулювання та застосування засобів та заходів з організації дорожнього руху.

Перехрестя поділяють на: регульовані, не регульовані.

Регульовані - це перехрестя на яких присутнє світлофорне регулювання, що регулює час проїзду транспортних засобів , та час переходу пішоходів.

Нерегульовані поділяються на групи: з круговим рухом; з неорганізованим рухом; з позначеним пріоритетом для ТЗ.

Зображення даного перехрестя приведено в рисунках 1.1, 1.2, 1.3, 1.4.



Рисунок 1.1 – Досліджуване перехрестя на ділянці дороги по вул. С. Бандери (напрямок 1)



Рисунок 1.2 – Досліджуване перехрестя на ділянці дороги просп.С.Бандери (напрямок 2)



Рисунок 1.3 – Досліджуване перехрестя на ділянці до роги по вул. Шопена (напрямок 3)



Рисунок 1.4 – Досліджуване перехрестя на ділянці дороги по вул.  
Татарська (Напрямок 4)

Схема перехрестя приведена на рисунку 1.5.

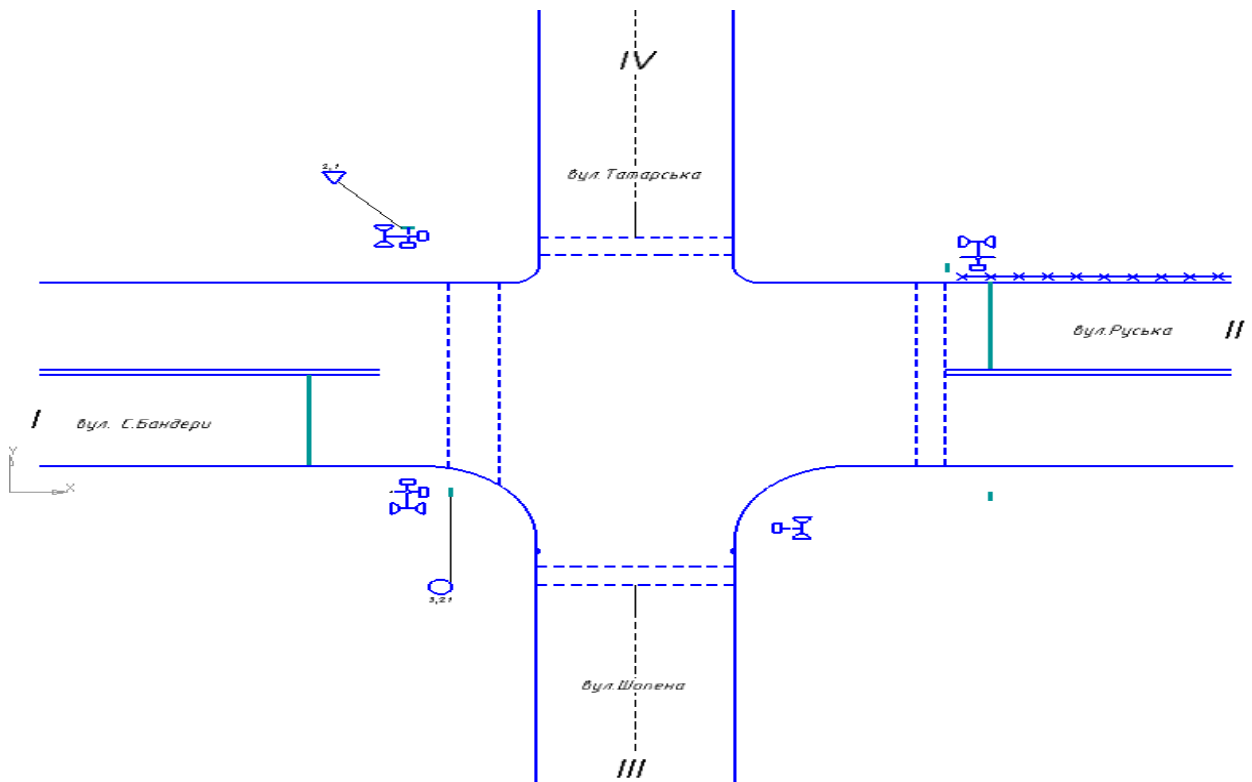


Рисунок 1.5 – Схема перехрестя на ділянці дороги по вул. С.Бандери-  
Шопена

Опис перехрестя: Рух ТЗ дозволений в усіх напрямках, крім напрямку 3, відповідно до знаку 3.21. Вул.С.Бандери є головною дорогою. На вході напрямку 3 по вул. Шопена та 4, по вулиці Татарська є одна смуга руху; у решти напрямів 4 смуги руху (по дві в кожен напрям).

На даному перехресті присутні такі засоби організації дорожнього руху:

- світлофори,
- дорожні знаки,
- дорожня розмітка,
- огороження для захисту пішоходів.

Світлофорні лінзи не забруднені та не розбиті, світлофори на опорах також є дублери з протилежних боків перехресть.

Дерева та їхнє гілля не перешкоджають видимості знаків та світлофорів.

Розташування засобів ОДР відповідає стандартам.

Пішохідний перехід знаходиться на траєкторії руху пішоходів.

Після тривалих дощів можлива присутність калюж.

Сміття немає.

Знижені бордюри; освітлені пішохідні переходи.

Пішоходи переходять тільки на пішохідному переході, та дотримуються правил переходу.

Обов'язкова зупинка автомобілів стоп - лінією, безпечна відстань до пішоходів.

Пішоходи переходять дорогу тільки на зелений сигнал світлофору. Під час дослідження не зафіксовано проїзд автомобілів на червоний сигнал світлофору.

Найчастіше транспорт громадського користування сповільнює рух транспортного потоку, також зафіксовано випадки відмови тролейбусів.

Залежно від часу доби, в середньому, транспортні засоби роз'їжджаються від 1 до 3 циклів світлофорного регулювання. Смуги руху завантажені нерівномірно.

Відомості про ТЗОДР на перехресті приведено в таблиці 1.1

Таблиця 1.1. - відомості про технічні засоби регулювання дорожнього руху на ділянці дороги по вул. С. Бандери- Шопена

№	Позначення	Найменування	Тип	Кількість
Світлофорне регулювання				
1.	T1.1	Транспортний	1	1
2.	T1.4	Транспортний	1	2
3.	T3.1	Транспортний	1	3
4.	T3.3	Транспортний	3	1
5.	T.1.7	Транспортний	1	1
6.	П1.1	Пішохідний	1	8
Дорожня розмітка				
1.	1.1	Вузька суцільна	Горизонтальна	1
2.	1.3	Вузька подвійна	Горизонтальна	2
3.	1.5	Штрихова	Горизонтальна	8
4.	1.12	Стоп-лінія	Горизонтальна	4
Дорожні знаки				
2.	2.1	Дати дорогу	Пріоритету	2
3.	2.3	Головна дорога	Пріоритету	2
5.	3.21	Рух заборонено	Заборонний	1
6.	3.12	Рух ТЗ, що перевозять небезпечні вантажі заборонено	Заборонний	1
8.	5.35.1	Пішохідний перехід	Інф.-вказівний	8



## **2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО – РОЗРАХУНКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ ВУЛИЦЬ С. БАНДЕРИ - ШОПЕНА**

### **2.1. Дослідження параметрів транспортних потоків на перетині вул. Шопена з вул. С. Бандери**

Досліджуване локальне перехрестя вулиць Руська що є продовженням проспекту С. Бандери та вулиці Шопена, яка, після проїзду перетину перетворюється на вулицю з назвою татарська в Тернополі. Локація вказаного перехрестя має ту особливість, що воно розташовується перед мостом який з'єднує мікрорайон Східний міста і центральну частину Тернополя. За рахунок того, що вулиця з двостороннім рухом по дві смуги в кожную сторону-В. Бандери продовжується на мості як з іншою назвою вулиця з двостороннім на мості рухом по одній смузі в кожную сторону у години пік, з урахуванням , що через центральну частину Тернополя з мікрорайону Східний пасажири на маршрутках також інші транспортні засоби рухаються не тільки в центр а і на мікрорайон Дружба, відповідно в години пік, завжди є значні затори. Хоча рух ТЗ дозволений в усіх напрямках, крім напрямку 3, див. Розд. 1, на вході напрямку 3 що по вул. Шопена та 4, по вулиці Татарська є одна смуга руху в одну сторону, що спричиняє тягнучи і затори також і з цієї сторони, в ранкові години пік перехрестя робить пробку на Східному тривалістю десятки хвилин, кілька років м. Тернопіль має таку проблему. При проведенні досліджень даного перехрестя в значній степені необхідно враховувати певні, встановлені особливості руху транспортних засобів та пішоходів. Розглянемо спочатку пішохідні потоки які перетинають, по чергово, вулицю татарську: тут в результаті спостережень не виявлено суттєвих перешкод людям чи,

обернено, транспортним засобам, якщо люди переходять дану вулицю. Це має місце тому, що кількість пішоходів яка рухається, незалежно від пори року і також часу доби, перетинаючи проїжджу частину вулиці татарської нівелюється геометричними розмірами пішохідної зони, що є відносно коректно спроектованими і виконаними стосовно потоку у цій ділянці вулично – дорожньої мережі. Досліджуючи рух пішоходів вздовж вулиці Татарської відмітимо дуже вузьку ширину тротуарів з обох сторін що компенсується несуттєвими за величиною потоками пішоходів, що прямують за вказаним напрямком і причина тому є, на вулиці не знаходиться нічого крім невеликої кількості одно і кількаповерхових житлових будинків, а сама вулиця має довжину 700 метрів до перетину з вулицею Глибокою в локації центрального входу у залізничне депо Львівської залізниці у м. Тернополі. Отже, вулиця татарська, за всіма напрямками руху пішохідних потоків є малої складності.

Щодо вулиці Шопена, встановлено щодо пішоходів, при розгляді спочатку пішохідних потоків які перетинають, по чергово, вулицю Шопена у дві сторони: тут в результаті спостережень не виявлено суттєвих перешкод людям чи, обернено, транспортним засобам, якщо люди переходять її. Це має місце з причини, що інтенсивність пішохідного потоку - число людей які ідуть, незалежно від часу доби та пори року, також, перетинаючи проїжджу частину вулиці Шопена є дуже малим, геометричні розміри пішохідної зони, є некоректно спроектованими, дуже вузькі тротуари , проте, стосовно потоку у цій ділянці вулично – дорожньої мережі якраз геометрія вулично-дорожньої мережи в описуваній її ділянці дозволяє зробити висновок про раціональність такого рішення попри незручності і значні для пішоходів. Можна прогнозувати, з ймовірністю близько 100 відсотків, що, умовно, навіть при побудові і здачі в експлуатацію якоїсь нової новозбудованої будівлі що , звичайно буде причиною збільшення кількості людей, локально, відразу, протягом одного



–двох днів виникнуть суттєві проблеми, збільшиться інтенсивність незручність пересування надзвичайно вузькими тротуарами напрямом вздовж вулиці Шопена. Причому щодо перетину даної вулиці ніяких проблем - конфліктів чи незручностей немає з причини несуттєвої для даної ділянки кількості людей. Підсумовуючи, досліджуючи рух пішоходів вздовж вулиці Шопена відмітимо дуже вузьку ширину тротуарів з обох сторін що компенсується несуттєвими за величиною потоками пішоходів, що прямують за вказаним напрямком і причина тому є, на вулиці не знаходиться нічого крім невеликої кількості одно і кількаповерхових житлових будинків, а сама вулиця має довжину 400 метрів до перетину з вулицею Парковою. Отже, вулиця Шопена, за всіма напрямками руху пішохідних потоків є малої складності з перспективами розвитку до середньої складності.

Далі розглянемо пішохідні потоки які перетинають, по чергово, вулицю С. Бандери: в результаті спостережень не виявлено суттєвих перешкод людям чи, обернено, транспортним засобам, якщо люди переходять дану вулицю. Це має місце тому, що кількість пішоходів яка рухається, незалежно від пори року і також часу доби, перетинаючи проїжджу частину вулиці татарської нівелюється значними геометричними розмірами пішохідної зони, що є відносно коректно спроектованими і виконаними відносно потоку на даній ділянці вулично – дорожньої мережі Тернополя. Досліджуючи рух пішоходів вздовж вулиці С. Бандери відмітимо достатню для комфортного та головне безпечного пересування ширину тротуарів з обох сторін з несуттєвими за величиною потоками пішоходів, що прямують за вказаним напрямком, на вулиці не знаходиться нічого крім невеликої кількості кількаповерхових житлових будинків з торговими приміщеннями на перших поверхах, хоча сама вулиця має довжину більше 3000 метрів до перетину з вулицею Шопена від в'їзду у

Тернопіль зі сторони М. Хмельницького Отже, вулиця С. Бандери, за всіма напрямками руху пішохідних потоків є середньої складності.

На черзі дослідження пішохідних потоків які перетинають, почергово, вулицю Руську: в результаті спостережень не виявлено суттєвих перешкод людям чи, обернено, від людей транспортним засобам, що у значній кількості особливо в години пік прямують по вулиці у обидві сторони, якщо люди переходять дану вулицю. Це має місце тому, що кількість пішоходів яка рухається, незалежно від пори року і також часу доби, перетинаючи проїжджу частину вулиці татарської нівелюється значними геометричними розмірами пішохідної зони, що є відносно коректно спроектованими і виконаними відносно потоку на даній ділянці вулично – дорожньої мережі Тернополя. Досліджуючи рух пішоходів вздовж вулиці Руської відмітимо достатню для зручного та безпечного пересування ширину тротуарів з обох сторін з несуттєвими за величиною потоками пішоходів, що прямують за вказаним напрямком, на вулиці не знаходиться нічого крім невеликої кількості кількоповерхових житлових будинків з торговими приміщеннями на перших поверхах, хоча сама вулиця має довжину більше 2000 метрів до її продовженням як вулиця Гетьмана Мазепи. Отже, вулиця Руська, за всіма напрямками руху пішохідних потоків є середньої складності.

Предметом дослідження є розробка та запровадження регулювання транспортних потоків і вдосконалених засобів для регулювання руху транспортних засобів на перехресті доріг С. Бандери – Шопена в м.Тернополі.

Проведений моніторинг характеристик транспортних потоків на перехресті вулиць С. Бандери Шопена і на такій основі встановлено інтенсивності руху за кожним напрямком на перехресті, зображено діаграми транспортних потоків за напрямками, за якими розраховано інтенсивність за напрямками. Визначено середню швидкість транспортних

засобів в зоні перехрестя, значення якої необхідні для розрахунку параметрів світлофорної сигналізації. Потоки насичення розраховувалися локально, на Східному масиві, по емпіричних залежностях окремо для усіх напрямків руху транспортних потоків на перехресті. Проведено розрахунки параметрів циклу світлофорного регулювання, представлено дані про кількість смуг руху залежно від категорії вулиць і доріг, також розраховано необхідну кількість смуг руху на перетині С. Бандери-Шопена. Для локального перехрестя мікрорайону Східний Тернополя виконано розрахунки небезпеки пересічення за п'ятибальною системою оцінки конфліктних точок, в результаті чого визначені кількість конфліктних точок, рівень безпеки вибраного перехрестя, небезпека пересічення за індексом інтенсивності транспортних потоків та здійснюється оцінка небезпеки пересічення за допомогою коефіцієнтів відносної аварійності на пересіченні. За матеріалами досліджень представлено схему перехрестя вулиць С. Бандери-Шопена з технічними засобами та картограми інтенсивності транспортних і пішохідних потоків.

Зроблено розрахунок економічних показників ефективності прийнятих рішень після впровадження заходів з організації дорожнього руху на перехресті вул. С. Бандери–Шопена, найкращий ефект буде від зниження збитку від ДТП - 20 %. . Скорочення витрат спостерігається за усіма розрахованими параметрами, значить впровадження цієї системи ефективно.. Обґрунтовано рішення актуальних для галузі транспорту у м. Тернополі проблематичних питань з охорони праці, безпеки життєдіяльності та екології.

Головною метою організації дорожнього руху є відокремлення транспортних та пішохідних потоків один від одного в часі та просторі. Розділення потоків у часі відбувається перш за все з допомогою відповідно налаштованих в як можна більшій кількості локацій світлофорних об'єктів.

В інших випадках розділення автоматично керується правилами дорожнього руху.

Умови руху у містах стають дедалі складнішими. Розвиток автомобільної мережі не встигає за зростаючою кількістю автомобільного парку, це тягне за собою збільшення завантаженості транспортної мережі і зростання кількостей дорожньо-транспортних пригод. Вплив цих факторів ставить все більші вимоги до завдань організації та керування дорожнім рухом, які повинні забезпечувати потрібний рівень безпеки та ефективності руху.

Для того щоб ці завдання були виконані потрібно володіти інформацією про стан дорожнього руху. Першочерговими необхідними даними є ті, які характеризують транспортний потік.

Залежно від цілей проведення дослідження, можна використовувати різноманітні методи для щоб визначити характеристики дорожнього руху документальні; натурні; методи моделювання.

Документальні методи – це методи суть яких полягає в аналізі та вивченні планових, статистичних, звітних і проектно-технічних матеріалів. До цього способу також відносяться анкетні опитування пасажирських і транспортних потоків. Також цей метод застосовує залежності між об'ємами руху й об'ємами виробництва, густотою населення транспортних районів, транспортною рухомістю населення тощо. Документальні методи є дуже невиправдано складними та трудомісткими, оскільки їх результативність є дуже низькою.

Натурні методи полягають у фіксації характеристик дорожнього руху (ДР) безпосередньо на ділянках ВДМ. Інформація одержується способом безпосередніх спостережень або використовуючи засоби автоматичної реєстрації.

Натурні методи поділяються на регіональні, локальні та зональні.

Локальні – здійснюються для одержання інформації про склад, швидкість та інтенсивність транспортних потоків на перехрестях та окремих ділянках доріг чи вулиць.

Зональні – проводяться для отримання часових та просторових характеристик у певних зонах. Такі обстеження проводяться вибірково.

Регіональні – здійснюються для отримання збірних значень параметрів транспортних потоків в області, районі, місті. Їх використовують для передбачення напряму зміни характеристик транспортних потоків під час реконструкції чи будівництва об'єктів.

Дослідження інтенсивності та складу транспортних потоків відбувається у такому порядку:

Вивчення ділянки вулично-дорожньої мережі даного району.

Вибір досліджуваного перехрестя. На одному перехресті призначається від двох до чотирьох чоловік у залежності від складності та геометрії перехрестя.

Підготовка анкет для обліку.

Завчасно перед проведенням дослідження прибути на обстежувану ділянку для визначення її параметрів: кількість смуг руху, тип дорожньої розмітки, кількість підходів до перехрестя, тип дорожніх знаків, розташування трамвайних колій, засоби світлофорного регулювання. Побудова схеми перехрестя.

У визначену пору прийти на обстежувану ділянку та на початку години розпочати обстеження і закінчити рівно через годину.

Від початку дослідження кожен обліковець рахує транспортні засоби, які проїжджають з його сторони через перехрестя. Число облікованих ТЗ записується в анкету відповідно до напрямку руху та категорії автомобіля.

По факту закінчення обстеження відбувається обробка зібраної інформації. По кожному напрямку проводиться розрахунок інтенсивності транспортного потоку (у фізичних одиницях за годину)

Застосовуючи методологію з модернізацією для м. Тернополя, запропоновано і виконано дослідження транспортних потоків за складом та інтенсивністю на перетині вулиць С. Бандери та Шопена, результати виконаного дослідження наведені нижче в картках.

### **КАРТКА ДУША Д.П.**

#### **обліку інтенсивності складу транспортного потоку**

Пост № 1 Місцезнаходження поста: вул.С.Бандери

Час проведення обліку з 15 до 16 год. 18.10 2019 року

Прізвище, Ім'я обліковця Душа Д.

Вид транспортних засобів	Напрямок руху			Всього у фізичні од./год.	Всього у привед. од./год.	Всього у привед. од./доб.
	1-2	1-3	1-4			
Легкові автомобілі	173	-	24	197	197	4728
Мікроавтобуси і вантажівки 2т	20	-	12	32	48	1152
Вантажівки 5-8т	7	-	1	8	20	480
Вантажівки більше 8т	-	-	1	1	2,5	60
Автобуси всіх	13	-	4	17	42,5	1020
Тролейбуси	4	-	0	4	14	336
Мотоцикли, мопеди	1	-	1	2	1	24
				261	325	7800

**КАРТКА ДУША Д.П.****обліку інтенсивності складу транспортного потоку**Пост № 2 Місцезнаходження поста: вул.С.БандериЧас проведення обліку з 16 до 17 год. 18.10 2019 рокуПрізвище, Ім'я обліковця Душа Д.

