

інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

ту:

Дослідження транспортних потоків на перехресті
вулиць Лесі Українки – Довженка міста Тернополя

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МНм
спеціальності _____

275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
(шифр і назва спеціальності)

Гашин В.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Бабій М.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Дзюра В.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Пилипець О.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет _____ інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра _____ автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« 20 » листопада 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня _____ **магістр**
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю _____ 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
(шифр і назва спеціальності)

студенту _____ **Гащину Володимирі Ігоровичу**
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ **Дослідження транспортних потоків на перехресті**
_____ **вулиць Лесі Українки – Довженка міста Тернополя**

Керівник роботи _____ **Бабій Марія Василівна, к.т.н., доцент**
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 20 » 11 2023 року № 4/7-1070

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20.12.2023

3. Вихідні дані до роботи _____

Геометричні розміри розглядуваної ділянки дороги; інтенсивність транспортного потоку; годинна інтенсивність пішохідних потоків.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Вступ. 1. Теоретичний розділ (дослідження трафіку на перетині вулиць Лесі Українки-Олександра Довженка; аналіз показників і визначення приведеної інтенсивності руху на перехресті; розрахунок затримок автомобілів в транспортному потоці на перехресті у час «пік»).

2. Аналітико-дослідницький розділ (розрахунок відсоткових часток автомобілів, що зупинилися на перехресті; визначення оптимального швидкісного режиму при наближенні до перехрестя; узагальнення кількості та інтенсивності всіх учасників руху на даному перехресті).

3. Проектно-рекомендаційний розділ (заходи з удосконалення руху на перехресті; рекомендації щодо організації світлофорного регулювання на перехресті; організація руху пішоходів на перехресті вулиць Лесі Українки-Олександра Довженка).

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна роботи магістра складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи становить сторінки, рисунків і таблиць.

Мета і завдання дослідження.

Метою роботи є розробка заходів до удосконалення організації дорожнього руху на перехресті.

Задачі, які було вирішено для досягнення мети:

- проаналізовано показники і визначення приведеної інтенсивності руху на перехресті;
- виконано розрахунок затримок автомобілів в транспортному потоці на перехресті у час «пік»;
- виконано розрахунок відсоткових часток автомобілів, що зупинилися на перехресті;
- визначено оптимальний швидкісний режим при наближенні до перехрестя;
- проведено заходи з удосконалення руху на перехресті вулиць Лесі Українки-Олександра Довженка.

Об'єктом дослідження – транспортна мережа міста.

Предмет дослідження – задане перехрестя.

Методи дослідження.

Основи організації дорожнього руху; основи транспортного планування міст, методи математичної статистики.

Ключові слова:

швидкісний режим, інтенсивність руху, перехрестя, транспортний потік, маршрут, безпека руху.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Дослідження трафіку на перетині вулиць Лесі Українки-Олександра Довженка	7
1.2 Аналіз показників і визначення приведеної інтенсивності руху на перехресті	15
1.3 Розрахунок затримок автомобілів в транспортному потоці на перехресті у час «пік»	21
АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ.....	28
2.1 Розрахунок відсоткових часток автомобілів, що зупинилися на перехресті ..	28
2.2 Визначення оптимального швидкісного режиму при наближенні до перехрестя	34
2.3 Узагальнення кількості та інтенсивності всіх учасників руху на даному перехресті.....	36
ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ.....	38
3.1 Заходи з удосконалення руху на перехресті.....	38
3.2 Рекомендації щодо організації світлофорного регулювання на перехресті ...	44
3.3 Організація руху пішоходів на перехресті вулиць Лесі Українки-Олександра Довженка	47

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ	50
СИТУАЦІЯХ.....	50
4.1. Обов'язки працівників щодо охорони праці	50
4.2 Правила руху і поведінки пішоходів на дорозі	52
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	57

ВСТУП

Майже кожен із нас, вирушаючи на роботу, не раз зустрічався з проблемою заторів на дорогах. Це може відбуватися з різних причин, проте основним чинником часто виступає обмежена пропускна можливість перехресть. Це явище є типовим для більшості міст, не тільки в Україні, але й за її межами. Окрім технічних обмежень перехресть, існує ряд факторів, що можуть знижувати їх пропускну здатність. До них відносяться такі аспекти, як неправильне розподілення транспортних потоків по смугах, що викликає нерівномірність навантаження, несинхронізованість світлофорних режимів, висока інтенсивність пішоходів у певних напрямках, неналежний стан доріг при під'їзді до перехрестя, а також недоліки в проектуванні дорожньої інфраструктури. Всі ці чинники спричиняють зниження пропускну здатності перехресть, що в свою чергу призводить до утворення заторів, які віднімають наш час.

Завдання, що полягають у вдосконаленні організації дорожнього руху з метою підвищення пропускну спроможності перехресть, завжди залишаються актуальними і важливими.

ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Дослідження трафіку на перетині вулиць Лесі Українки-Олександра Довженка

Для глибокого аналізу руху на перехрестях важливо мати доступ до конкретних статистичних даних. Ці дані повинні відображати різноманіття транспортних потоків, їх кількісний склад, інтенсивність руху, а також затримки і їх напрямки. Це лише частина факторів, що впливають на ефективність перехресть. Найбільш дієвим способом збору таких даних є проведення безпосередніх спостережень. В контексті перехрестя вулиць Лесі Українки-Олександра Довженка, були здійснені спостереження у різні часи дня та тижня.

Зібрана інформація включає в себе наступне. Детальну схему розподілу транспорту залежно від напрямків руху на перехресті та розподілу транспортних смуг.

Визначення інтенсивності руху з урахуванням часу доби і аналіз складу транспорту для різних напрямків.

Запис часових затримок в залежності від напрямків.

Фіксація роботи світлофорної сигналізації відповідно до напрямків руху.

Вимірювання геометричних параметрів досліджуваного перехрестя.

Дослідження розпочнеться з вивчення схеми перехрестя та його детального опису. На рисунку 1 представлено зображення перехрестя вулиць Лесі Українки-Олександра Довженка на мапі.