Вид транспортних засобів	Напрямок руху			Всього у фізичні од./год.	Всього у привед. од./год.	Всього у привед. од./доб.
	2-1	2-3	2-4			
Легкові автомобілі	191	-	1	192	192	4608
Мікроавтобуси і вантажівки 2т	8	-	1	9	13,5	324
Вантажівки 5-8т	2	-	0	2	5	120
Вантажівки більше 8т	1	-	0	1	3	72
Автобуси всіх	12	-	0	12	30	720
Тролейбуси	4	-	0	4	14	336
Мотоцикли, мопеди	1	-	0	1	0,5	12,5
				221	258	6192,5

**КАРТКА ДУША Д.П.****обліку інтенсивності складу транспортного потоку**Пост № 3 Місцезнаходження поста: вул. ШопенаЧас проведення обліку з 15 до 16 год. 18.10 2019 рокуПрізвище, Ім'я обліковця Душа Д.

Вид транспортних засобів	Напрямок руху			Всього у фізичні од./год.	Всього у привед. од./год.	Всього у привед. од./доб.
	3-1	3-2	3-4			
Легкові автомобілі	1	2	80	83	83	1992
Мікроавтобуси і вантажівки 2т	0	1	10	11	16,5	396
Вантажівки 5-8т	0	0	2	2	5	120
Вантажівки більше 8т	0	0	3	3	9	216
Автобуси всіх	0	0	2	2	5	120
Тролейбуси	0	0	0	0	0	0
Мотоцикли, мопеди	1	0	0	1	0	12,5
				102	118,5	2856,5

**КАРТКА ДУША Д.П.**  
**Обліку швидкості руху транспортних засобів**  
**для складу транспортного потоку**

Місце проведення обстеження вул.С. Бандери– вул. Шопена  
 Час проведення обліку з 15 до 16 год. Дата « 18 » жовтня 2019 р.

Категорія ТЗ	Час проходження ділянки, с	Швидкість, км/год
Легкові автомобілі	7,2	50
	7,2	50
Мікроавтобуси та вантажівки до 2 т	7,2	50
	7,5	48
Вантажні автомобілі 2-5 т	7,7	47
	7,82	46
Вантажні автомобілі 5-8 т	7,82	46
	7,65	45
Вантажні автомобілі більше 8 т	9,47	38
	8,37	43
Автобуси	7,65	42
	7,65	47
Тролейбуси	10,28	35
Зчленовані тролейбуси	10,4	34
Мотоцикли, мопеди та ін.	7,3	49

За проведеними дослідженнями, див. рис. 2.1 та 2.2, побудовано кругові діаграми складу транспортних потоків за напрямками.



## КАРТКА ДУША Д.П.

### обліку інтенсивності складу транспортного потоку

Пост № 4 Місцезнаходження поста: вул.Татарська

Час проведення обліку з 16 до 17 год. 18.10 2019 року

Прізвище, Ім'я обліковця Душа Д.

Вид транспортних засобів	Напрямок руху			Всього у фізичні од./год.	Всього у привед. од./год.	Всього у привед. од./доб.
	4-1	4-2	4-3			
Легкові автомобілі	0	2	-	2	2	48
Мікроавтобуси і вантажівки 2т	1	0	-	1	1,5	36
Вантажівки 5-8т	0	0	-	0	0	0
Вантажівки більше 8т	0	0	-	0	0	0
Автобуси всіх	0	0	-	0	0	0
Тролейбуси	0	0	-	0	0	0
Мотоцикли, мопеди	1	0	-	1	0,5	12
				4	4	96

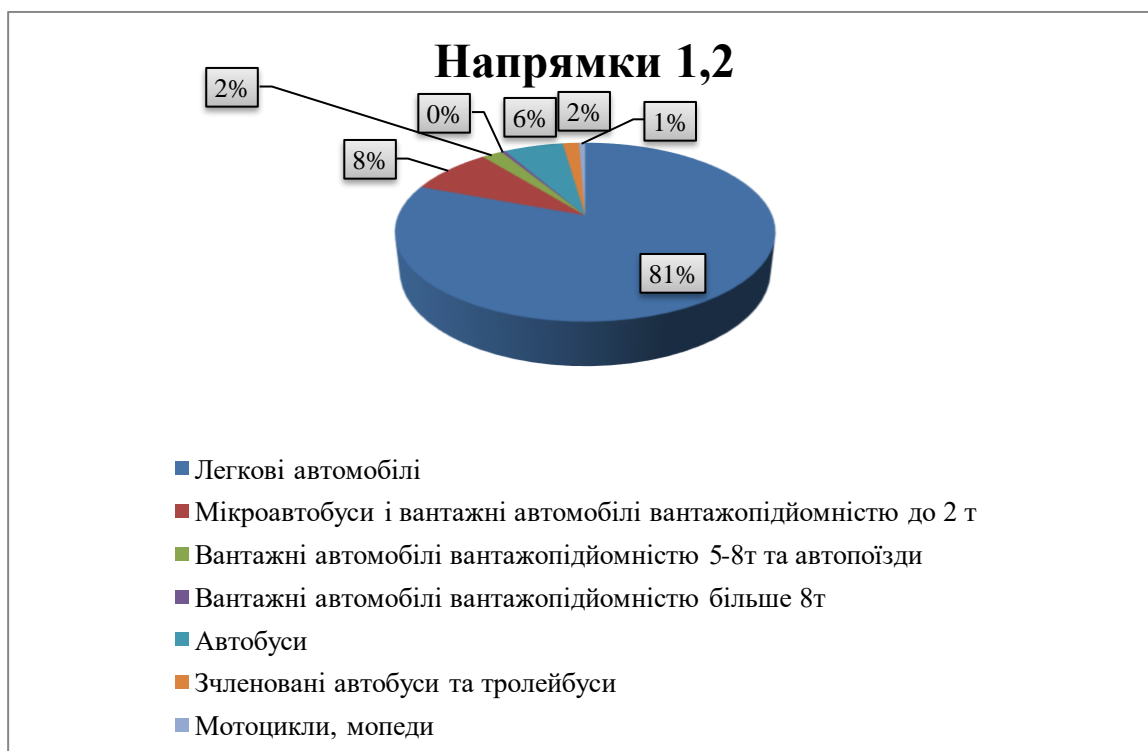


Рисунок 2.1 – Діаграма складу транспортного потоку на перехресті  
вул. С. Бандери- Шопена

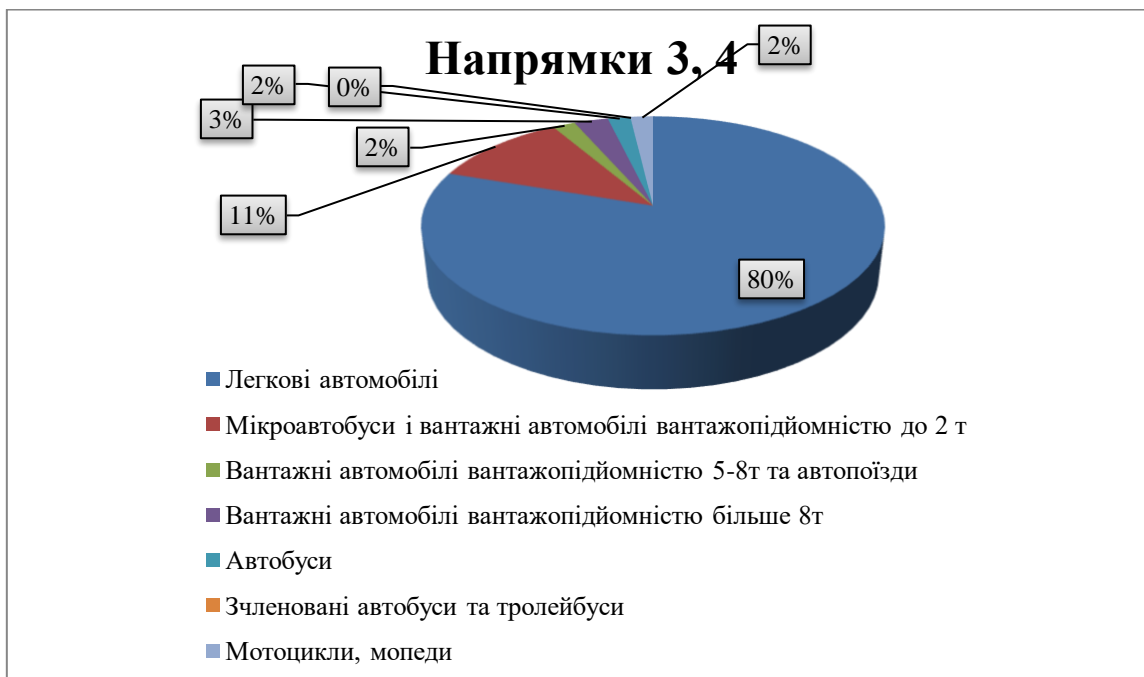


Рисунок 2.2 – Діаграма транспортного потоку за напрямками на перехресті вул. С. Бандери- Шопена

Далі, на рисунку 2.3, представлена схематизація мірної ділянки вул. С. Бандери- Шопена –Татарська –Руська

Швидкість одного автомобіля для довжини ділянки  $L_M$  для  $j$  номера категорії та  $i$  номера заміру

$$V_{ij} = 3,6 \cdot \frac{L_M}{t_{ij}} \quad (2.1)$$

Для вул. С. Бандери- Шопена –Татарська –Руська

$$V_{11} = 3,6 \cdot \frac{100}{7,2} = 50 \text{ км/год}$$

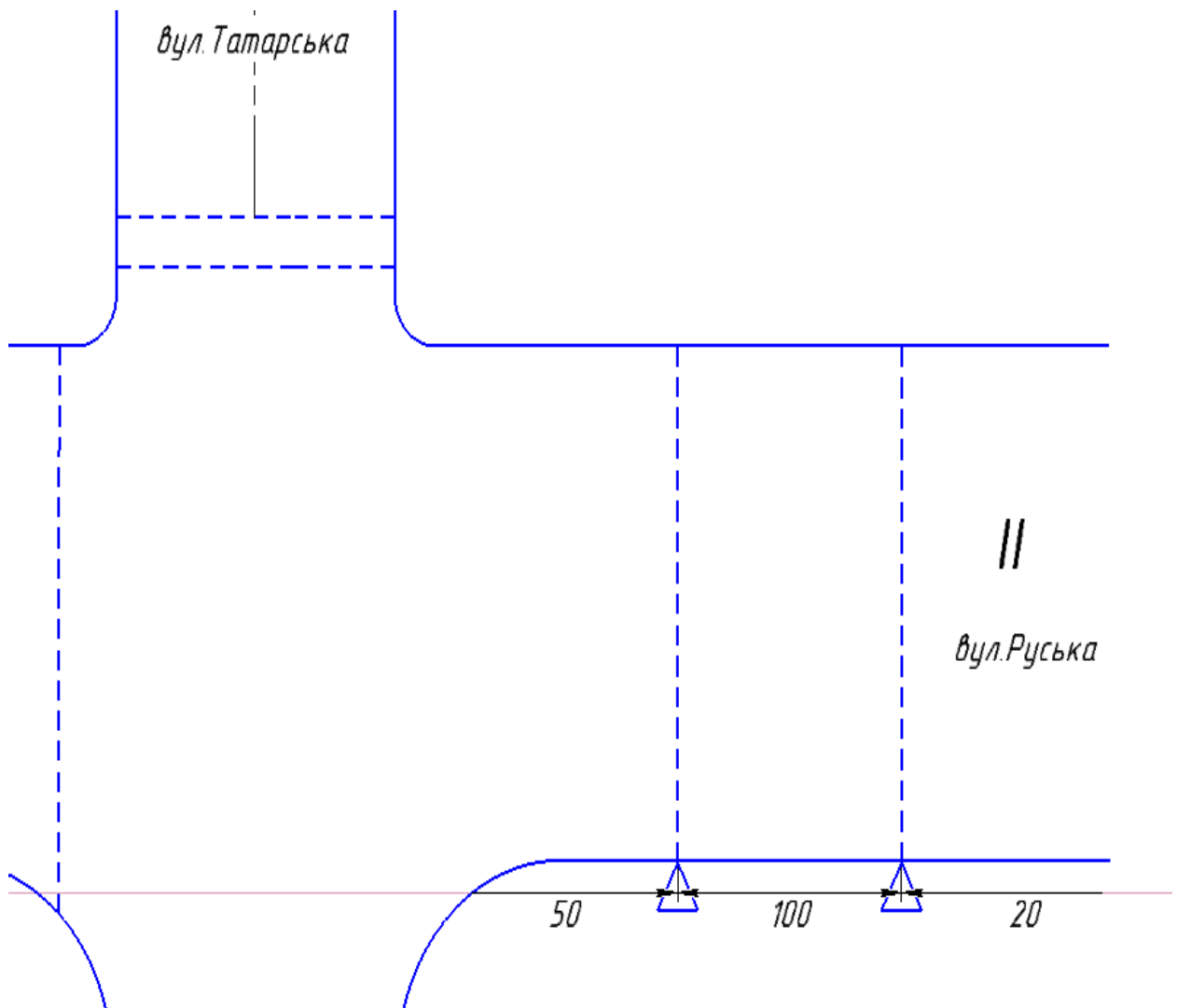


Рисунок 2.3 – Схема мірної ділянки перехрестя вул. С. Бандери- Шопена

Середня швидкість з кількістю замірів два, коефіцієнтом дев'ять

$$V_{\text{кат } j} = \frac{\sum_{j=1}^k V_{ij}}{n} \quad (2.2)$$

На перетині в. Руської швидкість транспортного потоку з встановленою кількістю категорій  $k$

$$V_{\text{кат}1} = \frac{50 + 50}{2} = 50 \text{ км/год}$$

$$V_{\Pi} = \frac{\sum_{j=1}^k V_{\text{кат}j}}{k} \quad (2.3)$$

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^k V_{\text{кат}j} &= 50 + 49 + 46,5 + 45,5 + 40,5 + 44,5 + 35 + 34 + 49 = \\ &= 397 \text{ км/год} \end{aligned}$$

$$V_{\Pi} = \frac{394}{9} = 43,60 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

Кількість вимірів миттєвої швидкості обраховується з урахуванням значення функції довірчої ймовірності 0,950 для  $t_p^2 = 2.1$ , при - допустимій похибці  $\Delta$  з середнім квадратичним відхиленням, км/год,  $\sigma$

$$n = \frac{t_p^2 \cdot \sigma^2}{\Delta^2} \quad (2.4)$$

Середнє квадратичне відхилення

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{15} (V_i - V_{II})^2}{2}} \quad (2.5)$$

$$\begin{aligned} \sigma = & \sqrt{\frac{(50 - 43,77)^2 + (50 - 43,77)^2 + (50 - 43,77)^2 + (48 - 43,77)^2 +}{15}} \\ & \sqrt{\frac{+(47 - 43,77)^2 + (46 - 43,77)^2 + (46 - 43,77)^2 + (45 - 43,77)^2 +}{15}} \\ & \sqrt{\frac{+(38 - 43,77)^2 + (43 - 43,77)^2 + (42 - 43,77)^2 + (47 - 43,77)^2 +}{15}} \\ & \sqrt{\frac{+(35 - 43,77)^2 + (34 - 43,77)^2 + (49 - 43,77)^2}{15}} = 1,23 \end{aligned}$$

$$n = \frac{2^2 \cdot 1,23^2}{1^2} = 6,14$$

Таким чином, потрібно провести заміри миттєвої швидкості руху мінімум 6 транспортних засобів. Якщо буде знижено вимоги до точності замірів швидкості руху, число потрібних замірів також буде знижено.

Основна ціль дослідження параметрів пішохідних потоків полягає в забезпеченні безпеки руху пішоходів за допомогою доцільного

вибору засобів і методів організації дорожнього руху на основі отриманих даних.

Авто для замірів миттєвої швидкості має вибиратися у випадковому порядку із транспортного потоку. Але одночасно з тим потрібно спробувати отримати у вибірці таку пропорцію транспортних засобів різних типів, яка б наближено співпадала зі складом транспортного потоку на ділянці.

Для обчислення нового світлофорного об'єкта який регулює пішохідний рух, щонайменший час спостереження за пішохідним рухом має становити 8 годин. Для корегування режиму регулювання уже діючого об'єкта – щонайменше 1 годину. У такому випадку обстеження пішохідного руху, має проводитися водночас з обстеженням руху транспортного потоку.

На рисунку 2.4 представлено розроблену схему на перехресті вул. С. Бандери- Шопена розташування постів для підрахунків інтенсивності руху пішоходів.

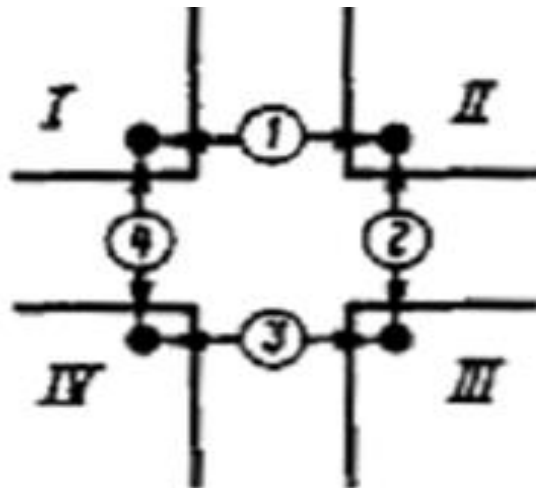


Рисунок 2.4 – Розміщення постів на перехресті вул. С. Бандери-Шопена у м. Тернополі

Відповідно до одержаних значень складено картограму інтенсивності руху пішоходів на перехресті вул. С. Бандери- Шопена-Руська -Татарська, рис. 2.5.

**Бланк обліку інтенсивності руху пішоходів Душа Д.П.**  
 Назва пункту спостереження вул. С.Бандери – вул.Шопена  
 Дата спостереження 17.10.19  
 Час обстеження: початок 11 год\_ закінчення 12 год\_

Напрямок руху	Кількість пішоходів, що пройшли по інтервалах				Разом за годину
	00-15	15-30	30-45	45-60	
1-2 (4)	7	3	4	1	15
2-1 (4)	7	1	2	4	14
1-2 (3)	5	2	3	1	11
2-1 (3)	3	5	2	3	13
3-4 (1)	2	3	1	1	7
4-3 (1)	1	1	0	0	2
3-4 (2)	3	0	1	0	4
4-3 (2)	0	1	1	0	2

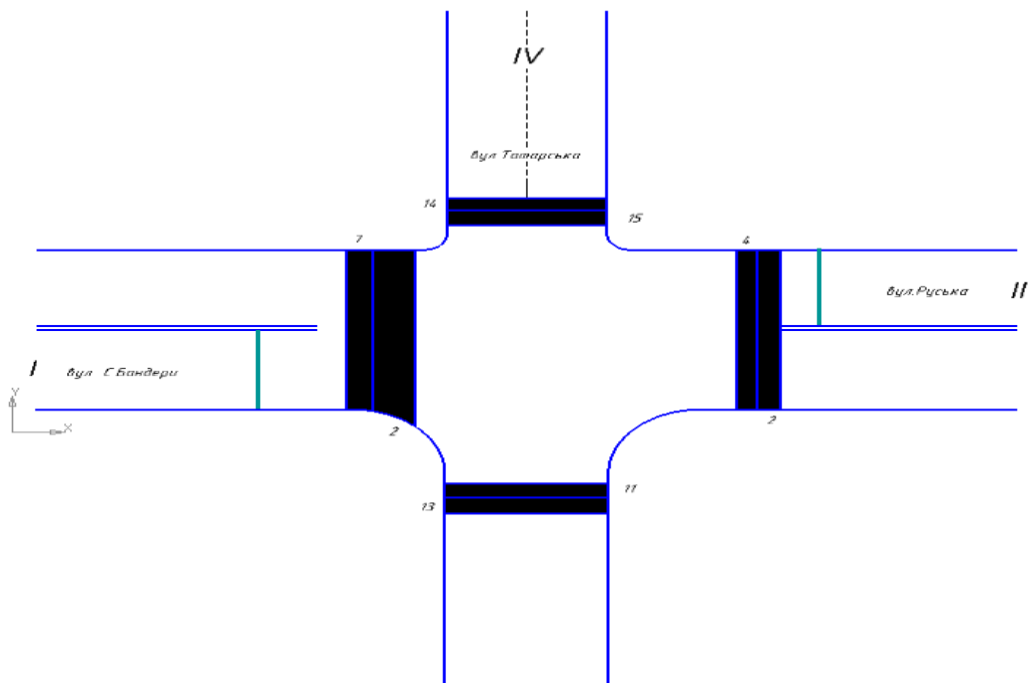


Рисунок 2.5 – Картограма інтенсивності руху пішоходів на перехресті вул. С. Бандери- Шопена

## 2.2 Розрахунок геометричних параметрів перехрестя вул. С. Бандери- Шопена

Ширина проїзної частини для де кількості смуг руху яку позначимо як  $n$  і  $m$

$$B_{\text{пч}} = 3,75 \cdot (n + m) + 2 \cdot 0,5 \quad (2.5)$$

$$B_1 = 3,75 \cdot 1 + 2 \cdot 0,5 = 4,75 \text{ м}$$

Для 3 та 4

$$B_2 = 3,75 \cdot (2 + 2) + 2 \cdot 0,5 = 16 \text{ м}$$

Геометричні параметри – рис. 1.12.

Поперечний профіль дороги вул. С. Бандери та вул.Шопена показаний, відповідно, на рисунках 2.7, 2.8.



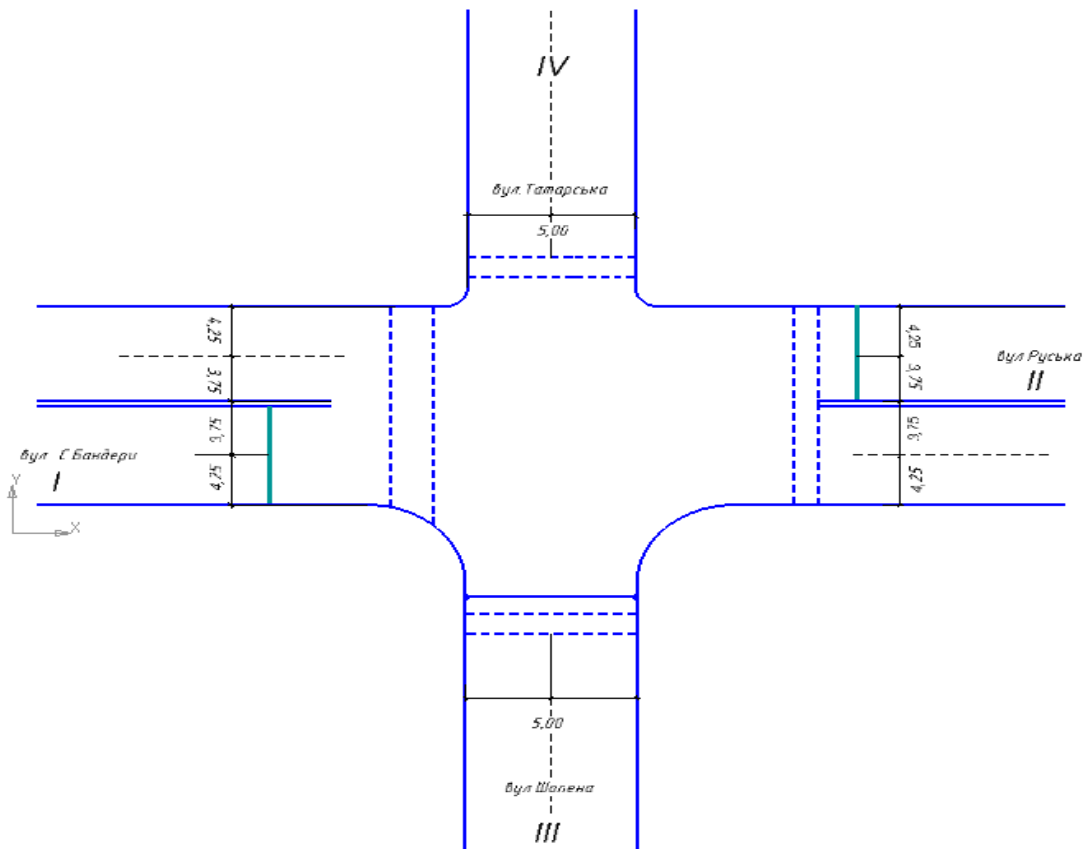


Рисунок 2.6 – Геометричні параметри перехрестя вул. С. Бандери- Шопена

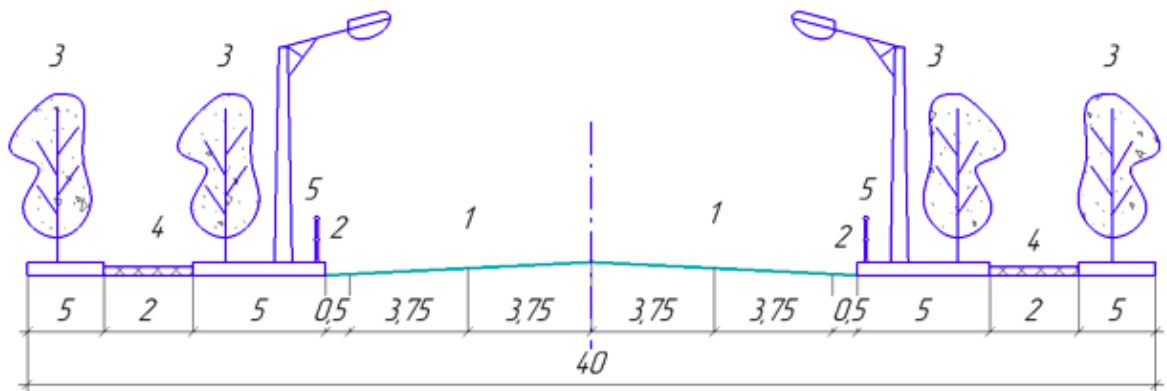


Рисунок 2.7 – Поперечний профіль вулиці С. Бандери в 1 і 2 напрямках, де  
 1 – проїзна частина; 2 – запобіжні смуги; 3 – смуги озеленення; 4 – тротуари; 5 – огороження

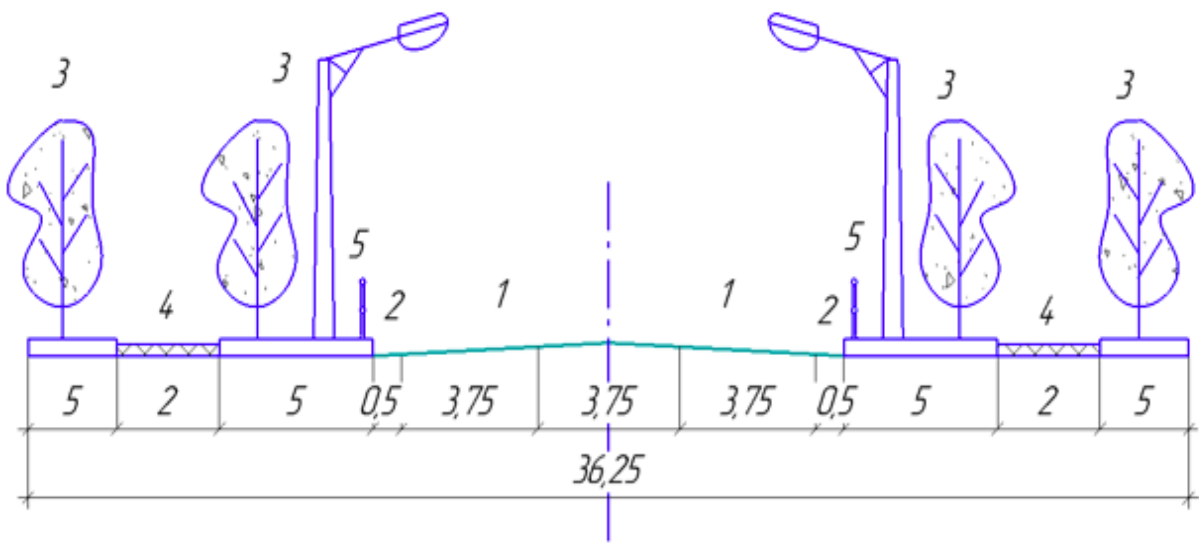


Рисунок 2.8 – Поперечний профіль вулиці Шопена в 4 напрямку

## 2.2. Дослідження конфліктології на перехресті вулиць С. Бандери-Шопена-Руська-Татарська

Обчислення інтенсивності руху з відсотком  $z$ -того виду транспорту також інтенсивність потоку  $J$  і напрямом  $U_{ij}$

$$U_{\text{ПР}ij} = U_{ij} \cdot \frac{\Sigma(K_{\text{ПР}} \cdot Z)}{100} \quad (2.7)$$

$K_{\text{пр}}$  – за табл. 2.1, коефіцієнт приведення

Таблиця 2.1 – Коефіцієнти приведення транспорту на перехресті вул. С.  
Бандери- Шопена

Тип транспорту	Коефіцієнт приведення
Мотоцикли	0,5
Тролейбуси	3,5
Автобуси	2,5
Вантажні	2,5 – 3,5
Мікроавтобуси	1,5
Легкові	1,0

Розрахунок інтенсивності.

1 напрям

$$U_{\text{пр12}} = 218 \cdot \frac{(81 \cdot 1 + 8 \cdot 1,5 + 3 \cdot 2,5 + 0,38 \cdot 3 + 6,514 \cdot 2,5 + 1,5 \cdot 3,5 + 0,76 \cdot 0,5)}{100} = 269$$

$$U_{\text{пр14}} = 43 \cdot \frac{(81 \cdot 1 + 8 \cdot 1,5 + 3 \cdot 2,5 + 0,38 \cdot 3 + 6,514 \cdot 2,5 + 1,5 \cdot 3,5 + 0,76 \cdot 0,5)}{100} = 53$$

2 напрям

$$U_{\text{пр21}} = 219 \cdot \frac{(81 \cdot 1 + 12,26 \cdot 1,5 + 3 \cdot 2,5 + 0,38 \cdot 3 + 6,514 \cdot 2,5 + 1,5 \cdot 3,5 + 0,76 \cdot 0,5)}{100} = 270$$

$$U_{\text{пр24}} = 2 \cdot \frac{(81 \cdot 1 + 12,26 \cdot 1,5 + 3 \cdot 2,5 + 0,38 \cdot 3 + 6,514 \cdot 2,5 + 1,5 \cdot 3,5 + 0,76 \cdot 0,5)}{100} = 3$$

3 напрям

$$U_{\text{пр } 31} = 2 \cdot \frac{(80 \cdot 1 + 11 \cdot 1,5 + 2 \cdot 2,5 + 3 \cdot 3 + 2 \cdot 2,5 + 0 \cdot 3,5 + 2 \cdot 0,5)}{100} = 2$$

$$U_{\text{пр } 34} = 97 \cdot \frac{(80 \cdot 1 + 11 \cdot 1,5 + 2 \cdot 2,5 + 3 \cdot 3 + 2 \cdot 2,5 + 0 \cdot 3,5 + 2 \cdot 0,5)}{100} = 113$$

$$U_{\text{пр } 32} = 3 \cdot \frac{(80 \cdot 1 + 11 \cdot 1,5 + 2 \cdot 2,5 + 3 \cdot 3 + 2 \cdot 2,5 + 0 \cdot 3,5 + 2 \cdot 0,5)}{100} = 4$$

4 напрям

$$U_{\text{пр } 41} = 2 \cdot \frac{(80 \cdot 1 + 11 \cdot 1,5 + 2 \cdot 2,5 + 3 \cdot 3 + 2 \cdot 2,5 + 0 \cdot 3,5 + 2 \cdot 0,5)}{100} = 2$$

$$U_{\text{пр } 42} = 2 \cdot \frac{(80 \cdot 1 + 11 \cdot 1,5 + 2 \cdot 2,5 + 3 \cdot 3 + 2 \cdot 2,5 + 0 \cdot 3,5 + 2 \cdot 0,5)}{100} = 2$$

Результати проведених обчислень інтенсивності по напрямках на перехресті вул. С. Бандери- Шопена зводимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Інтенсивність руху за напрямками на перехресті вул. С. Бандери- Шопена

1			2			3			4		
$U_{\text{пр } 1-2}$	$U_{\text{пр } 1-3}$	$U_{\text{пр } 1-4}$	$U_{\text{пр } 2-1}$	$U_{\text{пр } 2-3}$	$U_{\text{пр } 2-4}$	$U_{\text{пр } 3-1}$	$U_{\text{пр } 3-2}$	$U_{\text{пр } 3-4}$	$U_{\text{пр } 4-1}$	$U_{\text{пр } 4-2}$	$U_{\text{пр } 4-3}$
269	-	53	270	-	3	2	4	113	2	2	-
$\sum_{\square} U_1 = 322$			$\sum_{\square} U_2 = 273$			$\sum_{\square} U_3 = 119$			$\sum_{\square} U_4 = 4$		

Пропускна здатність – це максимальна кількість ТЗ, яку може пропустити така ділянка дороги як перехрестя вулиць С. Бандери - Шопена за одиницю часу в одному або обох, зі сторони вул. Руська напрямках, також вона залежить від таких факторів: кількість смуг руху, та пропускна спроможність окремої смуги руху. Для того щоб вибрати найбільш доцільний спосіб організації руху при уже існуючій інтенсивності транспортних потоків потрібно провести розрахунки рівнів завантаження та пропускної здатності. Для розрахування пропускної здатності саморегульованих та нерегульованих вузлів, відповідає теорія руху ТП, яка визначає розподіл інтервалів між транспортними засобами у ТП з урахуванням одностороннього руху по вулицях Шопена і Татарська.

Для того щоб визначити пропускну здатність регульованих вузлів потрібно визначити пропускну здатність магістралі у перетині стоп-лінії чи умовної такої лінії.

Ступінь насичення є найголовнішим показником, він завжди характеризує функціонування перехрестя.

Потоком насичення називають максимальну кількість автомобілів, які можуть проїхати через перехрестя у певному напрямку, при роз'їзді на зелений сигнал світлофору безкінечно довгої черги транспортних засобів. Потік насичення залежить від: ТП, видимості, дорожнього покриття, у зоні перехрестя наявність ТЗ та пішоходів, складу ТП, поздовжнього ухилу перехрестя.

Щоб розрахувати потоки насичення, їх потрібно розраховувати окремо для кожного напрямку руху ТЗ на перехресті.

Локація вказаного перехрестя має ту особливість, що воно розташовується перед мостом який з'єднує мікрорайон Східний міста і центральну частину Тернополя. За рахунок того, що вулиця з двостороннім рухом по дві смуги в кожную сторону-В. Бандери продовжується на мості як з іншою назвою вулиця з двостороннім на мості рухом по одній смузі в

кожну сторону у години пік, з урахуванням , що через центральну частину Тернополя з мікрорайону Східний пасажири на маршрутках також інші транспортні засоби рухаються не тільки в центр а і на мікрорайон Дружба, відповідно в години пік, завжди є значні затори. Хоча рух ТЗ дозволений в усіх напрямках, крім напрямку 3, див. Розд. 1, на вході напрямку 3 що по вул. Шопена та 4, по вулиці Татарська є одна смуга руху в одну сторону, що спричиняє тягнучи і затори також і з цієї сторони, в ранкові години пік перехрестя робить пробку на Східному тривалістю десятки хвилин, кілька років м. Тернопіль має таку проблему.

Конфліктологія та види взаємодії потоків перехресті вул. С. Бандери-Шопена представлено на рис.2.9.

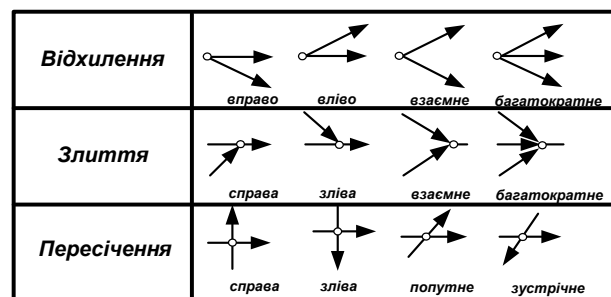


Рисунок 2.9 – Взаємодія потоків перехресті вул. С. Бандери- Шопена

На основі проведених обчислень та розрахунків побудовано схему конфліктних точок на перехресті вул. С. Бандери- Шопена-Руська-Татарська, рис. 2.10.

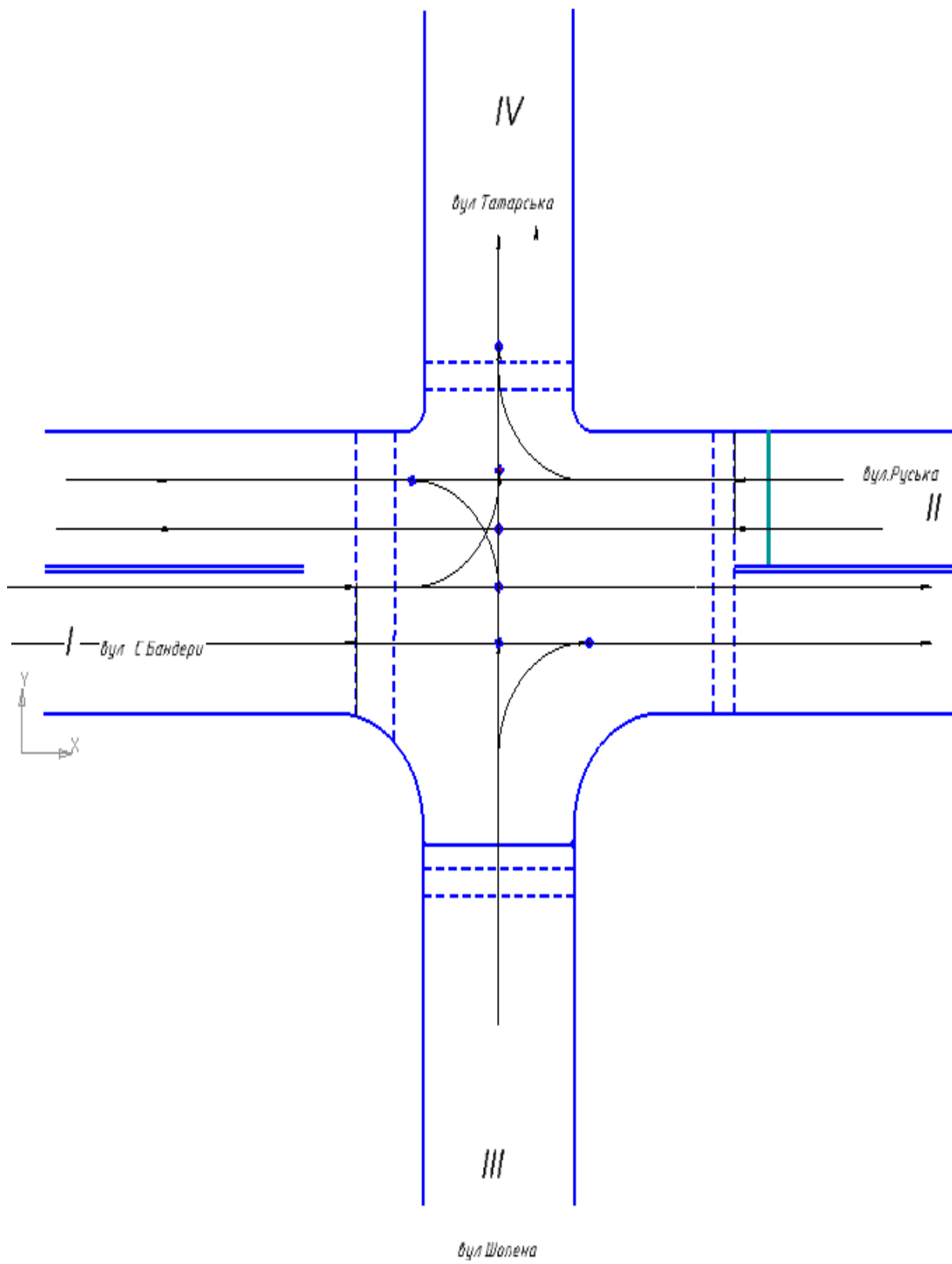


Рисунок 2.10 – Схематизація конфліктних точок на перехресті вул. С. Бандери- Шопена

Показник складності

$$m = n_B + 3 \cdot n_3 + 5 \cdot n_{II} \quad (2.7)$$

або

$$m = 0 + 3 \cdot 4 + 5 \cdot 4 = 32$$

Вузол перетину вул. С. Бандери - Шопена –Татарська - Руська є простим.

Небезпека пересічення

1 – (3-4), (1-2);

2 – (1-2), (3-1), ;

3 – (1-2), (3-4);

4 – (3-4), (2-1);

5 – (3-4), (1-4), (2-1);

6 – (2-1), (3-4), (3-2) ;

7 – (3-4), (2-4);

8 – (1-4), (3-2).