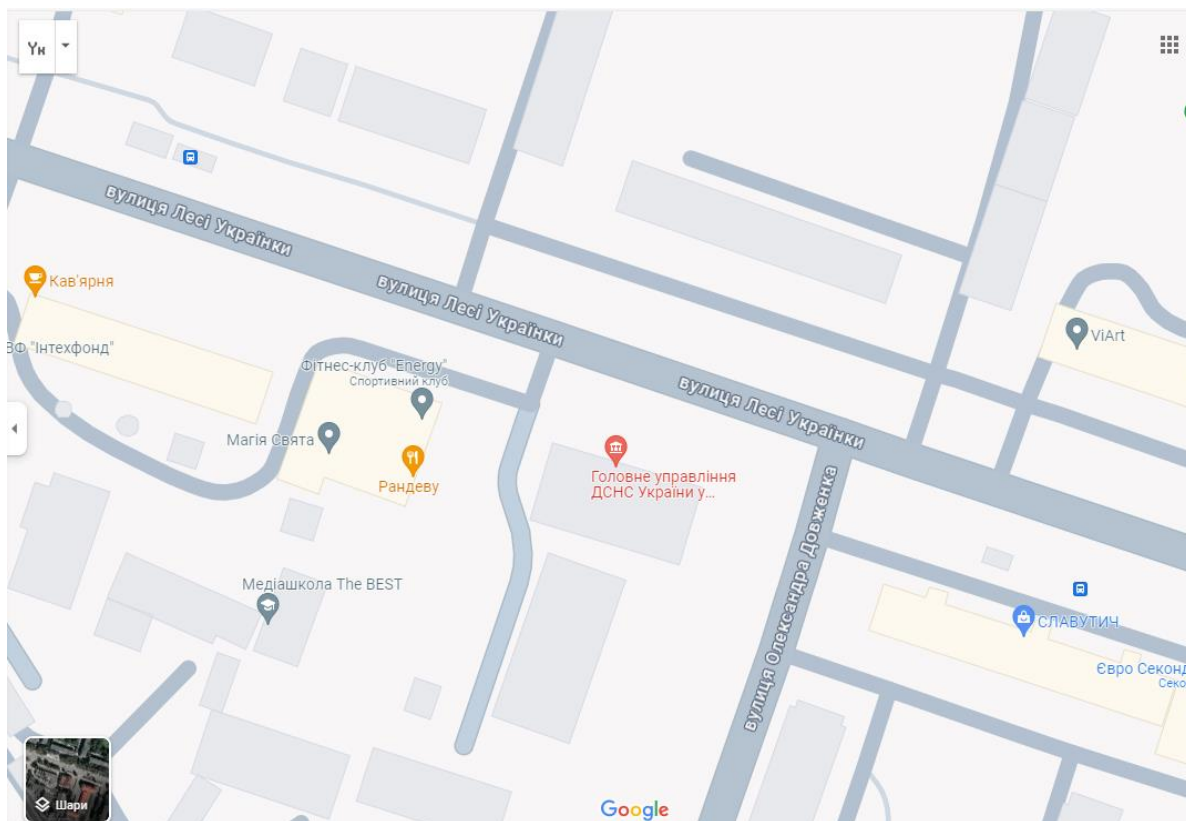


Рисунок 1.1 – Перехрестя вулиць Лесі Українки-Олександра Довженка

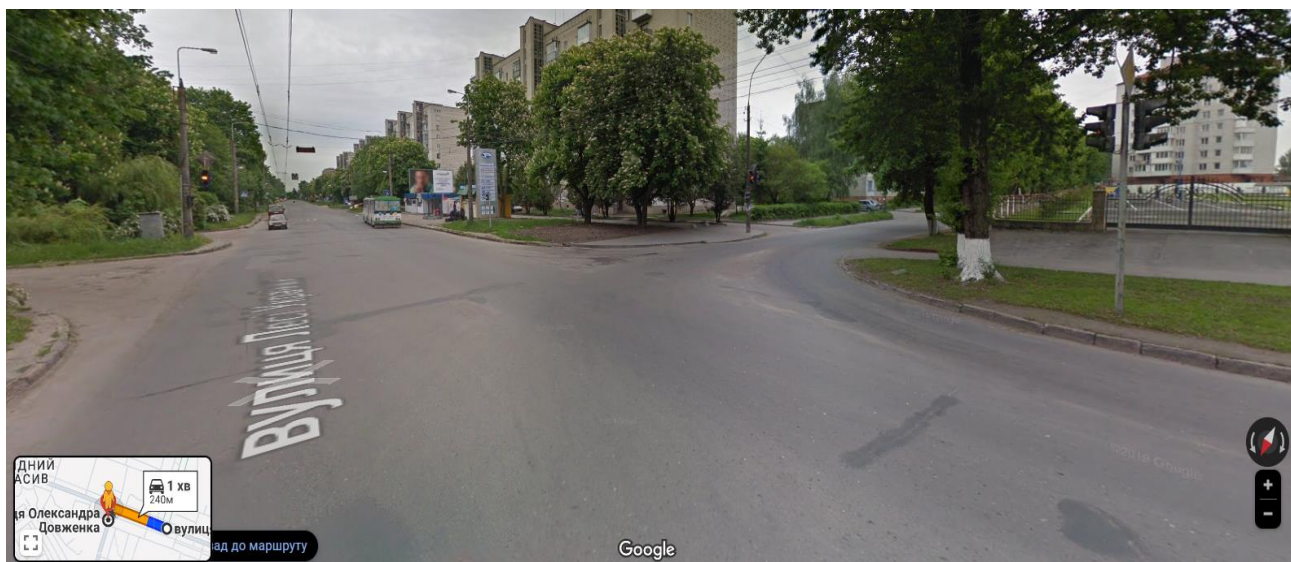


Рисунок 1.2 – Фотографія Т-подібного перехрестя

Схему такого перехрестя викреслимо у вигляді, рис. 1.3.