Сума в конфліктних точках



$$1 - 270 + 113 = 381 \text{ од/год}$$

$$2 - 270 + 2 = 270 \text{ од/год}$$

$$3 - 27 + 113 + = 381 \text{ од/год}$$

$$4 - 113 + 275 = 388 \text{ од/год}$$

$$5 - 113 + 53 + 272 = 438 \text{ од/год}$$

$$6 - 271 + 4 = 275 \text{ од/год}$$

$$8 - 3 + 113 + = 115 \text{ од/год}$$

Небезпека для точок злиття

$$A_3 = 3 \cdot \sum n \quad (2.8)$$

$n$  –інтенсивність в точках злиття

Небезпека пересічення

$$A_B = \sum n \quad (2.9)$$

де  $n$  – сумарна інтенсивність

$$A_3 = 3 \cdot (271 + 274 + 436 + 116) = 3291 \text{ авт/год}$$

Небезпека пересічення для точок перетину з  
величиною інтенсивності в точках перетину  $n$

$$A_{\Pi} = 5 \cdot \sum n \quad (2.10)$$

$$A_{\Pi} = 5 \cdot (381 + 381 + 388 + 436) = 7918 \text{ авт/год}$$

Небезпека пересічення комплексно

$$M_{aN} = A \cdot (A_B + A_3 + A_{\Pi}) \quad (2.11)$$

$$M_{aN} = 0,01 \cdot (0 + 3291 + 7915) = 112,06$$

На перехресті вулиць Шопена – Татарська з Руською проведено аналіз та оцінку конфліктних точок з позиції порівняльного аналізу коефіцієнтів відносної аварійності, бо маємо там багато аварій, саме, якщо на нерегульованому пересіченні, то, далі, наші одержані результати представлено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Аналіз конфліктних точок на перехресті вул. С. Бандери-Шопена

№	Вид перетину	Потоки	Кут	Коеф. аварійності	Інтенсивності	$\Sigma$
6	Злиття П	(1-2), (3-1)	$R \geq 3$	0,025	269+2	271
7	Злиття П	(2-1),(1-4)	$R \geq 3$	0,025	270+53	323
8	Злиття П	(3-2), (2-1)	$R \geq 3$	0,025	4+270	274
9	Злиття П	(3-4), (2-4)	$R \geq 3$	0,025	113+3	116
12	Перетин	(1-2), (3-4)	90°	0,0056	269+113	382
13	Перетин	(1-2), (3-4)	90°	0,0056	269+113	382
14	Перетин	(2-1), (3-4)	90°	0,0056	270+113	383
15	Перетин	(2-1), (3-4)	90°	0,0056	270+113	383

Небезпека для кожної точки

$$q_1 = \frac{0,025 \cdot 269 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,99} = 0,00034$$

$$q_2 = \frac{0,025 \cdot 270 \cdot 53 \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,99} = 0,0089$$

$$q_3 = \frac{0,006 \cdot 269 \cdot 113 \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,99} = 0,0045$$

$$q_4 = \frac{0,006 \cdot 270 \cdot 113 \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,99} = 0,0046$$

$$q_5 = \frac{0,006 \cdot 269 \cdot 113 \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,99} = 0,0045$$

Загальна небезпека визначається

$$G = \sum_{i=1}^7 q_i \quad (2.12)$$

$$G = 0,0282$$

Рівень її забезпечення

$$k_a = \frac{G \cdot k_p \cdot 10^7}{25 \cdot (M_\varepsilon + U_\varepsilon)}$$

$$k_a = \frac{0,282 \cdot 0,99 \cdot 10^7}{25 \cdot (12526 + 718)} = 8,43$$

Забезпечення безпеки руху  $\varepsilon$ .

### **3. ВИЗНАЧЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ НА ПЕРЕХРЕСТІ ВУЛИЦЬ С. БАНДЕРИ– ШОПЕНА**

#### **3.1 Визначення параметрів потоків насичення на перехресті**

Пропускна здатність – це максимальна кількість ТЗ, яку може пропустити дана ділянка дороги за одиницю часу в одному або обох напрямках, також вона залежить від таких факторів: кількість смуг руху, та пропускна спроможність окремої смуги руху. Для того щоб вибрати найбільш доцільний спосіб організації руху при уже існуючій інтенсивності транспортних потоків потрібно провести розрахунки рівнів завантаження та пропускної здатності. Для розрахування пропускної здатності саморегульованих та нерегульованих вузлів, відповідає теорія руху ТП, яка визначає розподіл інтервалів між транспортними засобами у ТП.

Для того щоб визначити пропускну здатність регульованих вузлів потрібно визначити пропускну здатність магістралі у перетині стоп-лінії.

Ступінь насичення є найголовнішим показником, він характеризує функціонування перехрестя.

Потоком насичення називають максимальну кількість автомобілів, які можуть проїхати через перехрестя у певному напрямку, при роз'їзді на зелений сигнал світлофору безкінечно довгої черги транспортних засобів. Потік насичення залежить від: ТП, видимості, дорожнього покриття, у зоні перехрестя наявність ТЗ та пішоходів, складу ТП, поздовжнього ухилу перехрестя.

Щоб розрахувати потоки насичення, їх потрібно розраховувати окремо для кожного напрямку руху ТЗ на перехресті.

Потоки розрахуємо окремо згідно з одержаної емпірично та аналітично інформації про потік насичення  $j$ -ого напрямку руху в  $i$ -й фазі регулювання, авт./год  $M_{ni-j}$ , шириною проїзної частини, м  $B_{ПЧ}$ ,  $K_i$  коефіцієнтом, що враховує вплив поздовжнього ухилу дороги на потік насичення, також коефіцієнт, що враховує вплив радіусу кривизни траєкторії руху поворотних потоків на потік насичення  $K_R$ , а також з урахуванням значення коефіцієнта, який враховує вплив складу ТП на потік насичення  $K_C$ .

Обчислення проведемо з урахуванням радіуса кривизни потоків  $R$  а також у % величини яка впливає на рух повул. Руська- Шопена поздовжнього ухилу  $i$ .

$$M_{ni-j} = 525 \cdot B_{ПЧ} \cdot K_i \cdot K_R \cdot K_C \quad (3.1)$$

$$K_i = 1 \pm \frac{3 \cdot i}{100} \quad (3.2)$$

$$K_R = \frac{1}{1 + \frac{1,525}{R}} \quad (3.3)$$

Смугами по вул. Руська ТЗ рухаються у різних напрямках, отже потік насичення зменшується і  $K_R$  не рахуємо, а застосуємо коефіцієнт  $K_C$ , причому рахуємо, що частки інтенсивності руху ТЗ у напрямках від загальної інтенсивності смугою а, б, с у %, а також враховуються коефіцієнти  $k_L, k_{II}$

$$K_C = \frac{100}{a + k_L \cdot b + k_{II} \cdot c} \quad (3.4)$$

$$K_{i1} = 1 \pm \frac{3 \cdot 3}{100} = 1,09$$

$$K_{i2} = 1 \pm \frac{3 \cdot 3}{100} = 1,09$$

$$K_{i3} = 1 \pm \frac{3 \cdot 1,2}{100} = 1,03$$

$$K_{i4} = 1 \pm \frac{3 \cdot 1,2}{100} = 1,03$$

$$K_{C1} = \frac{100}{83,5 + 1,75 \cdot 16,47 + 1,25 \cdot 0} = 0,89$$

$$K_{C2} = \frac{100}{99 + 1,75 \cdot 0 + 1,25 \cdot 1} = 0,997$$

$$K_{C3} = \frac{100}{95,1 + 1,75 \cdot 2,94 + 1,25 \cdot 1,96} = 0,97$$

$$K_{C4} = \frac{100}{0 + 1,75 \cdot 50 + 1,25 \cdot 50} = 0,66$$

Потоки розділяються,  $K_R = 0$

$$M_{H1-1} = 525 \cdot 7,5 \cdot 1,09 \cdot 0,89 = 3820 \text{ авт/год}$$

$$M_{H2-1} = 525 \cdot 7,5 \cdot 1,09 \cdot 0,99 = 4249 \text{ авт/год}$$

$$M_{H3-2} = 525 \cdot 5 \cdot 1,03 \cdot 0,97 = 2705 \text{ авт/год}$$

$$M_{H4-2} = 525 \cdot 5 \cdot 1,03 \cdot 0,66 = 1752 \text{ авт/год}$$



### **3.2 Розрахунок циклу світлофорного регулювання на перехресті вулиць С. Бандери – Руська-Шопена-Татарська**

Світлофорне регулювання рухом на перетині вулиць Шопена і Руська організовує роботу дорожнього руху ТЗ, для того щоб підвищити пропускну здатність у різних напрямках, та для безпечного переміщення різних категорій учасників дорожнього руху.

На окремих ізольованих перехрестях застосовується локальне управління, яке немає зв'язку із перехрестями які поруч. На такому перехресті сигнал світлофору змінюється за окремою собі програмою, які не мають жодного зв'язку із сусідніми перехрестями.

Організована зміна сигналів світлофора, яка здійснюється для зменшення часу руху автомобілів в заданому районі, називається координованим управлінням (так званий принцип «зеленої хвилі»). В такому випадку використовують системне управління. Усі елементи системного управління працюють відповідно до алгоритму, який описує процес обробки інформації та створення необхідної керуючої дії. В дорожньому русі – ці системи приймають і опрацьовують інформацію про параметри руху та встановлюють характер управління світлофорами, що, у свою чергу, впливає на транспортний потік.

Мета локального управління полягає у виконанні дій (на території одного перехрестя) зважаючи на проведенне статистичне оцінювання макро- або мікрохарактеристик транспортних мереж. Перемикання сигналу світлофорів на території одного перехрестя є кінцевою метою локального управління. Її можна розділити на кілька завдань, які вирішують в наступній послідовності: фазоутворення – формування фаз

управління, тобто сукупностей не конфліктуючих напрямів, по яких можуть рухатися автомобілі на перехресті; компоновка фаз – створення послідовності увімкнення фаз управління; корекція тривалості – формування тривалості фаз управління; формування перехідних інтервалів, протягом яких відбувається зміна фаз управління.

Магістральне управління – це скоординована робота світлофорних об'єктів, мета якого полягає у скороченні затримки транспортних засобів. Принципом координації є увімкнені на наступному, відносно попереднього, перехресті, дозволяючого сигналу світлофору із деякою затримкою, тривалість якої залежить від часу руху автомобілів між цими перехрестями. Це допомагає зменшити кількість непотрібних гальмувань і зупинок у транспортному потоці, і відповідно приводить до зменшення рівня транспортних затримок.

Локальне регулювання є менш прогресивнішим ніж магістральне регулювання руху. Завдання даних систем полягає у тому, що між світлофорами створюється зв'язок, у результаті якого відбувається включення зеленого сигналу, до моменту підходу впорядкованих груп ТЗ, з певною швидкістю руху.

Системне управління оптимізує функціонування транспортних потоків, що мають багато перехресть і проводиться з врахуванням макро-характеристик потоків, при зміні дій на одному перехресті, змінює характеристики транспортних потоків на сусідніх перехрестях.

Технологія управління СФР на перехресті здійснюється за фазами та сигнальними групами. Циклічність або періодичність світлофору характеризується по-черговістю надання права на рух. Поняття, фаза і цикл допомагає кількісно і якісно характеризувати роботу регулювання.

Такт регулювання – це період дії світлофорних сигналів, дії якої є певні комбінації. Такти діляться на: додаткові та основні. В час коли діє додатковий такт виїзд на перехрестя заборонений. Коли діє основний такт, тоді рух дозволений тільки певній групі транспортних та пішохідних потоків, а рух конфліктуючій групі заборонений. Мета застосування основного такту є: забезпечення БР у час коли дозволено перехід, у той час коли рух попередньої групи заборонений, а наступна група не має дозволу на рух.

Фаза регулювання – сукупність основного та наступного, додаткового такту, найчастіше кількість фаз залежить від найбільш завантажених напрямів руху.

Режим світлофорного регулювання - залежить від тривалості циклу ,кількості порядку чергування та тривалістю тактів і фаз, і таким чином вони утворюють цикл.

Цикл регулювання – це сукупність фаз, які періодично повторюються. Кількість фаз повинна бути такою щоб була відсутність конфліктних точок, але було збільшення фаз, що збільшує тривалість циклу та до підвищення сумарної тривалості додаткових тактів.

Відносно простий метод організації дорожнього руху є управління за фазами. Тривалість основних тактів за всіма напрямками, відбувається протягом однієї фази.

Програмне забезпечення та контролери по окремих напрямках дозволяє здійснювати регулювання за даними напрямками. Тобто по кожному напрямку встановлений індивідуальний світлофор із окремою програмою роботи. Отже, якщо по напрямку який менше завантажений зелений сигнал може бути ввімкнений раніше , то це призведе до більшого насичення даного напрямку.

Роз'їзд ТЗ ,що забезпечує розвантаження конфліктуючих потоків називається по-фазним регулюванням.

Найпоширеніші показники: середня затримка, середній час руху між елементами вулично-дорожньої мережі, середня швидкість ТЗ.

Три основні складові частини для описання ТП якщо розглядається ізольоване перехрестя: моделі прибуття ТЗ, чекання і вибуття з черги протягом дії зеленого сигналу. Регулювання дорожнім рухом і на перехресті вул. Руська з Шопена також, відбувається за моделлю англійського дослідника Вебстера.

Фазові коефіцієнти при тому, що інтенсивність руху по  $j$ -му напрямку  $i$ -ї фази регулювання буде  $U_{ij}$  у авт./год (див. розділ 1), а фазовий коефіцієнт (див. розділ 1)  $j$ -го напрямку  $i$ -ї фази регулювання позначимо  $Y_{ij}$

$$Y_{ij} = \frac{U_{ij}}{M_{ij}} \quad (3.5)$$

$$Y_{1-1} = \frac{325}{3820} = 0,085$$

$$Y_{2-1} = \frac{258}{4249} = 0,061$$

$$Y_{3-2} = \frac{118,5}{2705} = 0,044$$

$$Y_{4-2} = \frac{4}{1752} = 0,0023$$

Результати розрахунків для досліджуваного перехрестя приведено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – розрахунки фазових коефіцієнтів на перехресті по вул. С. Бандери-Шопена

Фаза	Напрямок руху	Інтенсивність приведених авт./год.	Потік насичення авт./год	Значення фазових коефіцієнтів	Розрахунковий фазовий коефіцієнт
1.	1	325	3820	0,085	0,085
	2	258	4249	0,061	
2.	3	118,5	2705	0,044	0,044
	4	4	1752	0,0023	

Тривалість проміжних тактів для розрахунково-експериментально обчислено, попередньо, середньої швидкості руху  $V_a$  при середньому уповільненні  $a_t$  та відстані від стоп-лінії  $l_j$  також  $l_a$  довжині транспортних засобів у потоці

$$t_{II} = \frac{V_a}{7,2 \cdot a_t} + \frac{3,6 \cdot (l_i + l_a)}{V_a} \quad (3.6)$$

Для фаз регулювання

Відповідно, першої та другої

$$t_{II1} = \frac{40}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6 \cdot (10 + 4)}{40} = 2,65 \text{ с.}$$

$$t_{\Pi 2} = \frac{40}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6 \cdot (11 + 4)}{40} = 2,74 \text{ с.}$$

Тривалість циклу обчислено для значень тривалості проміжних тактів  $t_n$ , фазових коефіцієнтів  $Y$

$$t_{\Pi} = \frac{1,5 \cdot t_{\Pi} + 5}{1 - Y} \quad (3.7)$$

$$t_{\Pi} = \frac{1,5 \cdot (3 + 3) + 5}{1 - (0,085 + 0,044)} = 16,07 \text{ с}$$

Отже, приймаємо тривалість 25 с.

Тривалість основного такту

$$t_{oi} = \frac{(t_{\Pi} - t_{\Pi}) \cdot Y_i}{Y} \quad (3.8)$$

$$t_{o1} = \frac{(25 - (3 + 3)) \cdot 0,085}{0,085 + 0,044} = 12,51 \text{ с.}$$

$$t_{o2} = \frac{(25 - (3 + 3)) \cdot 0,044}{0,085 + 0,044} = 6,48 \text{ с.}$$

Приймаємо, відповідно, 10 і 9 с.

Час, необхідний для пропускання пішоходів, коли вони рухаються з швидкістю  $V_{пш}$

$$t_{\text{пш}} = 5 + \frac{B_{\text{пч}}}{V_{\text{пш}}} \quad (3.9)$$

Згідно емпіричних та довідкових даних, приймаємо  $V_{\text{пш}} = 1,3$  м./с. У разі якщо які-небудь значення  $t_{\text{ну}}$  більші тривалості відповідних їм основних тактів, тоді  $t_{oi} = t_{\text{ну}}$ .

Отже, тривалість циклу збільшується

$$t_{\text{пш4}} = 5 + \frac{16}{1,3} = 17,3 \text{ с.}$$

$$t_{\text{пш1}} = 5 + \frac{5}{1,3} = 8,84 \text{ с.}$$

## 4 СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ

Метою обґрунтування пропозицій з покращення є дослідження можливості впровадження інтелектуальної транспортної системи на досліджуваному перехресті є всі підстави про економічну доцільність її впровадження, визначення витрат на утримання і експлуатацію системи, а також визначення економічного ефекту від впровадження інтелектуальної системи управління дорожнім рухом. Проведемо оцінку ринку конкурентів впроваджуваної інтелектуальної транспортної системи [14].

Є той факт, що науковими установами періодично проводяться дослідження якості функціонування як вітчизняних, так і закордонних ІТС із залученням фахівців зацікавлених організацій інших міністерств і відомств.

Кількісні значення показників ефективності системи визначаються кількістю об'єктів управління, типом системи, якістю її обслуговування і в деякій мірі некоректністю методик виміру або розрахунку окремих параметрів. В той же час для наочного уявлення про можливості управління розглянемо середні значення основних показників, отримані в результаті досліджень ефективності функціонування ІТС:

- збільшення середньої швидкості руху - 22-23 %;
- скорочення часу затримок - 20-45 %;
- скорочення часу сполучень - 14-27 %;
- скорочення кількості зупинок - 32-66 %;
- скорочення кількості ДТП - 10-25 %;
- скорочення площі спрацювання дорожнього покриття - 13-25 %;
- зниження витрати пального - 11-16 %;
- зниження викидів окислу вуглецю - 17-24 %.



У закордонному досвіді найбільш значних успіхів і широкого поширення досягли наступні інтелектуальні транспортні системи: ACS-Lite (Adaptive Control Software-Lite), SCOOT (Split Cycle Offset Optimisation Technique), UTOPIA (Urban Traffic Optimisation by Integrated Automation).

ACS-Lite – це програмний комплекс, який почав розроблятися компанією Siemens за контрактом з The Federal Highway Administration (FHWA) за програмою досліджень, розвитку і технічного вдосконалення транспортного управління.

Тоді як інші складніші системи проектувалися для транспортних систем досить великих міст, що мають складну «матричну» конфігурацію, ACS-Lite розроблявся спеціально під локальне застосування на окремих магістралях.

Він розроблявся для отримання значних коштів від його використання при мінімумі інвестицій відповідальних органів в додаткову інфраструктуру, навчання персоналу і подальше обслуговування системи. Усе це стало можливо завдяки можливості системи використати вже існуючі детектори транспорту, які були встановлені і використовувалися на перехрестях раніше. Навіть якщо конфігурація комплексу детекторів не ідеальна, система в змозі надати вимірні поліпшення в дорожньому трафіку. На відміну від інших складніших ІТС не вимагає великої кількості або складних дорогих детекторів на транспорті.

Він дозволяє суб'єктам, що відповідають за організацію і управління транспортним рухом (адміністрації, управління, агентства та інші організації), значно поліпшити поточну транспортну ситуацію на об'єктах, що використовують плани координації з фіксованими фазами за часом доби.

Комплекс функціонує в реальному часі. Суть його полягає в підстроюванні фаз із складеного заздалегідь плану координації так, щоб вони більш повно відповідали поточним обставинам на контрольованому

транспортному об'єкті. Підстроювання полягає в незначних періодичних коригуваннях зміщень фаз (Offset) і секцій регулювання (Split).

На кожному кроці оптимізації, інтервал яких близько 10 хвилин, система не в значній мірі (наприклад, на 2...5 секунд) змінює зміщення і секції регулювання циклів сигналізації, щоб вони відповідали змінам в транспортному потоці.

Система легко конфігурується через графічний призначений для користувача інтерфейс. Необхідно не значну кількість інформації, що мінімум вводиться, оскільки велика частина конфігураційних даних завантажується безпосередньо з дорожніх контролерів.

Після того, як програмний комплекс конфігурований моніторинг і управління його роботою здійснюється через спеціальний планувальник, що надає максимальний рівень контролю над системою.

Під час функціонування система постійно додає нові відомості у базу даних, щоб користувачі, вивчаючи складені звіти, могли відстежити зміни зроблені системою в циклах світлофорного регулювання. Система також зберігає архівні відомості, що поступили з дорожніх контролерів і детекторів транспорту, для можливості їх подальшого аналізу фахівцями. Система надає безпечний доступ до інструменту управління і складених звітів як локально, так і віддалено - через інтернет.

Для роботи системи необхідно встановити послідовний модем з пропускною спроможністю 9600 bps або забезпечити комунікації на основі міжмережевого протоколу IP на кожному перехресті, що підключається. Потрібно як мінімум один детектор біля стоп-лінії на кожному напрямі для можливості коригування секцій регулювання і мінімум один додатковий детектор на кожному напрямі (будь-якого типу, будь то індукційні петлі, відеодетектори або радары) за 150 або більше за фути до стоп-лінії для адаптивного управління зміщеннями фаз.

Комплекс спеціально розроблявся для замкнених (закритих, самостійно функціонуючих) систем. Так, наприклад, 90 % систем світлофорної сигналізації в США вважаються системами закритого типу. Вони не призначені для роботи на складних міських транспортних мережах «матричного» типу або на перетинах декількох головних магістралей. Робота системи тестувалася на магістралі по одному маршруту, маршрути можуть перетинатися, але тоді знадобиться установка декількох комплексів для кожного з маршрутів.

Комплекс не здатний повністю позбавити від негативних наслідків поганого планування та інших конструкторських особливостей транспортної мережі, які призводять до появи «пляшкових шийок» і скупчень на магістралях. Управління фазами світлофорного регулювання має лише обмежену можливість зменшення скупчень транспорту.

Численні польові випробування підтвердили отримання істотної вигоди від використання системи. Якщо оцінити вартість 1 години очікування транспорту в 200 грн., зупинки - 0.23 грн., за зупинку, витрати палива – 16 грн. за літр, то можна підрахувати приблизну величину цієї вигоди на наступних об'єктах (таблиця 3.1).

Таблиця 4.1

Прогнозований ефект від використання ІТС в США

Транспортний об'єкт	Отримана вигода, грн/рік
ділянка магістралі з 9 насичених регульованих перехресть	1 416 000
ділянка магістралі з 8 насичених регульованих перехресть	9242368

SCOOT – система адаптивного управління транспортними потоками в місті, розроблена у Великобританії лабораторією по дослідженнях у сфері транспорту (TRL) спільно з провідними виробниками апаратного забезпечення для транспортних систем [14].

Перші версії систем були випробувані в реальних умовах у кінці 1970-х років в місті Глазго. Подальший розвиток SCOOT, як загальнодоступної системи, стався в місті Ковентрі, а перша комерційна версія комплексу була встановлена в Мейдстоні в 1980 році. Зараз SCOOT використовується у більш ніж 170 містах і мегаполісах Великобританії і в інших країнах світу.

SCOOT не лише зменшує скупчення і затримки автотранспорту, але і надає інші можливості управління. Наприклад, комплекс спроектований для можливості виявлення громадських автобусів спеціальними детекторами або системою стеження за місцем розташування транспорту і при необхідності надання їм пріоритету.

Функція надання пріоритету для громадського транспорту робить його використання сприятливішим і зменшує тим самим можливі незручності або обмеження для тих, хто не може скористатися особистим автомобілем.

SCOOT швидко реагує на зміни в трафіку, але не настільки, щоб привести до нестабільності в роботі. Вона уникає великих керуючих коливань параметрів, які можуть виникнути внаслідок реакції на тимчасові зміни характеристики транспортного потоку. До складу комплексу входить автоматизована база даних про транспортну ситуацію ASTRID. Система безперервно відстежує і зберігає у базу даних зведення про транспортну ситуацію для можливості їх подальшого використання і аналізу.

В якості одного з модулів системи входить INGRID – система автоматичного виявлення аварій в реальному часі. Її робота заснована на використанні двох алгоритмів. Модуль або аналізує інформацію про

поточну обстановку на дорогах на раптові зміни в потоці машин і його інтенсивності. Або використовує архівну довідкову інформацію з бази даних ASTRID. Він виявляє аварії, порівнюючи поточну транспортну ситуацію з очікуваною з бази ASTRID [14].

В порівнянні зі встановленими до цього системами, які мали фіксовані плани координації за часом дня або були ізольованими ділянками, SCOOT показало непогані поліпшення дорожніх умов.

Так відносно грамотно складених фіксованих планів координації, застосування SCOOT сприяло зменшенню затримок транспорту в середньому на 27 % [14].

У Worcester використання SCOOT замість фіксованих планів координації дало значну економію, яка було оцінена о 83 000 машино-годин або (близько 8 959 856 грн.) в рік в перерахунку на даний час.

Заміна ізольованих (замкнених) систем світлофорної сигналізації в Worcester на SCOOT дозволила зберегти за оцінкою 180 000 машино-годин в рік або (18823216 грн. по поточному курсу).

У Southampton економічна вигода, виключаючи збереження від зменшення кількості аварій і збитку від пожеж, склала приблизно (3 513 664 грн. поточному курсу) в рік і це тільки для районів Portswood і St. Denys.

У 1993 році демонстрація роботи SCOOT в Торонто показала середнє зменшення часу в дорозі на 8 % і затримок транспорту на 17 % в порівнянні з попередніми жорсткими планами. У буденні дні вечорами і по суботах затримки автотранспорту були зменшені на 21 % і 34 % відповідно. У нестандартних ситуаціях, затримки транспорту зменшилися на 61 %, продемонструвавши здатність SCOOT реагувати на непередбачувані зміни.

У SaoPaulo в 1997 році спостереження виявило, що SCOOT зменшила затримки автотранспорту в середньому на 20 % в одній області

експерименту і на 38 % в іншій в порівнянні з жорсткими планами, розробленими за допомогою Traffic Network Study Tool (TRANSYT). Було підраховано, що фінансова вигода в Сан-Паулу, отримана як результат зменшення цих затримок, склала близько 24 мільйонів грн. в рік [15].

Виміряні результати роботи SCOOT залежать від ефективності попереднього методу управління і особливостей контрольованої ділянки, таких як відстань між перехрестями та інтенсивність потоків машин.

Ранні результати показали, що використання SCOOT дозволило досягти в середньому близько 12 % скорочення витрат порівняно з сучасними жорсткими планами координації, складеними за допомогою TRANSYT. Результат, якого вдалося добитися, дуже важливий, тому що комплекс TRANSYT використовується всюди у світі і відомий тим, що задає високий стандарт якості, який інші системи адаптивного управління транспортом не змогли перевершити.

UTOPIA – система адаптивного управління транспортними потоками, розроблена в Італії для оптимізації параметрів цих потоків і надання вибіркового пріоритету громадському транспорту без збитку для руху приватних автомобілів.

Почала розроблятися в 1980-ті роки. Постійне впровадження інноваційних ідей і розширення функціонала зробили її однією з самих просунутих ІТС у світі. Сьогодні ця система успішно функціонує у багатьох столицях, містах і міській агломерації.

Система надає неперевершену ефективність особливо в умовах підвищеної інтенсивності дорожнього руху і непередбачених ситуаціях.

Вона допомагає зменшити автомобільні скупчення і забруднення довкілля транспортом в міських областях, оскільки сприяє оптимальнішим умовам для транспортних потоків навіть в години-пік.

Обмін свіжими даними між сусідніми перехрестями робиться кожних 3 секунди, а оптимізація керуючих параметрів відбувається кожних 2 хвилини.

UTOPIA пропонує широкий вибір стратегій управління, розроблених щоб підійти під будь-яку конфігурацію дорожньої мережі. У повністю адаптивному режимі вона постійно відстежує поточну транспортну ситуацію і передбачає її можливий розвиток, а на підставі отриманих характеристик транспортних потоків або інших станів дорожнього середовища оптимізує керуючу стратегію. Це дає високу ефективність навіть в непередбачуваних транспортних ситуаціях. Можна призначати оцінний, вибірковий або абсолютний пріоритет певним видам транспорту (наприклад, автобусам і трамваям, що вибилися з графіку) без негативних наслідків для іншого трафіку.

Можливість обміну з іншими системами для надання даних в інформаційні служби або обробки запитів на надання пріоритету для спецтранспорту (швидка допомога, пожежна охорона тощо).

Зведемо усі вищевикладені відомості про ІТС в таблицю 4.2, приділивши увагу лише ключовим аспектам і додавши приблизні вартості установки кожної з систем.

Також необхідно мати на увазі, що вартість ліцензування усіх вищезгаданих комплексів може додати додатково 10...15 % до загальної суми витрат на його установку. Крім того, системи не надають ніяких додаткових функцій забезпечення безпеки, окрім стандартних методів, що гарантують такі заходи як достатній час проміжних фаз, мінімальні значення зелених фаз і виключення конфліктних суперечливих параметрів світлофорної сигналізації, і вбудованих в дорожні контролери, які є частиною системи ІТС .

## 5 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Заходи з організації дорожнього руху за умовами визначення їх вартості можна розділити на дві групи:

- заходи, що потребують значного обсягу будівельно-монтажних робіт з великим терміном будівництва (до них відносяться, наприклад, будівництво обхідних доріг населених пунктів, реконструкція автомобільних доріг, будівництво розв'язок на різних рівнях, підземних пішохідних переходів та ін.);
- заходи, що не потребують проведення великих за обсягом будівельно-монтажних робіт (наприклад, установка технічних засобів організації дорожнього руху, обладнання доріг знаками тощо).

Заходи з ОДР першої і другої груп єдині за методологією визначення їх вартості. Ефективність інвестицій визначається співставленням отриманого ефекту з розмірами інвестицій.

В інвестиціях, які приймаються для розрахунків ефективності, враховуються витрати по усіх джерелах фінансування: на створення нових, реконструкцію та розширення діючих основних фондів виробничого і невиробничого призначення. До інвестицій входять витрати на будівельно-монтажні роботи, придбання обладнання, транспортних засобів та інвентарю, а також інші види робіт, пов'язані з будівництвом.

Характерна особливість дорожнього будівництва – етапність інвестицій (капітальних вкладень) і непостійні, змінювані у часі експлуатаційні (поточні) витрати через безперервне збільшення інтенсивності руху і вантажообігу. У цьому випадку показники ефективності будуть змінюватися в залежності від того, поточні витрати якого року повинні прийматися у розрахунок.



Автомобілізація має величезний вплив на соціально-економічний розвиток суспільства. Але, поряд з позитивним впливом на економіку, автомобільний транспорт може визвати і ряд негативних наслідків, які особливо проявилися за останні десятиріччя у великих містах: зросла кількість дорожньо-транспортних подій (ДТП), збільшилася забрудненість повітря, все частіше виникають транспортні затори і різко знижуються швидкості руху.

Одна з важливих проблем оцінки ефективності заходів з ОДР - виявлення і визначення соціально-економічних втрат, пов'язаних з недосконалістю ОДР. До основних складових вказаних втрат належать:

- Втрати від ДТП:
  - 1) загибель людини;
  - 2) тілесні ушкодження;
  - 3) пошкодження транспортних засобів.
- Транспортні втрати:
  - 1) на нерегульованих перехрестях;
  - 2) на регульованих перехрестях;
  - 3) на транспортних розв'язках.

У загальному випадку витрати на експлуатацію світлофорного об'єкта визначаємо за формулою:

$$C_E = I_P + I_{EH} + I_A, \quad (5.1)$$

де  $I_P$  – витрати на виконання поточного і профілактичного ремонту, грн;

$I_{EH}$  – витрати на електроенергію, грн.;

$I_A$  – витрати на амортизаційні відрахування, грн.

Витрати на виконання поточного і профілактичного ремонту визначаємо за формулою:

$$I_p = \frac{K_b \cdot n_p}{100},$$

де  $K_b$  – балансова вартість світлофорного об'єкта, грн.;

$n_p$  – норма відрахувань на поточний ремонт і утримання, %.

$$I_p = \frac{550\,000 \cdot 5}{100} = 27\,500 \text{ грн}$$

Витрати на електроенергію визначаємо за формулою:

$$I_{EH} = C_{EH} \cdot k_m \cdot P \cdot T_{pb}, \quad (5.2)$$

де  $C_{EH}$  – вартість 1 квт./год електроенергії, грн.;

$k_m$  – коефіцієнт використання встановленої потужності.

$P$  – установлена потужність струмоприймача, кВт. (дорівнює сумарній потужності одночасно палаючих ламп світлофорного об'єкта; потужність однієї лампи приймаємо  $P = 60$  Вт);

$T_{pb}$  – кількість годин роботи устаткування протягом року, год.

$$I_{EH} = 1,68 \cdot 1 \cdot (60 \cdot 10) \cdot (365 \cdot 24) = 8\,830\,080 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизаційні відрахування визначаємо за формулою:

$$I_A = \frac{K_b \cdot n_a}{100}, \quad (5.3)$$

де  $n_a$  – норма амортизаційних відрахувань на повне відновлення і ремонт устаткування, %.

$$I_A = \frac{550\,000 \cdot 12}{100} = 66\,000 \text{ грн.}$$

$$C_E = 27\,500 + 8\,830\,080 + 66\,000 = 8923580 \text{ грн.}$$

Визначаємо вартість втрат часу транспортних засобів на регульованому перехресті. Затримки транспортних засобів на регульованому перехресті для різних напрямків обчислюються за формулою Вебстера:

$$t_{\Delta P_j} = 0,9 \cdot \left[ \frac{t_{\Pi} \cdot (1 - \lambda)^2}{2 \cdot (1 - \lambda \cdot x)} + \frac{x^2}{2U \cdot (1 - x)} \right], \quad (5.4)$$

де  $\lambda$  – відношення  $t_{oi}$  до  $t_{\Pi}$ ;

$x$  – ступінь насичення напрямку руху;

$U$  – інтенсивність руху транспортних засобів у розглянутому напрямку в приведених одиницях, авт./с.

Ступінь насичення для усіх напрямків руху визначають за формулою:

$$x = \frac{N_{ij} \cdot t_{\Pi}}{M_{ij} \cdot t_{oi}}, \quad (5.5)$$

$$x_1 = \frac{325 \cdot 25}{3820 \cdot 10} = 0,21$$

$$x_4 = \frac{4 \cdot 25}{1752 \cdot 9} = 0,0063$$

$$x_2 = \frac{258 \cdot 25}{4249 \cdot 10} = 0,15$$

$$x_3 = \frac{118,5 \cdot 25}{2705 \cdot 9} = 0,12$$

$$t_{\Delta P_1} = 0,9 \cdot \left[ \frac{25 \cdot (1 - 10/25)^2}{2 \cdot (1 - 10/25 \cdot 0,21)} + \frac{0,21^2}{2 \cdot 325 \cdot (1 - 0,21)} \right] = 4,44$$

$$t_{\Delta P_2} = 0,9 \cdot \left[ \frac{25 \cdot (1 - 10/25)^2}{2 \cdot (1 - 10/25 \cdot 0,15)} + \frac{0,15^2}{2 \cdot 258 \cdot (1 - 0,15)} \right] = 4,3$$

$$t_{\Delta P_3} = 0,9 \cdot \left[ \frac{25 \cdot (1 - 9/25)^2}{2 \cdot (1 - 9/25 \cdot 0,12)} + \frac{0,12^2}{2 \cdot 118,5 \cdot (1 - 0,12)} \right] = 4,81$$

$$t_{\Delta P_3} = 0,9 \cdot \left[ \frac{25 \cdot (1 - 9/25)^2}{2 \cdot (1 - 9/25 \cdot 0,0063)} + \frac{0,0063^2}{2 \cdot 4 \cdot (1 - 0,25)} \right] = 4,61$$

Середньозважену затримку для регульованого перехрестя визначають за формулою:

$$\overline{t_{\Delta p}} = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{\Delta P_j} \cdot U_j)}{\sum_{j=1}^n U_j} \quad (5.6)$$

$$\overline{t_{\Delta p}} = \frac{(4,44 \cdot 325) + (4,3 \cdot 258) + (4,81 \cdot 118,5) + (4,61 \cdot 4)}{325 + 258 + 118,5 + 4} = 4,45$$

Витрати часу транспортних засобів за рік на регульованому перехресті визначають за формулою:

$$T_P = \frac{365 \cdot (N_m + N_s) \cdot \overline{t_{\Delta p}}}{3600}, \quad (5.7)$$

де  $N_m$  – інтенсивність транспортного потоку на головній дорозі в обох напрямках;

$N_s$  – інтенсивність транспортного потоку на другорядній дорозі в обох напрямках.

$$T_P = \frac{365 \cdot (325 + 258 + 118,5 + 4) \cdot 4,45}{3600} = 318,308$$

Витрати транспортних засобів на регульованому перехресті визначаються за формулою:

$$C_{TP}^P = T_P \cdot \sum_{i=1}^m C_{\text{пості}i} \cdot d_i, \quad (5.8)$$

де  $C_{\text{пості}i}$  – постійні витрати  $i$ -ої групи транспортних засобів, грн/км;  
 $d_i$  – питома вага  $i$ -ої групи транспортних засобів у потоці.

$$C_{TP}^P = 318,3 \cdot (1,5 \cdot 80 + 2,5 \cdot 11 + 3,5 \cdot 2 + 4,5 \cdot 3 + 1,5 \cdot 2 + 2) = 55065,9$$

Витрати часу пішоходами за рік на регульованому перехресті визначаються за формулою:

$$T_{\text{піш}}^P = \frac{365 \sum_{i=1}^k [N_{\text{піш}i} \cdot (t_{\text{Ц}} - t_{oi})^2]}{3600 \cdot 2 \cdot t_{\text{Ц}}}, \quad (5.9)$$

де  $N_{\text{піш}i}$  – інтенсивність пішохідного руху через перехрестя в  $i$ -ої фазі регулювання, чол./доб.;

$$T_{\text{піш}}^P = \frac{365 \cdot [864 \cdot (25 - 10)^2 + [768 \cdot (25 - 9)^2]]}{3600 \cdot 2 \cdot 25} = 792,8$$

Вартість витрат часу, що втрачається пішоходами на регульованому перехресті:

$$C_{\text{ПШ}}^P = T_{\text{ПШ}}^P \cdot S_{\text{П}}, \quad (5.10)$$

$S_{\text{П}}$  – середня годинна величина витрат, пов'язаних з перебуванням у шляху пасажирів і пішоходів, грн./год.;

$$C_{\text{ПШ}}^P = 792,8 \cdot 0,2 = 158,6$$

Вартість витрат часу, що втрачається пасажирями за рік на регульованому перехресті, визначається за формулою:

$$C_{\text{пас}}^P = T_p \cdot S_{\text{п}} \cdot (d_a \cdot B_a \cdot \gamma_a + d_{\text{л}} \cdot B_{\text{л}} \cdot \gamma_{\text{л}})$$

де  $T_p$  – час, який втрачається ТЗ на перехресті за рік, год.;

$d_a, d_{\text{л}}$  – частки відповідно автобусів і легкових автомобілів у транспортному потоці;

$B_a, B_{\text{л}}$  - номінальні місткості автобусів і легкових автомобілів;

$\gamma_a, \gamma_{\text{л}}$  – середні коефіцієнти використання місткості відповідно автобусів і легкових автомобілів.

$$C_{\text{пас}}^P = 792,8 \cdot 0,2 \cdot (0,8 \cdot 5 \cdot 0,4 + 0,2 \cdot 40 \cdot 0,7) = 1141,6$$

Збиток від ДТП на перехресті оцінюється по статистичним даним про кількість ДТП на небезпечному перехресті. Маючи інформацію про кількість ДТП за рік із загибеллю людей пораненнями людей і матеріальним збитком:

$$C_{\text{ДТП}} = K_{\text{п}} \cdot C_{\text{п}} + K_{\text{р}} \cdot C_{\text{р}} + K_{\text{м}} \cdot C_{\text{м}}, \quad (5.11)$$

де  $K_{\text{п}}, K_{\text{р}}, K_{\text{м}}$  – кількість ДТП за рік відповідно з загибеллю, пораненнями людей і матеріальним збитком ( $K_{\text{п}} = 0, K_{\text{р}} = 1, K_{\text{м}} = 2$ );

$C_{\text{п}}, C_{\text{р}}, C_{\text{м}}$  – народногосподарський збиток від ДТП відповідно з загибеллю, пораненнями людей і матеріальним збитком, грн. ( $C_{\text{п}}=278500$  грн.,  $C_{\text{р}}=29850$  грн.,  $C_{\text{м}}=5400$  грн.)

$$C_{\text{ДТП}} = 0 \cdot 27850 + 1 \cdot 2985 + 2 \cdot 540 = 40650 \text{ грн.}$$

Збиток від ДТП для регульованого перехрестя складає:

$$C_{ДТП}^P = \frac{C_{ДТП}}{k_{П}}, \quad (5.12)$$

де  $k_{П}$  – коефіцієнт підвищення втрат від ДТП при відсутності світлофорного регулювання,  $k_{П} = 0,36$ .

$$C_{ДТП}^P = \frac{40650}{0,36} = 112916 \text{ грн}$$

Результати розрахунку приведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 - Витрати на регульованому перехресті

Витрати часу транспортних засобів	Вартість витрат часу, що втрачається пасажирами	Вартість витрат часу, що втрачається пішоходами	Збиток від ДТП	Витрати на експлуатацію світлофорного об'єкта
55065,9	1141,6	158,6	112916	8923580

Поточні витрати на регульованому перехресті:

$$C_{ТР}^P = C_{ТР}^P + C_{ПАС}^P + C_{ПШ}^P + C_{ДТП}^P + C_{\epsilon}$$

$$C_{ТР}^P = 55065,9 + 1141,6 + 158,6 + 11292 + 8923580 = 8991396,7$$

За результатами розрахунків поточні витрати на регульованому перехресті вул. Шопена – вул. С. Бандери складають 8991396,7грн.