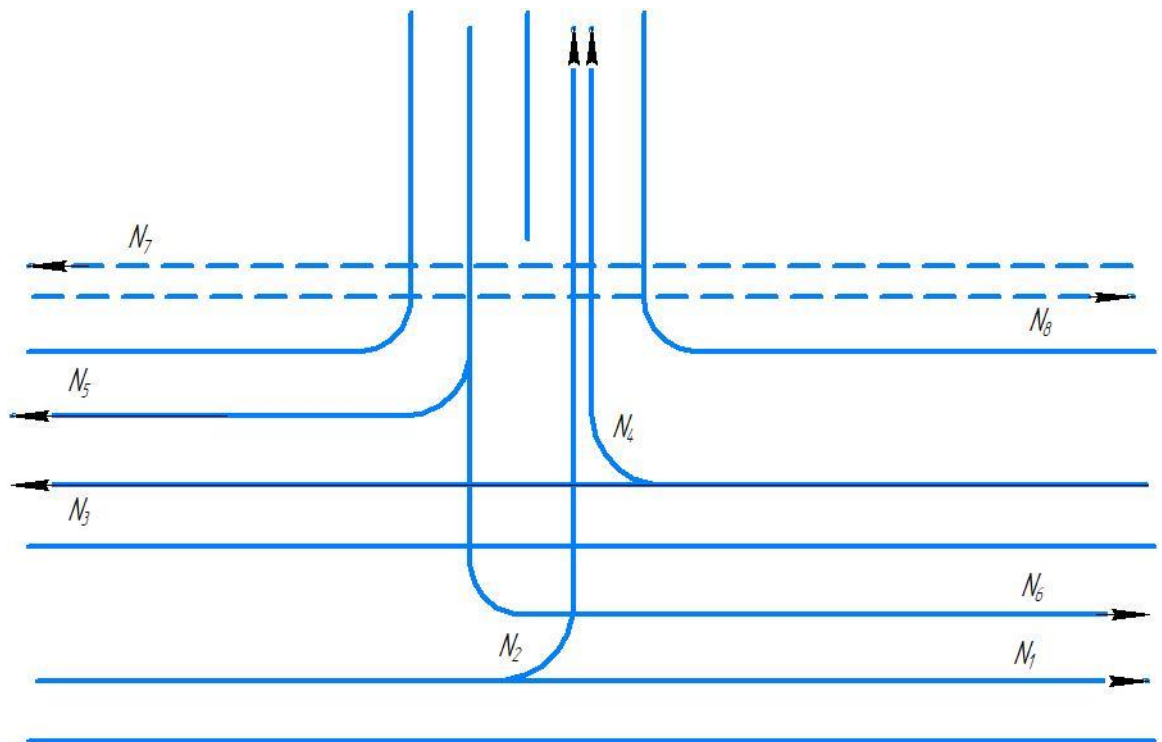


Рисунок 1.3 – Напрямки руху на перехресті

Щоб вдосконалити схему перехрестя, як показано на рис. 1.3, можна розглянути наступні варіанти.

Оптимізація смуг руху – потрібно переконатися, що кількість смуг руху відповідає інтенсивності трафіку в кожному напрямку. Якщо деякі напрямки мають вищу інтенсивність, розглянути можливість додати додаткові смуги.

Налаштувати часові цикли світлофорів таким чином, щоб вони відповідали піковим та непіковим періодам трафіку, можливо, із використанням адаптивної сигналізації, яка змінюється залежно від актуальних умов руху.

Додати чітку дорожню розмітку, що включає позначки смуг, пішохідних переходів та напрямків поворотів, щоб зменшити плутанину і поліпшити потік трафіку.

Впровадити регулярне обслуговування доріг для забезпечення належного стану дорожнього покриття, особливо у місцях, де формуються черги.

Переглянути поточну організацію руху, щоб з'ясувати, чи можна змінити розподіл транспорту по смугах, наприклад, через встановлення окремих смуг для повороту або для руху громадського транспорту.

Встановити систему моніторингу трафіку, що дозволить збирати дані в реальному часі та реагувати на зміни в потоках транспорту швидко та ефективно.

Використовувати сучасні технології для аналізу трафіку та прийняття рішень з метою поліпшення руху транспорту.

Встановити захищені пішохідні зони, освітлення переходів та інші заходи для безпеки пішоходів.

Якщо є можливість, розглянути розширення дороги або перехрестя для збільшення пропускної спроможності.

Щоб реалізувати намічені шляхи удосконалення заданого перехрестя доріг, потрібно зробити аналіз потоків учасників дорожнього руху.

Для наочності покажемо окремі результати спостережень у вигляді графічних залежностей. Спостереження виконані протягом робочого дня, а результати представлені як середні значення за період спостережень.

На рисунку 4 покажемо склад транспорту відповідно до напрямку руху, рис. 1.4.

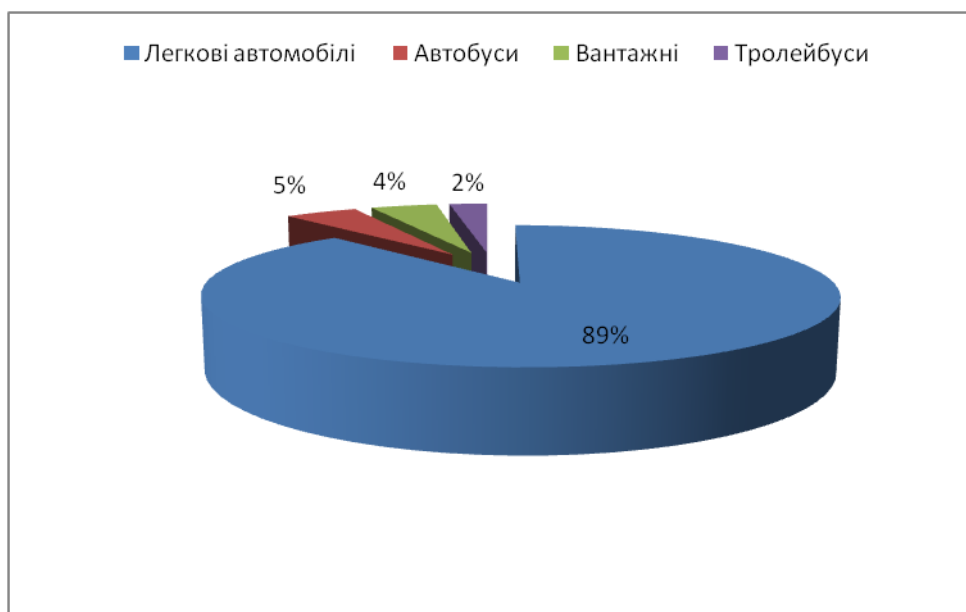


Рисунок 1.4 – Склад транспортного потоку, що рухається перехрестям

Розподіл інтенсивностей за складом транспорту у потоці, рис. 1.5.