Найкращий ефект буде від зниження збитку від ДТП - 20 % Скорочення витрат спостерігається за усіма розрахованими параметрами, значить впровадження цієї системи ефективне.

## **6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **6.1 Вплив дорожньо-транспортної обставин на безпеку людини**

Безпека життєдіяльності розглядає питання охорони праці, довкілля і екології. Завдання забезпечення безпеки життєдіяльності людини зводяться до теоретичного аналізу небезпечних і шкідливих чинників в місці існування людини, комплексній оцінці багатofакторного впливу небезпечного і шкідливого впливу чинника на здоров'я людини і прогнозуванню надзвичайних ситуацій. У межах практичних завдань входять завдання забезпечення безпеки дорожнього руху (БДР), запобігання дорожньо-транспортним подіям (ДТП) та їх наслідкам.

Разом з позитивною роллю, яку автомобільний транспорт грає в розвитку економіки, існують і негативні чинники, пов'язані з процесом автомобілізації. До них відносяться забруднення довкілля, містобудівні проблеми, пов'язані з виділенням міського простору для руху і стоянки транспортних засобів, ріст дефіциту нафтопродуктів тощо. До найбільш негативних чинників процесу автомобілізації належать дорожньо-транспортні події та їх наслідки, що характеризуються загибеллю і пораненням людей, матеріальним збитком від ушкодження транспортних засобів, вантажів, дорожніх або інших споруд, виплатою відшкодування з інвалідності і тимчасової непрацездатності тощо [1].

У більшості випадків розробка заходів, спрямованих на підвищення БДР, базується на ретельному аналізі причин і умов виникнення ДТП, прогнозуванні розвитку ситуації, а також визначенні найбільш ефективних напрямів боротьби з аварійністю.

Кожен, хто знаходиться за кермом, замислюється над цим питанням, намагаючись передбачити свою водійську долю, знайти «ключ» до



безаварійного водіння. Але якщо одна частина водіїв сумлінно знаходить шляхи безпечного управління транспортом, то інша не переймається аналізом своєї поведінки за кермом, покладаючись випадком. Розміри аварійності на автотранспорті зростають і знижуються не стихійно, а в чітко визначеній залежності від ряду факторів, починаючи від стану доріг і закінчуючи поведінкою учасників дорожнього руху. Особливо від недисциплінованості, професійної підготовки і досвіду водія. Чи може водій, керуючи своїм автомобілем уникнути аварійної ситуації? Тобто, чи здатний водій в умовах далеко не ідеальних не вчинити ДТП, використовуючи можливості свого автомобіля і особистий досвід? Детальний аналіз дій учасників дорожніх подій чітко вказує на наявність помилок, зайвої самовпевненості, незнання правил, невміння приймати правильні рішення в екстремальних ситуаціях. Дані про участь в ДТП водіїв в стані алкогольного сп'яніння говорять самі за себе. Сідаючи за кермо, водій зобов'язаний пам'ятати, що будь-яку аварійну ситуацію можна запобігти.

## **6.2 Організація роботи з забезпечення безпеки руху**

При вирішенні практичних завдань забезпечення безпеки дорожнього руху часто доводиться зіткнутися з багатоплановими проблемами, які мають бути прийняті і дозволені для запобігання ДТП і їх наслідку. Причому такі завдання ставляться і вирішуються на усіх рівнях системи забезпечення БДР (починаючи від рівня водій – автомобіль – дорожня обстановка до рівня керівництва) для визначення необхідних ресурсів і витрат.

Слід зазначити, що рішення задачі БДР в такому ракурсі неможливе, оскільки теоретично і методологічно питання безпеки руху вивчені поки що недостатньо. До теперішнього часу не розроблений апарат кількісної

оцінки надійності і безпеки, а також кількісних критеріїв БДР і методів їх оцінки. Слід мати на увазі, що не можна побудувати абсолютно безпечний автомобіль (хоча вже створені багато зразків «безпечних автомобілів майбутнього»), не можна також підібрати такий склад водіїв, які не допустили б помилок. Використання транспортних засобів для перевезення пасажирів, вантажів і виконання інших робіт створює певний ризик для людини і доки існує автомобіль, практично неможливо повністю виключити вірогідність ДТП. Отже, завдання полягає в тому, щоб звести вірогідність ДТП до мінімуму.

Неодмінною умовою ефективного управління БДР є виявлення закономірностей, що визначають вплив різних факторів на виникнення ДТП.

Закономірності, загальні для груп ДТП, але випадкові для окремих ДТП виявляються на основі аналізу статистичних даних, для чого і створюється в масштабах держави система збору і обробки інформації про ДТП.

Бачити самому і бути видимим для інших — в цій короткій формулі знаходиться найважливіший принцип БДР. Дійсно, якщо водій транспортного засобу не бачить пішохода, що йде поперек руху вашого автомобіля і він дивиться зовсім в інший бік, то ні про яку безпеку не може бути і мови (!!!). Адже подібні ситуації виникають надто часто. У чому ж тут причина? Технічне вдосконалення автомобілів за останні роки значно випередило розвиток можливостей людини по управлінню ними. Інформаційна насиченість сучасного дорожнього руху і високі швидкості автомобілів значно підвищують вимоги до своєчасного і правильного сприйняття обстановки.

Органи зору і механізми зорового сприйняття у водія. Органи зору і механізми зорового сприйняття у людей практично не змінилися за останні декілька тисяч років. В умовах інтенсивного міського руху у водія все

частіше настає інформаційне перевантаження – він починає пропускати важливу інформацію, внаслідок чого приймає невірні рішення, що призводять іноді до дорожньо-транспортної події. Чи можна вважати причиною подій недоліки зорових можливостей водія і напруженість дорожнього руху? Очевидно, немає. І ось чому. У переважній більшості випадків ДТП могло не статися, якби водій правильно використав свої зорові здібності і не переоцінював їх. Для цього він повинен управляти автомобілем так, щоб уникнути ситуацій, що вимагають поліпшення сприйняття, тобто використати свій зір найбільш раціональним чином. Багато водіїв навіть не замислюються над тим, чи правильно спостерігають за дорогою. Що ж дають раціональні прийоми спостереження з точки зору безпеки руху? По-перше, можливість побачити небезпеку заздалегідь і уникнути її, маючи необхідний для цього час і простір. По-друге, можливість уникнути пропуску важливих об'єктів дорожньо-транспортної обстановки (ДТО). І, нарешті, значно зменшити розумове і фізичне навантаження, пов'язане з управлінням автомобілем.

Зір людини влаштований таким чином, що не дозволяє йому з одного погляду сприймати усю обстановку відразу. Щоб осмислити ДТО, потрібно сконцентрувати свою увагу на найбільш важливих з точки зору безпеки управління автомобілем елементах.

Центр шляху руху. Спостереження. Правильне спостереження – це концентрація уваги в області центру шляху руху свого автомобіля, раціональне чергування швидких оглядів ДТО з тривалішим розглядом найбільш важливих об'єктів, постійний контроль обстановки ззаду і збоку автомобіля. Дослідження показали, що досвідчені водії витримують потрібний напрям руху свого автомобіля, орієнтуючись на область дороги поблизу центру шляху руху. Центр шляху руху є умовною точкою, розташованою попереду шляху руху автомобіля, в якій водій хоче з'явитись через певний проміжок часу. Ця точка стає як би метою руху в

даний момент. Вона постійно пересувається вперед із швидкістю руху автомобіля. При спостереженні за різними елементами ДТО, погляд досвідченого водія, після фіксації на окремих об'єктах або подіях, постійно повертається в область центру шляху руху. Його розташування залежить від умов руху. Зазвичай, він знаходиться посередині смуги руху, якщо автомобіль рухається по прямій ділянці дороги. В русі на підйом або по закругленню дороги, центр шляху руху розташовується в місці, де знаходитиметься автомобіль, коли водій закінчить проходження наміченої ділянки дороги.

Визначимо точніше відстань випереджаючого спостереження. У місті досить дивитися на 1-2 перехрестя вперед. При русі за містом рекомендується дивитися вперед на відстань, яку можна пройти за 12 секунд, рухаючись з незмінною швидкістю. Для гальмування автомобіля до повної зупинки в нормальних умовах при швидкостях більше 60 км/год. потрібно час понад 3 сек. При погіршенні дорожніх або атмосферних умов час повного гальмування автомобіля може збільшитися удвічі. Після віднімання з 12 сек. часу недоторканного запасу, потрібного водієві для повного гальмування (прийmemo його рівним 4 сек.), залишається 8 сек. Але ж об'єкт небезпеки може рухатися назустріч автомобілю. Припустимо, що він рухається зі швидкістю, рівній швидкості даного автомобіля. Тоді на сприйняття, оцінку і ухвалення рішення залишається 4 сек. Це той мінімум, який зазвичай намагаються мати в запасі досвідчені водії. *Друга складова правильного спостереження* – це раціональне чергування швидких оглядів обстановки з тривалішим розглядом найбільш важливих об'єктів. Причому спостереження ведеться не лише за проїжджою частиною, але і за ділянками біля неї. Це дозволяє заздалегідь побачити пішоходів, що збираються переходити дорогу, а також транспортні засоби, що виїжджають з примикаючих доріг. Основна мета спостереження – пошук небезпек. Тому очі мають бути активні, тобто знаходитися в

постійному русі. Вони як би «обмацують» усе навколишнє оточення. Чітке сприйняття можливо тільки при використанні центрального зору. Область центрального зору обмежується конусом з кутом  $3^\circ$  в горизонтальній площині. Проте гострота зору досить хороша в межах  $10 - 15^\circ$ . У вертикальній площині ці кути в 2 рази менше. Об'єкти, що не потрапили в поле центрального зору, можуть бути виявлені за допомогою бічного зору, який, правда, не дає чіткого сприйняття їх форми і деталей, проте дозволяє швидко виявити об'єкт, що рухається. Найбільш поширена помилка при спостереженні в ДТО – це тривала концентрація уваги (розгляд) на об'єктах, що не представляють особливої важливості з точки зору безпеки (номерні знаки автомобілів, зовнішність водіїв, пасажирів тощо). Через це водій не встигає оглянути всю обстановку і часто тільки пробігає її очима. Адже рух очей вимагає часу. Наприклад, для перекладу і фіксації погляду з крайнього правого положення в крайнє ліве вимагається близько 1 с. В нічний час, а також при штучному освітленні ще більше. За цей час автомобіль при швидкості 60 км/год. пройде близько 17 м. Ці нескладні розрахунки показують, що, розглядаючи другорядні об'єкти, є ризик наїхати на іншого учасника руху, якого просто не помітили. Щоб уникнути таких помилок, необхідно використати центральний зір тільки для розгляду важливих, з точки зору безпеки руху, об'єктів. Але і на цих об'єктах не слід занадто довго концентрувати увагу. Якщо на тривалий час (більше 1 сек.) сконцентрувати увагу на якомусь одному, нехай навіть дуже важливому об'єкті, є ризик пропустити небезпеку, що несподівано з'явилася у іншому місці.

Досить багато ДТП відбувається через те, що водій не побачив те, що рухається ззаду транспортного засобу. Причина в невмінні правильно користуватися дзеркалом заднього виду і об'єднувати в цілісне представлення те, що він бачить попереду свого автомобіля, з тим, що побачив в дзеркалі заднього виду. Спостерігати за обстановкою ззаду

потрібно кілька разів в хвилину за допомогою швидких поглядів в дзеркало заднього виду. Погляд в дзеркало заднього виду має бути швидким. Завжди необхідно перевіряти обстановку ззаду і збоку перед початком руху або перестроюванням. При збільшенні швидкості руху видима область обстановки попереду зменшується. Тому на великих швидкостях погляд водія має бути більш рухливим (не сконцентрований в одній точці).

Дивитися і бачити. Розуміння питання дивитися і бачити не одне і те ж. Підтвердженням цьому служить експеримент, проведений психологами. Групі випробовуваних була показана фотографія, що зображувала жваву вулицю міста. Після чого кожного з них попросили перерахувати декілька об'єктів, що запам'яталися йому, або подій, зображених на фотографії. Отримані відповіді сильно розрізнялися. Найбільший вплив на те, що побачить людина в тій або іншій ситуації, робить цільова спрямованість його уваги, тобто те, яку інформацію він хотів би отримати з навколишнього оточення. Для водія основна мета спостереження – отримання інформації про найбільш важливих, з точки зору безпеки руху, об'єктах і подіях ДТО.

Класифікація об'єктів спостереження. При русі на автомобілі водій стикається з великою кількістю найрізноманітніших об'єктів і подій. Його мозок не в змозі переробити усю отриману інформацію. Крім того, далеко не усе з того, що він бачить, важливо для нього з точки зору безпеки руху. Тому потрібно навчитися з усього потоку інформації швидко і правильно відбирати і аналізувати найбільш важливу інформацію. Відсутність такого уміння призводить до великої витрати часу на обробку відомостей, цінність яких, з точки зору безпечного руху, незначна. Важливими для водія є тільки ті об'єкти, які можуть вплинути на рух автомобіля і стати причиною критичної ситуації або ДТП. Слід зазначити,

що при спостереженні за дорожньо-транспортною обстановкою основну роль грає зір, а при аналізі отриманої в результаті спостереження інформації потрібно певні розумові навички. Уміння аналізувати – це, передусім, уміння класифікувати усі об'єкти, що зустрічаються, по певних категоріях залежно від їх впливу на безпеку руху автомобіля.

Можна виділити три основні категорії об'єктів.

Об'єкти, що загрожують безпеці руху автомобіля.

До них можуть відноситися:

нерухомі перешкоди (автомобілі, що стоять, або стовпи);

перешкоди (пішоходи, автомобілі, велосипедисти), що рухаються;

що закривають огляд (пагорби, будови, дерева).

Об'єкти інформаційного характеру. До них відносяться дорожні знаки, розмітка, сигнали світлофора і регулювальника.

Об'єкти, що не представляють небезпеки для руху автомобіля.

До них можуть відноситися реклама, пішоходи, що йдуть по тротуару тощо.

Дорожньо-транспортна обстановка. Дорожньо-транспортна обстановка (ДТО) постійно змінюється, що вимагає від водія безперервного і швидкого аналізу інформації. Проте, незважаючи на різноманіття інформації, кількість об'єктів, які можуть впливати на виникнення ДТП в кожен конкретний момент часу руху, не так вже велике. Тому, передусім потрібно виявити найбільш важливі об'єкти. Потім, на основі детальнішого аналізу, визначити міру важливості кожного з них.

Велика кількість ДТП відбувається тому, що один з учасників руху не бачив іншого, а другий, думаючи, що його бачать, не приймав необхідних заходів для ліквідації небезпечної ситуації. Тому, дуже важливо уміти визначати, чи бачать вас інші учасники ситуації. Ось деякі

ознаки, по яких можна судити про відвернення уваги водія іншого транспортного засобу : водій прикурює, водій розмовляє з пасажиром, водій побачив знайомого і намагається притягнути його увагу. Заважає видимості і забруднення скла, не працюючі склоочисники, сонце, що світить прямо в очі, сувеніри, що висять в салоні тощо. Особливої уваги вимагають пішоходи і велосипедисти. Поведінка цієї категорії учасників дорожнього руху найменш передбачувана. Потрібно бути дуже уважним по відношенню до дітей. Дитина не може правильно оцінити швидкість автомобіля, навички спостереження за дорожньою обстановкою у нього розвинені дуже погано. Перерахуємо деякі ознаки, які слід враховувати водієві при взаємодії з пішоходами і велосипедистами: вік, підлога і фізичний стан, розташування їх на проїжджій частині, узбіччі або тротуарі, рух в групі або окремо, напрям погляду.

Круті повороти, підйоми і спуски, звуження на дорогах. На криволінійних ділянках дороги умови руху ускладнюються. Тут виникає бічна інерція салону, яка прагне змістити, а в деяких випадках і перевернути автомобіль вбік, протилежну до повороту. Чим крутіше поворот, тобто чим менше радіус закруглення, тим він більш небезпечний. Навпаки, закруглення з великими радіусами – 1000...2000 м – практично не вимагають зміни режимів руху автомобіля, а тому є безпечним. Численні статистичні дані низки країн дозволяють виявити характерну залежність: чим менше закруглення дороги, тим вище аварійність цієї ділянки. Так, при радіусі кривої менше 100 м, відносна аварійність майже в 4 рази вище, ніж на закругленнях з великим (1000 м і більше) радіусом. Особливо небезпечний поворот у кінці звуженого спуску. Згори через спотворення в сприйнятті водій не може точно визначити кривизну повороту у кінці спуску, тому реальні умови можуть застати його зненацька. На таких ділянках водії часто не можуть зробити якісний



маневр (поворот), втрачають керованість. Підйоми і спуски також є несприятливими ділянками руху автомобілів, причому залежність пряма – чим крутіше підйом або спуск, тим вище аварійність. Підйоми небезпечні тим, що автомобілі внаслідок неправильного вибору попереднього режиму руху не можуть здолати підйом, іноді скачуються назад внаслідок відмов гальмівної системи або слизької дороги і тому подібне. Крім того, підйоми небезпечні і внаслідок обмеження видимості на переломі підйому. Спуски небезпечні в основному тим, що автомобіль під дією сили тяжіння пришвидшуються. Крім того, водії на спусках неправильно оцінюють швидкість свого автомобіля (зазвичай менше, ніж насправді) та інших автомобілів. Часте гальмування двигуном (допоміжним гальмом) буває недостатнім, доводиться застосовувати робочу гальмівну систему. На тривалих крутих спусках, якщо часто користуватися гальмами, вони можуть відмовити через перегрівання гальмівних барабанів (дисків). Абсолютно неприпустимо на крутих спусках використати накат. ДТП на підйомах і спусках в основному відбуваються при вимушеній зупинці, скачуванні назад, зіткненні при обгоні, перевищенні безпечної швидкості руху на затяжних спусках, застосуванні екстреного гальмування на спусках. Місця дорожніх подій зосереджуються у кінці підйомів, на опуклих вертикальних кривих, на поворотах у кінці спуску або підйому. Звуження дороги примушують водія знижувати швидкість. Особливо небезпечні несподівані звуження дороги, про які водій не був попереджений. Часто ДТП трапляються на містках в западині, коли водій на великій швидкості з'їжджає під уклон. Тут також відбувається неправильна оцінка габаритів зустрічного транспорту і ширини проїжджої частини, тому виникає бічне зіткнення.

Оцінка ширини дороги. Перетини доріг. Слід також враховувати, що людське око оцінює ширину дороги залежно від висоти розташованих поряд з нею вертикальних споруд по відношенню до проїжджої частини. В

результаті, одна і та ж ширина дороги може сприйматися водієм як різна. Не врахування цього фактору деякими водіями веде до зіткнень із зустрічним транспортом внаслідок помилок в оцінці ширини проїзду. Перетини доріг можуть бути в одному, двох або декількох рівнях. Безпека руху на перетинах доріг в одному рівні значною мірою залежить від забезпечення видимості і оглядовості на них.

Особливістю перетинів доріг в одному рівні є перетин траєкторій руху автомобілів з різних напрямів, утворюються конфліктні точки – місця ДТП. На безпеку руху, на перетинах значний вплив роблять кути перетину потоків руху. Дослідження показують, що найбільш безпечні перетини, розташовані під гострим кутом (50-75°). В цьому випадку водієві забезпечується і краща оглядовість, і умови для оцінки обстановки руху. Проте занадто гострий кут примикання (40°) стає небезпечний, оскільки автомобіль часто в'їжджає на іншу дорогу, не знижуючи швидкості (з ходу), при цьому водій нерідко неправильно оцінює траєкторії руху конфліктуючих автомобілів. У цих випадках підвищують безпеку отримувани останнім часом поширення смуги розгону і гальмування, що дозволяють плавно вбудовуватися в потік. Ще більшу безпеку забезпечують транспортні розв'язки в різних рівнях, де кількість конфліктних точок зведене до мінімуму. Небезпечним місцем є перетин автомобільних доріг і залізниць. На залізничних переїздах, що особливо не охороняються, відбувається до 40% від загальної кількості ДТП на залізницях. Часта причина зіткнень – погана видимість і оглядовість на ділянці залізничного переїзду. Облаштування направляючих острівців, широких розділових смуг і узбіч, крайових смуг, кюветів з пологими укосами, а також обгороджувань на небезпечних ділянках значно підвищує безпеку доріг.