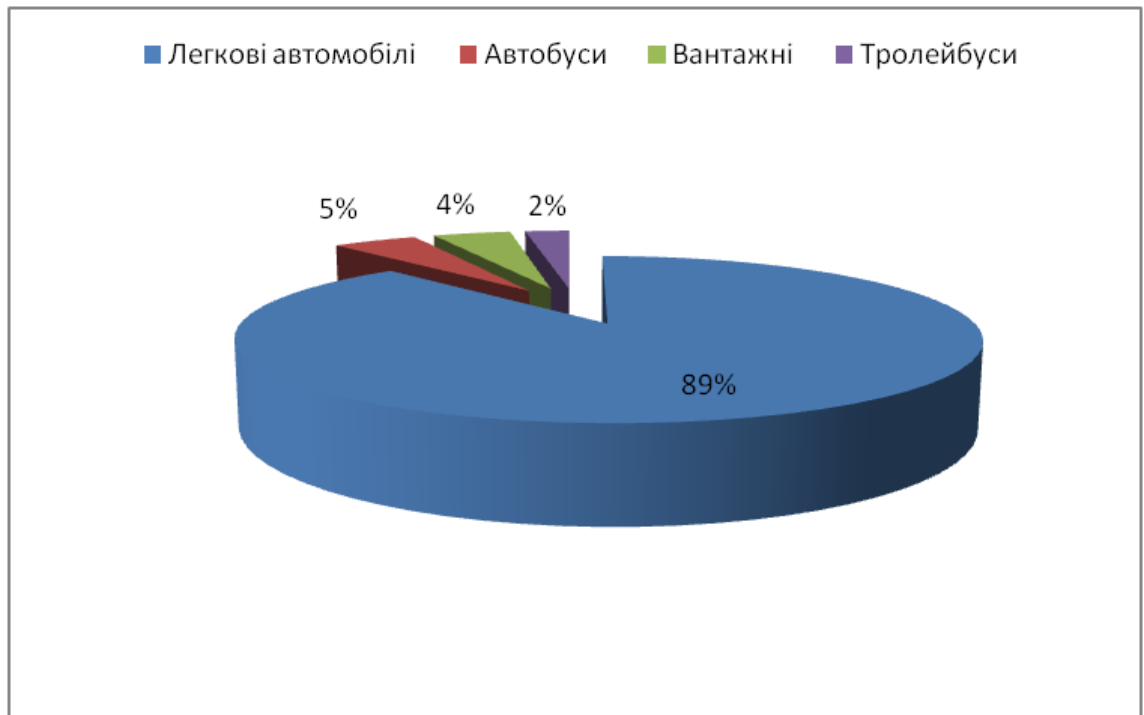


Рисунок 1.5 – Зафіксована інтенсивність руху транспорту

Як випливає з аналізу, більшість транспортних засобів у потоці - це легкові автомобілі. Це зумовлено обмеженням руху різних видів транспорту в центрі міста. Для об'єктивного вимірювання інтенсивності руху використовується поняття приведеної інтенсивності, застосовуючи спеціальні коефіцієнти для різних видів транспорту в порівнянні з легковими автомобілями.

Розглядаємо інтенсивність руху транспортних засобів залежно від напрямку їх руху.

Інтенсивність руху легкових автомобілів, рисунок 1.6.

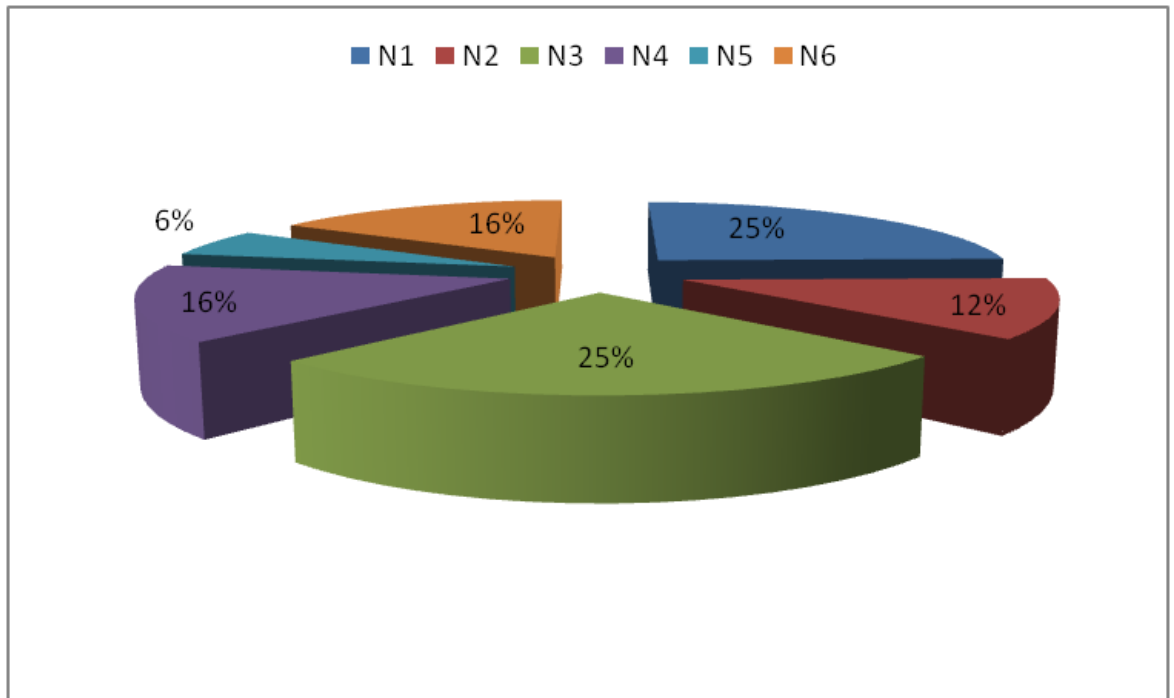


Рисунок 1.6 – Графіки інтенсивності руху легкових автомобілів

Те саме, що стосується руху автобусів, рис. 7.

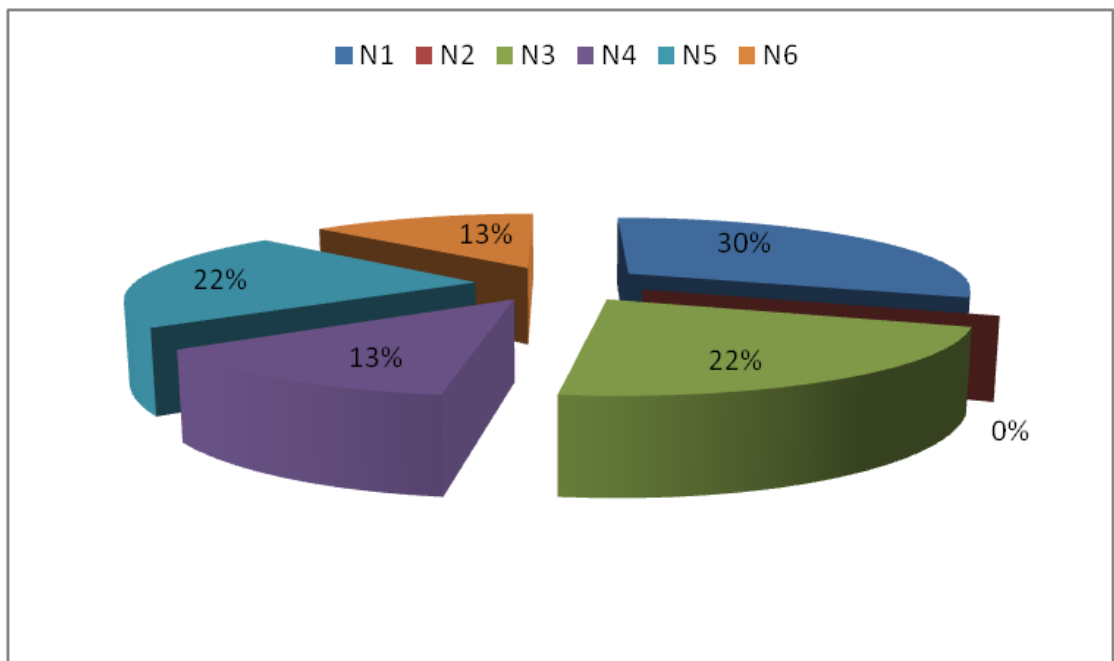


Рисунок 1.7 – Діаграма інтенсивності руху автобусів

Для вантажних автомобілів інтенсивність буде мати наступний розподіл, рис. 1.8.

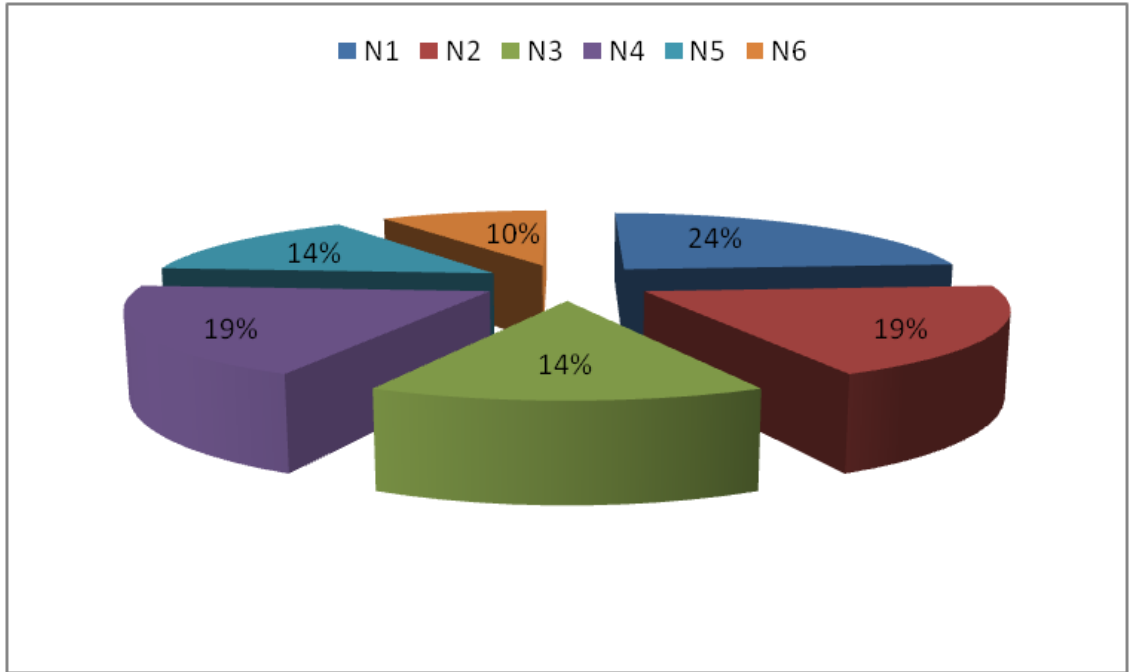


Рисунок 1.8 – Діаграма інтенсивності руху вантажних автомобілів

Інтенсивності руху для тролейбусів, рис. 1.9.

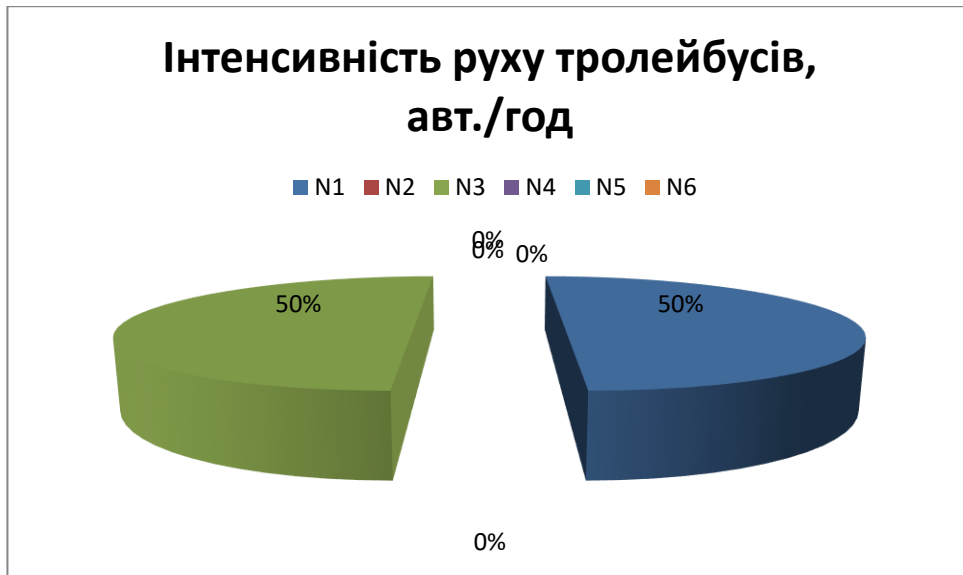


Рисунок 1.9 – Інтенсивності руху для тролейбусів

Відповідно до проведених статистичних спостережень, отримані результати представлено у вигляді графічних залежностей, але для

подальших розрахунків доцільно ці чисельні значення звести до таблиць 1.1
1.2.