Виникнення обманного вигляду, ілюзії на дорогах. При проектуванні і будівництві доріг необхідно враховувати психофізіологічні особливості сприйняття водіїв. Інакше дорога може ввести водія в оману.

Наприклад, дуже часто невдалі примикання доріг створюють у водія помилкове уявлення про подальший їх напрям. Чи інший приклад. На дорогах з подовжнім ухилом, що часто змінюється, зір водія може сприймати горизонтальну ділянку як дорогу, що йде на підйом. Умови руху під шляхопроводами теж мають свою специфіку. Видимість під ними погіршена, поле зору водія обмежене опорами, спорудами і пролітними будовами.

Шляхопровід створює враження більшого або меншого звуження залежно від співвідношення ширини і висоти проїзду під ним. Наприклад, при однаковій висоті проїзду широкий шляхопровід балочної конструкції здається нижчим в порівнянні з таким же шляхопроводом меншої ширини. Більш високий шляхопровід сприймається звуженим в порівнянні з шляхопроводом, що має меншу висоту. Уявлення ширини проїзду під шляхопроводом залежить також від кольору забарвлення пролітної будови.

Темні кольори справляють зменшувальне враження, тому високі пролітні конструкції забарвлюють в темні, а їх опори – у світлі тони. Такий спосіб забарвлення дозволяє усунути ілюзію звуження проїзду під високим шляхопроводом.

Приховані дефекти дороги є небезпекою, оскільки часто застають водія зненацька. Велику небезпеку представляє поява на дорозі хвилястості чи бугристості, протяжність якої досягає 30-80 м. При високій швидкості автомобіль, потрапивши на таку ділянку, часто втрачає керуваність і з'їжджає з дороги або виїжджає на смугу зустрічного руху. Подовжня або під кутом хвилястість буває завуальована від очей людини, тому водій починає відчувати її дію, лише потрапивши на небезпечну ділянку. Різновидом поперечної хвилястості є так звана гребінка. На такій

ділянці, яка часто зустрічається на затяжних спусках, в результаті підскакування і частих коливань, колеса автомобіля втрачають керованість, і в усіх коліс різко знижується коефіцієнт зчеплення. Аналогічне явище виникає особливо часто на повороті, тому на такій дорозі вимагається додатково понизити швидкість а відповідним дорожнім органам попередити по можливому небезпеку за допомогою встановлення необхідних знаків.

Окрім прихованих від очей людини небезпек дороги, зустрічаються інші, більше явні. Серед них провали полотна дороги (особливо після бездоріжжя, дощів), глибокі ями тощо. Окрім втрати управління, ці дефекти дороги часто приводять при великій швидкості до сильних ушкоджень підвіски. Небезпечні і непомітні плавні провали, коли при їзді на великій швидкості здається, що автомобіль провалюється. При цьому через сильне навантаження підвіска часто ударяється об обмежувачі її ходу, водій лякається і рефлекторно різко натискає на гальмо, посилюючи небезпечну ситуацію, оскільки підвіска ще більше стискається, втрачає свій пружний хід. Якщо уважно стежити за поведінкою машини попереду, то можна усього цього уникнути, заздалегідь понизивши швидкість.

Часто причиною події може стати оманливе узбіччя, яке обсыпається при в'їзді на неї, і автомобіль може перекинутися. При з'їзді на брудну і покриту товстим шаром піску (тонким шаром гравію) узбіччя з великою швидкістю може статися занесення і з'їзд з дороги з перекиданням.

Отже, правильний аналіз ДТО – це вміння виділяти усі важливі об'єкти за дуже короткі проміжки часу, рівні 0,5-1,0 сек.; пізнавати і аналізувати ознаки, які характеризують ці об'єкти, що дозволяють судити про ступінь і характер небезпеки, пов'язаної з ними. Досягнення цих цілей вимагає знань про те, які об'єкти ДТО представляють найбільшу небезпеку з точки зору безпеки руху, місцях їх можливого розташування, ознаках, що

характеризують їх. Проте, цього недостатньо, потрібні ще й практичні навички.

### **6.3 Безпека життєдіяльності на транспорті**

#### **Медичне забезпечення безпеки дорожнього руху.**

Система організації медичного забезпечення БДР передбачає комплекс заходів, що включають як медичну профілактику ДТП, так і медичну допомогу у разі виникнення ДТП.

Дорожньо-транспортний травматизм займає перше місце у світі по числу загиблих і друге по числу тих, що травмуються. Загальна летальність при ДТП в 12 разів вище, ніж при інших видах травм, інвалідність – в 6 разів вище. Потерпілі потребують госпіталізації в 7 разів частіше. Лікарняна летальність таких хворих в 4,5 разу перевищує летальність потерпілих від інших причин. Основними травмами при ДТП є переломи кісток (30,3%), множинні ушкодження (30%), травми головного мозку (25,6 %), множинні забиття (12%) і рани (2,1%). Слід особливо відмітити високу частоту травм голови, які відмічені більш ніж у половини потерпілих.

Понад 50 % летальних результатів при ДТП настають на місці події, 38,8% – в стаціонарі, 6% – в приймальних відділеннях лікарень і 2,5% – при транспортуванні потерпілих.

Травми, отримані в результаті ДТП, складають третину від усіх видів травм і є однією з головних причин виходу на інвалідність громадян працездатного віку. Серед потерпілих в ДТП три чверті складають чоловіки, працюючі в різних сферах, середній вік загиблих – 25...34 роки.

Головними причинами, що знижують ефективність медичної допомоги на догоспітальному етапі, являються: прибуття до місця події

бригади швидкої медичної допомоги зі значним запізненням (34,3%); недостатня підготовка лікарів і середнього медичного персоналу для надання медичної допомоги при множинних травмах (24,6%); порушення медичних вимог і правил транспортування потерпілих (21,2%); відсутність необхідної підготовки і навичок учасників дорожнього руху по наданню першої медичної допомоги (19,2%); відсутність засобу зв'язку для виклику швидкої медичної допомоги (16,3%); відсутність протишокових засобів і засобів зупинки кровотечі (12,5%); неповноцінність існуючих медичних засобів і засобів іммобілізації (10,4%).

Не знайшли широкого застосування затверджені Мінохоронздорв'я України ще в 1996 р. нові аптечки першої допомоги. Їх введення в дію на усій території України планувалося з 1 січня 2000 р. Вибіркова перевірка транспортних засобів, проведена в Київській області, показала, що 72% транспортних засобів, що належать юридичним особам і 36%, – фізичним, не оснащені такими медичними аптечками [22].

Система етапного надання медичної допомоги потерпілим в ДТП, включає надання медичної допомоги на місці події, в дорозі до лікувальної установи і безпосередньо в лікувальній установі.

Найбільш важливим і уразливим з точки зору подальшого прогнозу в порятунку потерпілого являється перший етап надання медичної допомоги.

Децентралізація, протяжність в часі ДТП робить істотний вплив на своєчасність надання медичної допомоги потерпілим. На місці події надання першої медичної допомоги, що включає надання само- і взаємодопомоги, здійснюється особами, що опинилися на місці події: учасниками дорожнього руху, співробітниками Національної поліції України, працівниками дорожніх служб.

У містах на догоспітальному етапі першу медичну допомогу отримують 78,9% потерпілих при ДТП, а на регіональних автомобільних

дорогах – тільки 37,9%. На місці події гине понад 20% із через ненадання першої медичної допомоги.

Приблизно у 15% випадків потерпілі, затиснуті деформованими конструкціями транспортних засобів, потребують надання медичної допомоги до того, як рятувальники почнуть витягати їх з пошкоджених автомобілів, а значить час, що витрачається на виконання рятувальних робіт, може мати трагічні наслідки для потерпілих. Як встановлено фахівцями, при наданні допомоги впродовж перших 9 хвилин вдається врятувати життя 90% потерпілим, через 18 – тільки 15 %.

Сьогодні для забезпечення зручного доступу лікаря до потерпілого в деформованому автомобілі вимагається 20-30 хвилин. Застосування сучасних рятувальних інструментів дозволяє скоротити цей час до 5-10 хвилин.

Кваліфіковану і спеціалізовану допомогу потерпілим при ДТП надають лікувально-профілактичні установи, закріплені Мінохоронздоров'я України за регіональними дорогами, проте укомплектованість кваліфікованими фахівцями недостатня. Так, в містах в 86% випадків допомогу надають лікарі швидкої медичної допомоги, на міжміських трасах в 74,5% – фельдшери.

На високий рівень летальності визначальний вплив робить той факт, що основна кількість потерпілих при ДТП були доставлені до лікувальних установ попутним транспортом. При транспортуванні попутним транспортом до вступу до лікувальної установи гине 82,6% громадян, при транспортуванні машиною швидкої допомоги – 66,3%, бригадою реанімації – 17,4%.

На жаль, не отримала необхідного розвитку система порятунку і евакуації потерпілих з місця події.

Незважаючи на заходи, що проводяться, існують невирішені проблеми, особливо в наданні медичної допомоги потерпілим в першу, так звану «золоту» годину після ДТП.

Великі відстані; відсутність зв'язку; нерозвиненість інших засобів і способів передання інформації про виникнення ДТП; віддаленість медичних установ від доріг федерального значення; погана оснащеність і підготовленість немедичного персоналу, що бере участь в забезпеченні БДР по наданню першої допомоги; відсутність системи оперативного сповіщення і чіткої взаємодії між службами охорони здоров'я, підрозділами ДБДР і МНС, транспортними і дорожніми організаціями - усі ці чинники призводять до великих людських втрат при ДТП.

На закінчення можна відмітити, що удавшись до застосування сучасних засобів управління дорожнім рухом, можна запобігти виникненню багатьох ДТП.

Пожежна безпека у транспортній галузі. Пожежі на транспорті становить 11% від усіх пожеж і займають друге місце після пожеж у житлі. З кожним роком більше уваги приділяється пожежній безпеці на транспорті. Особливу пріоритетне значення в цьому питанні має пожежна безпека транспорту, що забезпечує пасажирські та вантажні перевезення. Загроза життю при пожежі за статистикою виникає не тільки при порушеннях правил дорожнього руху, але у зв'язку з технічною несправністю транспорту внаслідок його некваліфікованої експлуатації (порушення періоду ТО, перевищення допустимого навантаження і т.д.). У нашій країні щорічно згорає близько 17 тис. Автомобілів. Це легкові та вантажні автомобілі, автобуси, тролейбуси і трамваї. Горять і маршруткі. У цих пожежах на транспорті гине близько 200 чол. на рік.

Забезпечення комплексної безпеки сучасної вітчизняної транспортної системи - найважливішої інфраструктурної галузі економіки Росії, а також безпеки населення на транспорті - одне з пріоритетних



завдань держави. Для її реалізації розпорядженням Уряду від 30.07.2010 № +1285-р затверджено і виконується "Комплексна програма забезпечення безпеки населення на транспорті", покликана до 2014 р забезпечити найвищий рівень захисту об'єктів транспортної інфраструктури, транспортного парку та життя людей від терористичних і техногенних загроз, у тому числі - пожежі на транспорті.

В основі вирішення головного завдання програми - забезпечення безпеки пасажирів на транспорті - лежить необхідність комплексного оснащення транспортного парку сучасними технічними системами та засобами протипожежного захисту. Розробка та впровадження таких систем сьогодні - це гостра необхідність.

У федеральній програмі з пожежної безпеки на транспорті цій проблемі приділено велику увагу. Визначено напрямки досліджень пожежної безпеки рухомого складу, показана актуальність розвитку теорії пожежі на транспортних засобах. Впровадження нових технічних засобів пожежогасіння вимагає вдосконалення методів оцінки пожежо- і вибухостійкого автотранспортного рухомого складу.

Стан проблеми пожежної безпеки транспортних засобів вказує на необхідність об'єднання зусиль фахівців в галузі безпеки повітряного, морського, річкового, залізничного та автомобільного транспорту. Це пов'язано як з призначенням транспорту, так і з імовірністю пожежі або вибуху транспортних засобів у процесі їх взаємодії, наприклад, автомобіля на поромі, при зіткненні автомобіля з поїздом або при гасінні літака пожежними автомобілями.

Основними транспортними засобами, що мають важкі наслідки від пожеж, є пасажирські транспортні засоби (маршрутки, автобуси, троллейбуси) і автомобілі для перевезення горючих рідин.

В даний час, наприклад, пасажирські транспортні підприємства столиці (без урахування метрополітену і наземних електропоїздів),

забезпечують на добу понад 100 тис. Рейсів, з виходом понад 5,5 тис. Одиниць транспорту. Щодоби пасажирським наземним транспортом перевозиться більше 11 млн пасажирів. Велика частина припадає на автобуси.

Автобуси (тролейбуси, трамваї). Автобус - один з основних сьогоднішніх видів наземного громадського транспорту. У Москві маршрути автобусів охоплюють не тільки всі райони столиці, але і виходять за межі МКАД. Змінюється технічне оснащення: апарели для інвалідів-колясочників і пасажирів з дитячими колясками, електронна візуальна і звукова інформаційні системи, автоматичні системи виявлення і гасіння пожежі.

Пожежі автотранспортних засобів можуть виникати з таких причин:

- з вини людей, які курять у громадському транспорті;
- при несправності електропроводки;
- у разі навмисного підпалу.

Головну небезпеку для несправного транспортного засобу являє швидкість, яка додає кисень в моторний відсік до вогнища спалаху. Сучасний автомобіль, який містить велику кількість пластику, проводів та інших оздоблювальних матеріалів, згорає в лічені хвилини. При цьому загасити його за допомогою автомобільного вогнегасника практично неможливо - не вистачає вогнегасної речовини, неможливо підійти до вогнища полум'я тощо Якщо ж з'явилося сильне полум'я, намагайтеся якомога швидше покинути небезпечну зону і відійти від машини якнайдалі.

Тролейбус і трамвай відносяться до найменш небезпечних видів транспорту. Однак електрична тяга породжує можливість ураження струмом, особливо в дощову погоду при сильній зливі або шквального вітру, коли струмонесучий провід може впасти на вагон. У подібній ситуації найбільш безпечні сидячі місця, а залишати салон рекомендується

тільки стрибком, не торкаючись одночасно землі і транспорту, щоб виключити удар струмом.

Залізничний транспорт є одним з найпоширеніших нині засобів пересування. Майже кожен міський та сільський житель один-два і більше разів на рік довіряє своє життя залізниці. Щорічно в результаті аварій на залізничному транспорті гине до 3 тис. Чол., Що значно перевищує кількість жертв в авіаційних катастрофах.

Причинами 26% пожеж на залізничному транспорті є несправності в системі опалення і електрообладнання: короткі замикання, перевантаження в електропроводці і електрообладнанні, відсутність ізоляції в місцях кріплення електропроводки, тертя проводів об металеві розподільні щити, попадання вологи на електропроводку, торкання сторонніми металевими предметами контактів.

Більшість цих несправностей буває викликано порушенням правил експлуатації систем опалення і електрообладнання:

- установка "жучків";
- залишення без спостереження включених приладів - електрообігрівача водоналивних труб, вентиляції, кип'ятильника та іншого обладнання;
- зберігання горючих матеріалів у нішах розподільних щитів, приладах автоматики, вентиляційних каналах, у приміщенні котельні;
- використання для освітлення ламп завищеною потужності;
- застосування відкритого вогню для відігрівання водоналивних труб;
- топка котлів і кип'ятильників без води;
- сушка дров біля опалювальних і електронагрівальних приладів;
- застосування для розтоплення котлів і кип'ятильників легкозаймистих рідин (бензин, гас та ін.);
- скупчення пилу і бруду на приладах електрообладнання.

Пожежа у вагоні, як правило, виникає не відразу. При перевантаженні електричні дроти нагріваються поступово, з'являється характерний запах палаючої гуми і пряжі, обумовлений перегрівом ізоляції. Тому при появі щонайменших ознак загоряння необхідно якомога швидше виявити джерело і вжити необхідних заходів. Має бути підвищена вимогливість обслуговуючого персоналу до пасажирів щодо куріння. Забороняється палити у всіх приміщеннях вагонів, за винятком неробочого тамбура.

Аварійні ситуації на залізниці можуть виникнути в результаті: екстреного гальмування, аварії потягу, руйнування струмонесучих дротів, пожежі.

Як діяти тоді?

Використовуйте будь-яку можливість, щоб вибратися з вагона якнайшвидше. Залишаючи небезпечну зону, не слід віддалятися занадто далеко: якщо вам потрібна допомога, її, швидше за все, нададуть поблизу складу. У разі екстреної евакуації з поїзда будьте уважні, тому що по сусідніх шляхах можуть слідувати інші склади, що не ступите випадково в автоматичні стрілки, здатні защемити ногу.

При пожежі, якщо можливо, перейдіть в інший вагон, приготуйте вологу тканину для захисту від отруєння продуктами горіння. Не прагніть обов'язково врятувати багаж, рятуйте життя, постарайтеся тільки зберегти документи і гроші, тому їх в дорозі краще тримати завжди при собі.

В даний час в Росії налічує вісім метрополітенів у містах Москва, Санкт-Петербург, Нижній Новгород, Самара, Новосибірськ, Єкатеринбург, Казань, Волгоград. Щорічно метрополітени та інші види швидкісного позавуличного транспорту в Росії перевозять близько 4 млрд пасажирів.

Метрополітен - пасажирський рейковий транспорт, що застосовується головним чином у великих містах з насиченим вуличним рухом, або транспортне підприємство, що є одним з основних видів

міського пасажирського транспорту, пов'язане з підвищеною небезпекою. До території метрополітену належать станції і входять до їх складу підвуличні переходи, міжстанційні тунелі і відкриті ділянки, майданчики електропідстанцій, депо і вентиляційних шахт, вагони поїздів.

На підставі вимог Федерального закону від 09.02.2007 16-ФЗ "Про транспортної безпеки" та з урахуванням необхідності подальшого виконання заходів щодо захисту об'єктів транспорту від актів незаконного втручання була підготовлена програма на 2008-2010 рр., яка передбачає продовження роботи з антитерористичної захищеності метрополітенів країни. Для своєчасного інформування громадян про порядок дій на випадок виникнення надзвичайних ситуацій у фойє станцій метро встановлені плазмові панелі. Всі лінії і станції Московського метрополітену перебувають у полі зору телеоб'єктивів, ведеться автоматичний запис. У вагонах метропоїздів встановлені відеокамери для спостереження.

Найбільш сучасний засіб пересування - авіаційний транспорт - і його безпека забезпечується в найвищій мірі.

Найбільш небезпечною і часто зустрічається аварійною ситуацією на борту літака є пожежа і вибух. Все відбувається вкрай швидкоплинний. Екіпаж подає сигнал лиха і приземляється в найближчому аеропорту. Перед самою посадкою відкриваються всі входні двері та люки. Як тільки літак зупинився, організовується негайна евакуація людей на безпечну відстань.

У таких ситуаціях важливу роль відіграє компетентність пасажирів. Компетентний пасажир - людина, яка максимально використовує свої шанси на порятунок в аварійній ситуації, подумки заздалегідь проробив шлях до порятунку.

Про аварію при зльоті або посадці вас навряд чи зможуть попередити заздалегідь. Тому сама розумна тактика - попередні заходи особистої безпеки перед кожним зльотом і посадкою.

Наприклад, бути у верхньому одязі (пальто або куртка (Не синтетика!)) Можуть захистити вас від опіків, якщо доведеться вибиратися з пожежі). Залишайтеся у взутті, навіть якщо вона на високих підборах - на випадок, якщо вам доведеться йти по осколках, палаючого пластику і т.д. Туфельки на "шпильках" жінкам слід зняти лише перед надувним трапом, що не загороджуючи при цьому шлях до евакуації іншим пасажиром, і не випускати взуття з рук, щоб на землі негайно взутися.

Пожежа в літаку. За даними МНС РФ, пожежами супроводжуються приблизно 20% аварій літаків; понад 70% людей, що потрапили в авіакатастрофи з пожежами, залишаються в живих.

Найголовніше при пожежі - негайно після зупинки літака попрямувати до найближчого виходу. При цьому:

- Захистіть свою шкіру - на вас повинні бути пальто, шапка, плед;
- Не дихайте димом, захищайтеся одягом, пригніться або навіть пробирайтеся до виходу навкарачки - внизу диму повинно бути менше; пам'ятайте: дим, а не вогонь - перша небезпека;
- Не стійте в натовпі біля виходу, якщо черга не рухається, пам'ятайте, що є інші виходи;
- Якщо прохід завалений, пробирайтеся через крісла, опускаючи їх спинки;
- Не беріть з собою ручну поклажу, це може коштувати вам життя;
- Не відкривайте запасні люки в тому місці, де зовні вогонь і дим;
- Будьте рішучі і дисципліновані, боріться з панікою на борту будь-якими засобами, надайте максимальну допомогу стюардесі.