Таблиця 1.1 – Загальна інтенсивність за типом транспортних засобів

Тип транспортного засобу	Частка в потоці, %	Інтенсивність руху, авт. /год
Легкові автомобілі	88,48	430
Автобуси	4,73	23
Вантажні	4,32	21
Тролейбуси	2,47	12

Таблиця 1.2 – Розподіл інтенсивностей за напрямками руху

Тип ТЗ	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆
легкові	106	52	110	67	25	70
автобуси	7	0	5	3	5	3
вантажні	5	4	3	4	3	2
тролейбуси	6	0	6	0	0	0

Отримані значення будемо використовувати для подальших розрахунків, де будемо обґрунтовувати параметри розглядуваного перехрестя.

1.2 Аналіз показників і визначення приведеної інтенсивності руху на перехресті

Ми зосередимося на оцінці скоригованої інтенсивності руху, яка є ключовим фактором у визначенні характеристик транспортного потоку. Для цього будемо використовувати відому залежність, представлену у формулі (1.1). Вона враховує інтенсивність руху для різних типів транспортних засобів:

$$N_{np}(t) = \frac{(N_l \cdot K_l + N_{ав} \cdot K_{ав} + N_{ван} \cdot K_{ван} + N_{тр} \cdot K_{тр}) \cdot 60}{t}, \quad (1.1)$$

де N_l , $N_{ав}$, $N_{ван}$, $N_{тр}$ – інтенсивність руху для легкових автомобілів, вантажних автомобілів та автобусів відповідно

t – час спостереження, виражений у годинах, $t = 60$ хв ;

K_l , $K_{ван}$, $K_{ав}$, $K_{тр}$ – коефіцієнти приведення, які коригують значення для вантажних автомобілів та автобусів до рівня легкових автомобілів.

На основі цих даних ми проведемо розрахунки та представимо результати у вигляді інформативних графіків, що дозволять візуалізувати рух на перехресті. Зокрема, ми розрахуємо скориговану сумарну інтенсивність руху для двох напрямків:

$$K_l = 1, K_{ван} = 2, K_{ав} = 2.5, K_{тр} = 2.5.$$

Ці дані допоможуть нам зробити обґрунтовані висновки та рекомендації щодо оптимізації руху на розглядуваному перехресті, а також сприятимуть підвищенню безпеки дорожнього руху.

$$N1_{np}(t) = \frac{(106 \cdot 1 + 7 \cdot 2.5 + 5 \cdot 2 + 6 \cdot 2.5) \cdot 60}{60} = 148,5 \text{ авт./год};$$

– для 2-го напрямку

$$N2_{np}(t) = \frac{(52 \cdot 1 + 0 \cdot 2,5 + 4 \cdot 2 + 0 \cdot 2,5) \cdot 60}{60} = 60 \text{ авт./год};$$

– для 3-го напрямку

$$N3_{np}(t) = \frac{(110 \cdot 1 + 5 \cdot 2,5 + 3 \cdot 2 + 6 \cdot 2,5) \cdot 60}{60} = 60 \text{ авт./год};$$

– для 4-го напрямку

$$N4_{np}(t) = \frac{(67 \cdot 1 + 3 \cdot 2,5 + 4 \cdot 2 + 0 \cdot 2,5) \cdot 60}{60} = 82,5 \text{ авт./год};$$

– для 5-го напрямку

$$N5_{np}(t) = \frac{(25 \cdot 1 + 5 \cdot 2,5 + 3 \cdot 2 + 0 \cdot 2,5) \cdot 60}{60} = 43,5 \text{ авт./год};$$

– для 6-го напрямку

$$N6_{np}(t) = \frac{(70 \cdot 1 + 3 \cdot 2,5 + 2 \cdot 2 + 0 \cdot 2,5) \cdot 60}{60} = 81,5 \text{ авт./год};$$

На графіку 1.10 детально відображено інтенсивність руху легкових автомобілів на розглядуваному перехресті. Ця інтенсивність важлива,

оскільки вона прямо корелює з приведеною інтенсивністю для цього типу транспортних засобів. Важливо відмітити, що у даному випадку коефіцієнт приведення для легкових автомобілів становить рівно один, що означає, що їх фактична інтенсивність руху ідентична приведеній.



Рисунок 1.10 – Приведена годинна інтенсивність руху легкових автомобілів

На графіку чітко відображені пікові години навантаження, коли інтенсивність руху легкових автомобілів досягає максимуму, а також періоди з нижчою активністю. Це дозволяє аналізувати тенденції та варіабельність транспортного потоку протягом дня. Окрім того, порівняння цих даних із схожими показниками для інших видів транспорту, таких як вантажні автомобілі та автобуси, може дати цінну інформацію щодо загальної структури та характеристик руху на перехресті.

Цей самий показник для автобусів, рис. 1.11

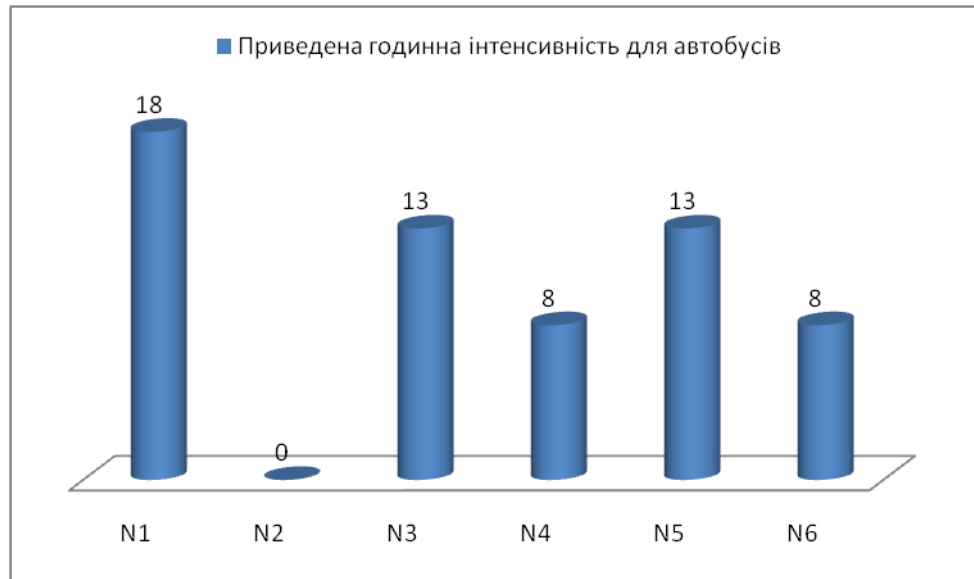


Рисунок 1.11 – Приведена інтенсивність руху для автобусів

Рисунок 1.12 ілюструє приведену інтенсивність руху вантажних автомобілів

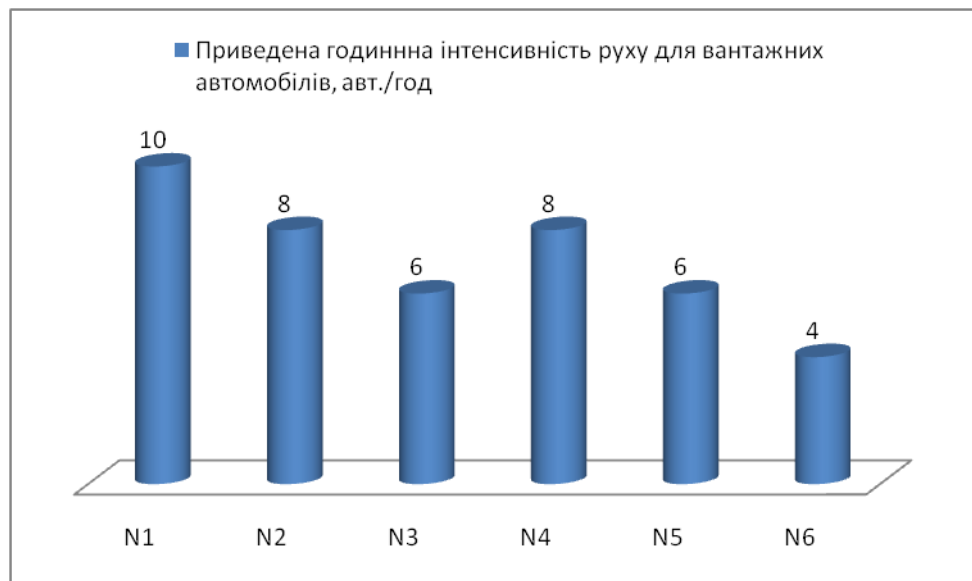


Рисунок 1.12 – Ілюстрація приведеної інтенсивності руху вантажних автомобілів

Приведена інтенсивність руху тролейбусів зображена на рисунку 1.13.



Рисунок 1.13– Відображення приведеної інтенсивності руху тролейбусів

Загальна приведена інтенсивність руху показана на рисунку 1.14.



Рисунок 1.14 – Показана загальна приведена інтенсивність руху на вивченій ділянці

У наступній частині нашого дослідження ми зосередимося на визначенні середньодобової інтенсивності руху автомобілів на аналізованій ділянці дороги. Цей показник є важливим для розуміння загальної активності транспортного потоку протягом цілого дня та надає ключову інформацію для планування дорожнього руху.

$$N_{cd} = K_d \cdot K_m \cdot K_p \cdot N_{np}(t), \quad (1.2)$$

Використовуючи формулу (1.2), ми обрахуємо середньодобову інтенсивність. У цьому розрахунку ми застосуємо декілька важливих коефіцієнтів:

Коефіцієнт K_d , який дозволяє перейти від показників короточасних спостережень до середньодобової інтенсивності. Для цього аналізу ми приймаємо його значення за 1.82.

Коефіцієнт K_m для врахування середньої тижневої інтенсивності, який має значення 0.8. Цей коефіцієнт допомагає урахувати варіації в інтенсивності руху протягом різних днів тижня.

Коефіцієнт K_p для визначення середньої річної добової інтенсивності, який становить 8.47. Цей коефіцієнт враховує сезонні та річні коливання в транспортному потоці.

Результати цих розрахунків будуть представлені на рисунку 15. Це дозволить нам не лише візуалізувати дані, а й зробити порівняльний аналіз інтенсивності руху в різні періоди. Аналіз цих даних є важливим для розробки стратегій управління дорожнім рухом, планування дорожньої інфраструктури та вдосконалення транспортних систем. Він також допомагає у виявленні потенційних проблемних зон та в часі, коли рівень транспортного завантаження є найвищим.

Розуміння цих показників дозволить владі та інженерам розробляти ефективні заходи для оптимізації руху, такі як вдосконалення світлофорного

режиму, реконструкція перехресть та поліпшення дорожніх знаків. Окрім того, дані про середньодобову інтенсивність руху можуть бути використані для оцінки впливу транспорту на навколишнє середовище та для планування заходів щодо зниження шкідливих викидів.

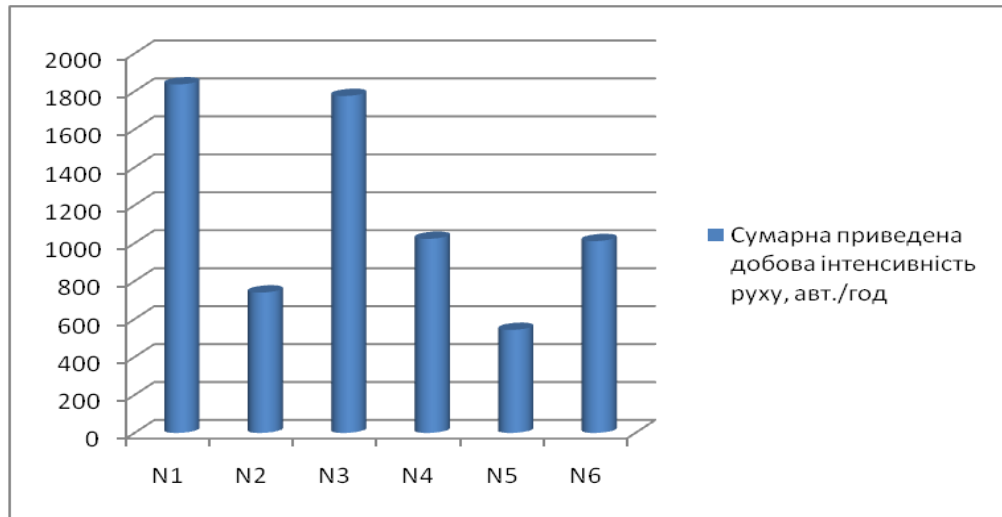


Рисунок 1.15 – Сумарна приведена добова інтенсивність руху

1.3 Розрахунок затримок автомобілів в транспортному потоці на перехресті у час «пік»