Пожежо- і вибухонебезпечні об'єкти - підприємства, на яких виробляються, зберігаються, транспортуються вибухонебезпечні продукти

або продукти, які купують за певних умов здатність до спалаху і вибуху. До них відносяться виробництва, де використовуються вибухові і легко займисті речовини, а також трубопровідний і залізничний транспорт.

Аварії на таких об'єктах можуть призвести до тяжких соціальних і економічних наслідків. Вражаючими факторами аварій на пожежо та вибухонебезпечних об'єктах є: повітряна ударна хвиля, теплове випромінювання пожеж, дію токсичних речовин, що утворилися в ході пожежі.

Величина втрат серед населення при пожежах та вибухах коливається у великих межах і може досягати багатьох сотень людей. Особливо великими втрати можуть бути при масовому скупченні людей у закритих приміщеннях. Наприклад, при пожежі в приміщенні цирку (Ленінград, 1961 г.) було уражено близько 1900 чол., з яких понад 800 загинуло. В результаті вибуху газового конденсату на магістральному трубопроводі (Башкирія, 1989 г.) постраждало більше 1000 чол. (пасажирів двох поїздів), що склало більше 97% від числа людей, що знаходяться в цих потягах. Пожежа в лондонському метро 18 листопада 2011, в період різдвяних розпродажів, завдяки щасливому випадку не привів до великих людських жертв, проте не можна забувати, що пересадочний вузол Kingcross, де сталася трагедія, є найбільшим в лондонській підземці, що перевозить більше 2 млн чол. на добу.

При вибухах у замкнутих просторах (шахти, будівлі) практично у всіх постраждалих можуть бути комбіновані ураження в різних поєднаннях (опіки, термічні ураження шкірних покривів і верхніх дихальних шляхів і механічні травми).

## 7 ЕКОЛОГІЯ

### 7.1 Законодавча база з охорони навколишнього природного середовища на транспорті

Функціонування транспортних підприємств здійснюється на підставі законів, підзаконних актів та інших нормативних документів. Одним з основних є Закон України "Про транспорт" від 10.11.1995 р. № 232/94-ВР. Цей закон визначає правові, економічні, організаційні та соціальні основи діяльності транспорту. Стаття 2 цього Закону говорить, що нормативні акти, які визначають умови перевезень, порядок використання засобів транспорту, шляхів сполучення, організації безпеки руху, охорони громадського порядку, пожежної безпеки, санітарні та екологічні вимоги, що діють на транспорті, є обов'язковими для власників транспорту і громадян, які користуються послугами транспорту та шляхами сполучення. Стаття 16 зазначає, що підприємства транспорту зобов'язані забезпечувати безпеку життя і здоров'я громадян, безпеку експлуатації транспортних засобів, охорону навколишнього природного середовища.

Особливості діяльності окремих видів транспорту регламентується іншими законами та підзаконними актами, такими як: Закон України "Про автомобільний транспорт" від 05.04.2001 р. №2344-111; Закон України "Про залізничний транспорт" від 04.07.1996 р. №273/96-ВР; Закон України "Про трубопровідний транспорт" від 15.05.1996 р. №192/96-ВР

Природоохоронна діяльність на підприємствах транспортного комплексу має здійснюватися відповідно до державної стратегії України в області охорони навколишнього середовища і забезпечення сталого розвитку, що потребує взаємозв'язку економічних та екологічних пріоритетів.



Основні законодавчі норми, що передбачають правові заходи з охорони навколишнього середовища від шкідливого впливу транспортного комплексу, містяться в Законі України "Про охорону навколишнього природного середовища" від 25.06.1991 р. № 1264-XII, Закону України "Про охорону атмосферного повітря" від 16.10.1992 р. № 2707-XII, Закону України "Про охорону земель" від 19.06.2003 р. № 962-IV. Діють також спеціальні нормативні акти, що передбачають правові заходи з охорони навколишнього середовища на окремих видах транспорту.

Відповідно до статі 56 Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища" підприємства, установи, організації, що здійснюють проектування, виробництво, експлуатацію та обслуговування автомобілів, літаків, суден, інших пересувних засобів, установок та виробництво і постачання пального повинні розробляти і здійснювати комплекс заходів щодо зниження токсичності та знешкодження шкідливих речовин, які містяться у відпрацьованих газах та скидах транспортних засобів. В статті міститься також вимога щодо переходу на менш токсичні види енергії і пального, додержання режиму експлуатації транспортних засобів, а також вживання інших заходів, спрямованих на запобігання і зменшення викидів та скидів забруднень у навколишнє середовище та додержання встановлених рівнів фізичних впливів. Крім того в статті міститься заборона на виробництво та експлуатацію транспортних та інших пересувних засобів, у викидах та скидах яких вміст забруднень перевищує встановлені нормативи.

Відповідальність за дотримання встановлених для відповідних типів транспортних засобів нормативів вмісту забруднень у відпрацьованих газах, скидів забруднюючих речовин та впливів фізичних факторів покладається цим законом на керівників транспортних організацій та власників транспортних засобів.

Нормативи вмісту забруднень у відпрацьованих газах транспортних

засобів та шкідливого впливу їх факторів на навколишнє середовище розробляються відповідно до наявних технічних рішень щодо зменшення утворення забруднюючих речовин, зниження рівня впливу фізичних факторів, очищення відпрацьованих газів. Порядок розробки і затвердження цих нормативів встановлюється Міністерством охорони навколишнього природного середовища України і Міністерством охорони здоров'я України.

Стаття 44 Повітряного кодексу України передбачає сертифікацію кожного повітряного судна, призначеного для експлуатації на території України. Стаття передбачає, що сертифікація має проводитись у відповідності з вимогами шуму та емісії шкідливих речовин авіаційних двигунів. Сертифікація має виконуватися у порядку, передбаченому "Правилами сертифікації екземпляру державного повітряного судна України", затвердженими Наказом Міністерства оборони України від 07.02.2012 р. №63.

Стаття 67 "Водного кодексу України" визначає особливості користування водними об'єктами для потреб водного транспорту. Зокрема стаття вимагає, щоб усі судна та інші плавучі засоби були обладнані ємностями для збирання забруднених вод, які повинні систематично передаватися на спеціальні очисні споруди для очищення та знезараження. Стаття забороняє заходити у територіальні морські води суднам, які не провели заміну ізольованого баласту і не обладнані цистернами і закритими фановими системами для збирання стічних вод будь-якого походження чи установками для очищення та знезараження цих вод, що відповідають міжнародним стандартам.

"Правила охорони внутрішніх морських вод і територіального моря від забруднення та засмічення", затвержені постановою Кабінету Міністрів України від 29.02.1996 р. № 269 передбачається комплекс заходів із запобігання забрудненням внутрішніх морських вод водним

транспорт. Вони встановлюють правила поведінки суден, що запобігають забрудненню цих вод, а також заходи, що мають вживатися береговими об'єктами водного транспорту.

Головна мета природоохоронної роботи на галузевих підприємствах – поетапне наближення фактичних викидів і скидів підприємств до граничнодопустимих норм, дотримання лімітів на викиди та скиди забруднюючих речовин і розміщення відходів, удосконалення технологічних процесів та перехід до екологічно безпечних технологій, що є ресурсозберігаючими.

## **7.2 Види впливу об'єктів транспорту на навколишнє природне середовище**

Законодавством встановлено, що підприємства транспорту несуть відповідальність за шкоду, заподіяну навколишньому природному середовищу. Вони зобов'язані забезпечувати безпеку життя і здоров'я громадян, безпеку експлуатації транспортних засобів, охорону навколишнього природного середовища (ст. 13, 16 Закону України "Про транспорт").

Об'єкти транспорту здійснюють як позитивний, так і негативний вплив на екосистеми. З одного боку, вони своєю діяльністю порушують принципи функціонування екосистем. Унаслідок транспортної діяльності екосистеми можуть деградувати і втрачати стійкість. На сьогодні частку транспортної галузі у загальному антропогенному забрудненні навколишнього середовища оцінюють майже у 40 %. Це більше, ніж будь-якої іншої галузі промисловості. З іншого боку, транспорт забезпечує переміщення людей та матеріальних цінностей, чим забезпечує комфортабельніші умови життєдіяльності.

Динаміку перевезень вантажів в Україні протягом 2000- 2015 рр. за видами транспорту показано на рис. 3.1, динаміку пасажирських перевезень – на рис. 3.2.

Транспортні засоби є джерелом підвищеної небезпеки для життя і здоров'я людей через можливі дорожньо-транспортні пригоди, шкідливі викиди, транспортний дискомфорт, споживання природних ресурсів. Водночас, транспортні засоби спричинюють позитивні соціально-економічні та морально-психологічні ефекти.

До позитивних впливів транспортного засобу можна віднести:

- розвиток торгівлі, політичних, культурних зв'язків, розширення контактів;
- стимулювання науково-технічного прогресу та сприяння створенню додаткових робочих місць;
- участь у виробничих процесах і, як наслідок, скорочення інноваційних циклів при виробництві товарів;
- надання відчуття свободи й незалежності індивіду;
- розширення можливостей для життя у сприятливих умовах;
- збільшення життєвого простору окремого індивіда;
- підвищення доступності соціально-побутових послуг для споживачів;
- задоволення потреби споживачів у широкому асортименті товарів;
- надання відчуття радості від комфорту і зручностей за несприятливих погодних умов.

До негативних впливів транспортного засобу відносять:

- порушення газової і енергетичної рівноваги в атмосфері;
- виснаження ресурсів атмосфери, корисних копалини, прісної води;
- знищення живих організмів в дорожньо-транспортних пригодах;
- отруєння біологічних ресурсів, зокрема рослин, тварин та людини;
- посилення стресових навантажень учасників руху;

- зменшення життєвого простору за рахунок відчуження територій;
- скорочення біологічної продуктивності ландшафтів;
- порушення гармонії міської забудови і сільського ландшафту.

Заходи, що дають змогу зменшити негативний вплив транспортного комплексу на навколишнє середовище.

- вдосконалення нормативно-правової бази для забезпечення екологічної безпеки (стійкого розвитку) промисловості й транспорту;

- створення екологічно безпечних конструкцій об'єктів транспорту, експлуатаційних, конструкційних, будівельних матеріалів, технологій їх виробництва;

- розробка ресурсозберігаючих технологій захисту навколишнього середовища від транспортних забруднень;

- розробка алгоритмів і технічних засобів моніторингу навколишнього середовища на транспортних об'єктах і прилеглих до них територіях, методів управління транспортними потоками для збільшення пропускної спроможності дорожньої і вулично-дорожньої мережі у великих містах;

- удосконалення системи управління природоохоронною діяльністю на транспорті.

Екологічні обмеження необхідно враховувати на всіх етапах життєвого циклу об'єктів транспорту (обґрунтування інвестицій, проектування, виготовлення, будівництво, реконструкція, ремонт, експлуатація, демонтаж), створення дорожньо-транспортної техніки, а також під час оцінювання перспектив розвитку транспортної системи. Ці обмеження особливо значущі на природоохоронних, урбанізованих територіях.

Коло проблем і шляхи їх вирішення знаходяться у сфері раціонального використання природних ресурсів, захисту атмосфери, водойм та водотоків, ґрунту, селітебних територій та місць проживання

тварин від негативного впливу транспортного комплексу, створення замкнених промислово-утилізаційних технологій у транспортній галузі.

Принципово природа дії видів транспорту на навколишнє середовище практично однакова, як однакові методи їх вивчення.

Найбільш енергоємним сьогодні в Україні є автомобільний транспорт, що споживає 83 % палива усієї транспортної галузі. На другому місці – залізничний транспорт (10,5 %), на третьому – водний (6,5%).

У країнах ЄС дещо інша картина. На першому місці за споживанням палива так само автомобільний транспорт (84,4 %), проте на другому місці знаходиться повітряний транспорт (11,1 %), на третьому місці залізничний (лише 2,5 %), і на четвертому – водний (2 %).

Аналізуючи обсяги викидів шкідливих речовин різними видами транспорту, можна дійти висновку, що найбільша частка у викидах належить також автомобільному транспорту (64 %).

Діяльність транспортних підприємств пов'язана з виконанням процесів перевезення, вантажно-розвантажувальних робіт, зберіганням вантажів та виконанням робіт з технічного обслуговування пересувного складу та шляхів сполучення.

Основними споживачами природних ресурсів і забруднювачами навколишнього середовища є транспортні засоби. Наприклад, один вантажний автомобіль, пробігаючи за рік біля 15 тис. км, спалює 1,8 т бензину, для отримання якого слід переробити 3 т нафти. Для спалювання цієї кількості бензину витрачається біля 27 т повітря (5,6 т кисню).

Процеси технічного обслуговування і ремонту рухомого складу також потребують енергетичних затрат і пов'язані зі значним водоспоживанням, викидом забруднюючих речовин в атмосферу, водойми та утворенням інших відходів, у тому числі токсичних.

Для виконання технічного обслуговування транспортних засобів задіюють різні дільниці, де використовують різне обладнання. При цьому

обладнання, верстати, засоби механізації, котельні тощо є стаціонарними джерелами викидів забруднюючих речовин. Склад викидів під час здійснення технологічних процесів з технічного обслуговування транспортних засобів наведено в таблиці Д. 1 додатка.

Під час багатьох технологічних процесів утворюються стічні води. Склад та кількість цих вод різні. Вони утворюються в результаті миття рухомого складу, очищення вузлів і деталей у спеціальних мийних машинах, під час ремонту акумуляторних батарей, гальванічної та механічної обробки деталей, гідравлічних випробовувань різних ємностей тощо.

Ремонтні роботи супроводжуються також забрудненням ґрунтів, накопиченням відходів технологічних процесів поблизу виробничих ділянок.

Під час будівництва шляхів сполучення та об'єктів інфраструктури транспортної галузі відбувається порушення природних ландшафтів, видалення з природних екосистем ґрунту, води, мінеральних речовин, необхідних для їх нормального функціонування, відбувається втручання у рослинний і тваринний світ.

Для збереження природного різноманіття усі види втручання в екосистеми й порушення їх нормального функціонування не повинні виходити за межі здатності цих екосистем до самовідновлення. В іншому разі екосистеми деградують і можуть навіть повністю зникати.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дипломній роботі на основі даних про функціонування існуючої ВДМ, на перехресті вулиць С. Бандери– Шопена у місті Тернополі, виконано дослідження та розрахунки з визначення ефективності функціонування.

Проведений моніторинг характеристик транспортних потоків на перехресті вулиць С. Бандери та Шопена і на такій основі встановлено інтенсивності руху за кожним напрямком на перехресті, зображено діаграми транспортних потоків за напрямками, за якими розраховано інтенсивність за напрямками. Визначено середню швидкість транспортних засобів в зоні перехрестя, значення якої необхідні для розрахунку параметрів світлофорної сигналізації. Потоки насичення розраховувалися локально, на Східному масиві, по емпіричних залежностях окремо для усіх напрямків руху транспортних потоків на перехресті. Проведено розрахунки параметрів циклу світлофорного регулювання, представлено дані про кількість смуг руху залежно від категорії вулиць і доріг, також розраховано необхідну кількість смуг руху на перетині С. Бандери-Шопена. Для локального перехрестя мікрорайону Східний Тернополя виконано розрахунки небезпеки пересічення, в результаті чого визначені кількість конфліктних точок, рівень безпеки вибраного перехрестя, небезпека пересічення за індексом інтенсивності транспортних потоків та здійснюється оцінка небезпеки пересічення за допомогою коефіцієнтів відносної аварійності на пересіченні. За матеріалами досліджень представлено схему перехрестя вулиць С. Бандери- Шопена з технічними засобами та картограми інтенсивності транспортних і пішохідних потоків.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Д. П. Душа. Дослідження транспортно - логістичного ринку України //Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 27–28 листоп. 2019.) / Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2019. с–177.
2. Поліщук В.П. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / за заг. ред. В. П. Поліщука; О. О. Бакуліч, О. П. Дзюба, В. І. Єресов та ін. – К.: Знання України, 2011. – 467 с.
3. Левашов А. Г. Проектирование регулируемых пересечений: Учебное пособие / А. Г. Левашов, А. Ю. Михайлов, И. М. Головных. – Иркутск: Издво ИРГТУ, 2007. – 208 с.
4. Клишковштейн Г.И. Организация дорожного движения [Текст]: учебник для вузов 5-е изд., перераб. и доп./Г.И. Клишковштейн, М.Б. Афанасьев. – М.: Транспорт, 2001. – 247 с.
5. Розмітка дорожня. Технічні вимоги. Методи контролю. Правила застосування: ДСТУ 2587:2010. – [Чинний від 2010–12–27] – 39 с. – (Національний стандарт України).
6. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування: ДСТУ 4100–2002. – [Чинний від 2002–06–03] – 109 с. – (Національний стандарт України).
7. Безпека дорожнього руху. Організація дорожнього руху. Умовні позначення на схемах і планах: ДСТУ 4159:2003. – [Чинний від 2003–04–07] – 13 с. – (Національний стандарт України).
8. Автотранспортные потоки и окружающая среда / Луканин В.Н., Буслаев А.П., Трофименко Ю.В. [и др.] // Под ред. В.Н. Луканина – М. : ИНФРА-М, 1998. 408 с.

9. ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств [Электронный ресурс]. – URL: <http://vsegost.com/Catalog/36/3662.shtml>

10. ГОСТ Р 52438-2005. Географические информационные системы. Термины и определения [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gostedu.ru/3485.html>.

11. Попович П.В. Аналітичні технології в забезпеченні економічної ефективності логістичних систем / Попович П. // Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2016. – Вип. № 169. – С. 223 - 225.

12. Попович П. В. Дослідження тенденцій розвитку ринку вантажних автомобільних перевезень в сучасних умовах //Попович П.В., Шевчук О.С. Матвіїшин А.Й., Лотоцька В.Н. /Науковий журнал. Вісник житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки.- Житомир: №2(77)-2016. С. 224-228

13. Попович П.В. Економічні аспекти використання послуг 3PL операторів вітчизняними підприємствами. Науковий журнал. – Луцьк: Луцький НТУ, 2016. № 2. С. 125-129.

14. Шевчук О.С. Вплив показників ефективності на безпеку руху вулично-дорожніми мережами/ Шевчук О. С. // Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2016. – Вип. № 169. – С. 205 - 209.

15. Романов А.Г. Дорожное движение в городах: закономерности и тенденции / А.Г.Романов. – М.: «Транспорт», – 2003. – 289 с.

16. Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.2.2.542-96 [Электронный ресурс]: Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы от 14.07.96 №14. - Электрон. дан. Режим доступа: <http://base.garant.ru>, свободный.

17. Конспект лекцій з дисципліни „Логістика” для студентів спеціальності 275 Транспортні технології (за видами) // Попович П.В., Шевчук О.С., Бабій М.В. / ТНТУ ім. І. Пулюя.-Тернопіль 2017.- 227с.

18. Попович П.В. Методичні вказівки для виконання курсової роботи з дисципліни „ Логістика” для студентів спеціальності 275 Транспортні технології (за видами) // Попович П.В., Шевчук О.С., Бабій М.В. / ТНТУ ім. І. Пулюя.-Тернопіль 2017.-54 с.

19. Попович П.В. Методичні вказівки для виконання курсової роботи з дисципліни "Організація дорожнього руху" . Спеціальність 275 - Транспортні технології (на автомобільному транспорті)//Попович П.В., Шевчук О.С./ТНТУ ім. І. Пулюя. - Тернопіль, 2018. - 85 стор.

20. Попович П.В. Методичні вказівки для виконання курсової роботи з дисципліни „Основи економіки транспорту” для студентів спеціальності 275 Транспортні технології (за видами) // Попович П.В., Шевчук О.С. / ТНТУ ім. І. Пулюя.-Тернопіль 2017.-36с.

21. Попович П.В. Методичні вказівки для виконання курсової роботи з дисципліни „ Основи економіки транспорту” для студентів спеціальності 275 Транспортні технології (за видами) // Попович П.В., Шевчук О.С. / ТНТУ ім. І. Пулюя.- Тернопіль 2017.-36с.

22. Шевчук О. С. Порухення при облаштуванні паркувальних місць транспортних засобів на вулично-дорожній мережі міста / О. С. Шевчук // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. - 2016. - № 1. - С. 167-171.

23. Конспект лекцій з дисципліни „ Основи економіки транспорту ” для студентів спеціальності 275 Транспортні технології (за видами) // Попович П.В., Шевчук О.С., Гаврон Н.Б. / ТНТУ ім. І. Пулюя.-Тернопіль 2017.- 147с.