Визначення затримок автомобілів на перехрестях є важливим фактором при аналізі їх пропускної спроможності. Цей процес вимагає детального розгляду інтенсивності транспортного потоку, який залежить від напрямків, обслуговуваних перехрестям. Оптимальний час для спостережень - це проміжок не менше 10 хвилин, щоб забезпечити достатню інформацію про поведінку транспорту. Під час спостережень фіксується кількість автомобілів, що перетинають перехрестя, які при цьому зупиняються та проїжджають без зупинок. Ці дані важливі для визначення ефективності руху через перехрестя. Рекомендується проводити такі спостереження у різні часи доби та в різні дні тижня, аби отримати повний образ навантаження на

перехрестя. Результати спостережень аналізуються і представляються у вигляді детальних таблиць та графіків, які відображають різні аспекти пропускної здатності перехрестя, включаючи середні часи затримок, кількість автомобілів у пікові години та вплив різних факторів на пропускну здатність.

Таблиця 1.3 – Результати спостережень за напрямком 1

Час, хв	Число автомобілів, що зупинились перед перехрестям в в моменти часу, с						Сумарне число автомобілів, що зупинилися протягом хв.	Сумарне число автомобілів, що проїхали без зупинки хв.	Сумарне число автомобілів протягом хв.
	10	20	30	40	50	60			
1-а	2	1	0	1	3	4	11	5	25
2-а	1	0	2	2	1	0	6	8	14
3-а	3	1	1	3	3	1	12	3	15
4-а	2	2	1	1	0	0	6	7	13
5-а	1	0	1	0	0	1	3	6	9
6-а	1	2	2	3	2	4	14	4	18
7-а	1	1	0	0	2	2	6	6	12
8-а	2	0	1	2	1	2	8	8	16
9-я	2	0	2	0	1	1	6	1	7
10-а	2	0	0	3	2	1	8	3	11
Разом за 10 хв							80	51	140

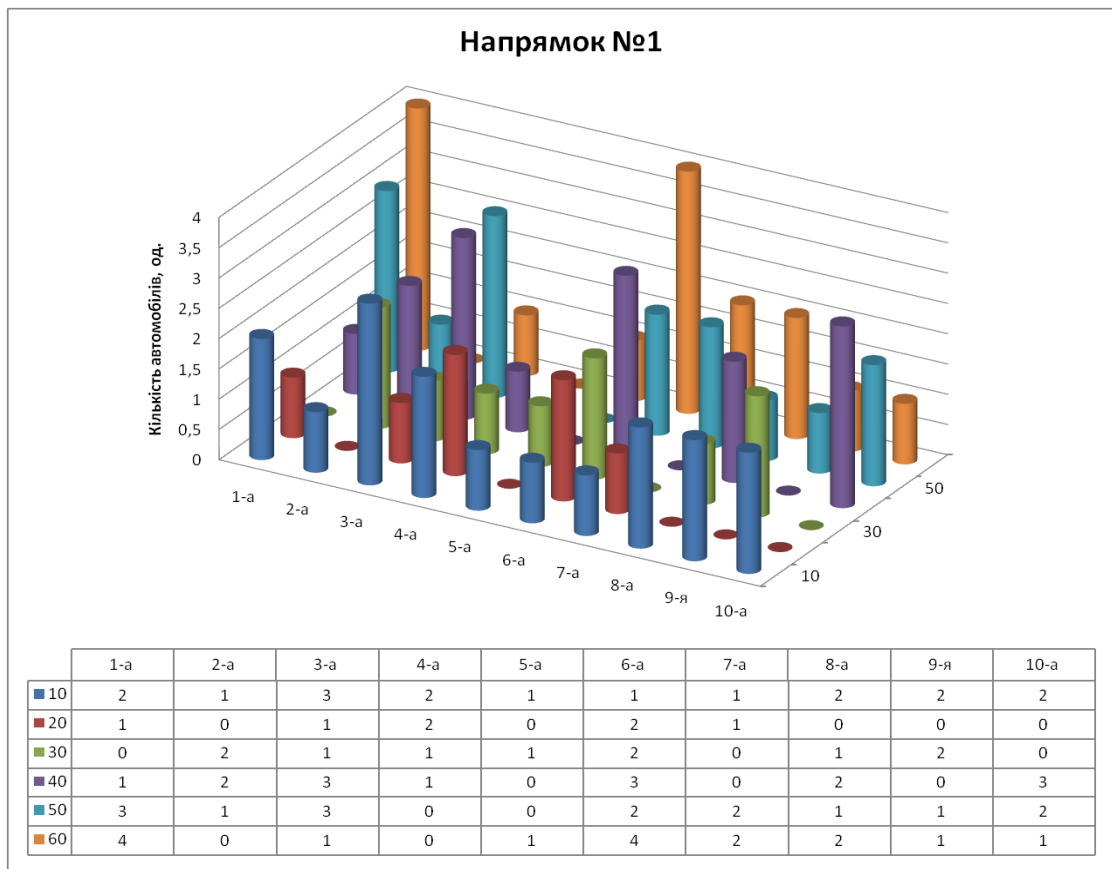


Рисунок 1.16 – Графічна інтерпретація результатів спостережень за напрямком 1

Такі ж результати покажемо за напрямком 2.

Таблиця 1.4 – Результати спостережень за напрямком 2

Час, хв	Число автомобілів, що зупинились перед перехрестям в в моменті часу, с						Сумарне число автомобілів, що зупинилися протягом хв.	Сумарне число автомобілів, що проїхали без зупинки хв.	Сумарне число автомобілів протягом хв.
	10	20	30	40	50	60			
1-а	0	0	0	1	1	1	3	1	5
2-а	1	0	0	0	1	0	2	0	2
3-а	0	1	0	0	0	1	2	0	2
4-а	0	1	1	0	0	0	2	0	2
5-а	1	0	1	0	0	1	3	0	3
6-а	1	0	0	3	0	1	5	1	6
7-а	1	1	0	0	2	1	5	1	6
8-а	0	0	1	0	1	0	2	0	2
9-я	0	0	0	0	1	0	1	1	2
10-а	1	0	0	1	3	1	6	0	6
Разом за 10 хв							31	4	36

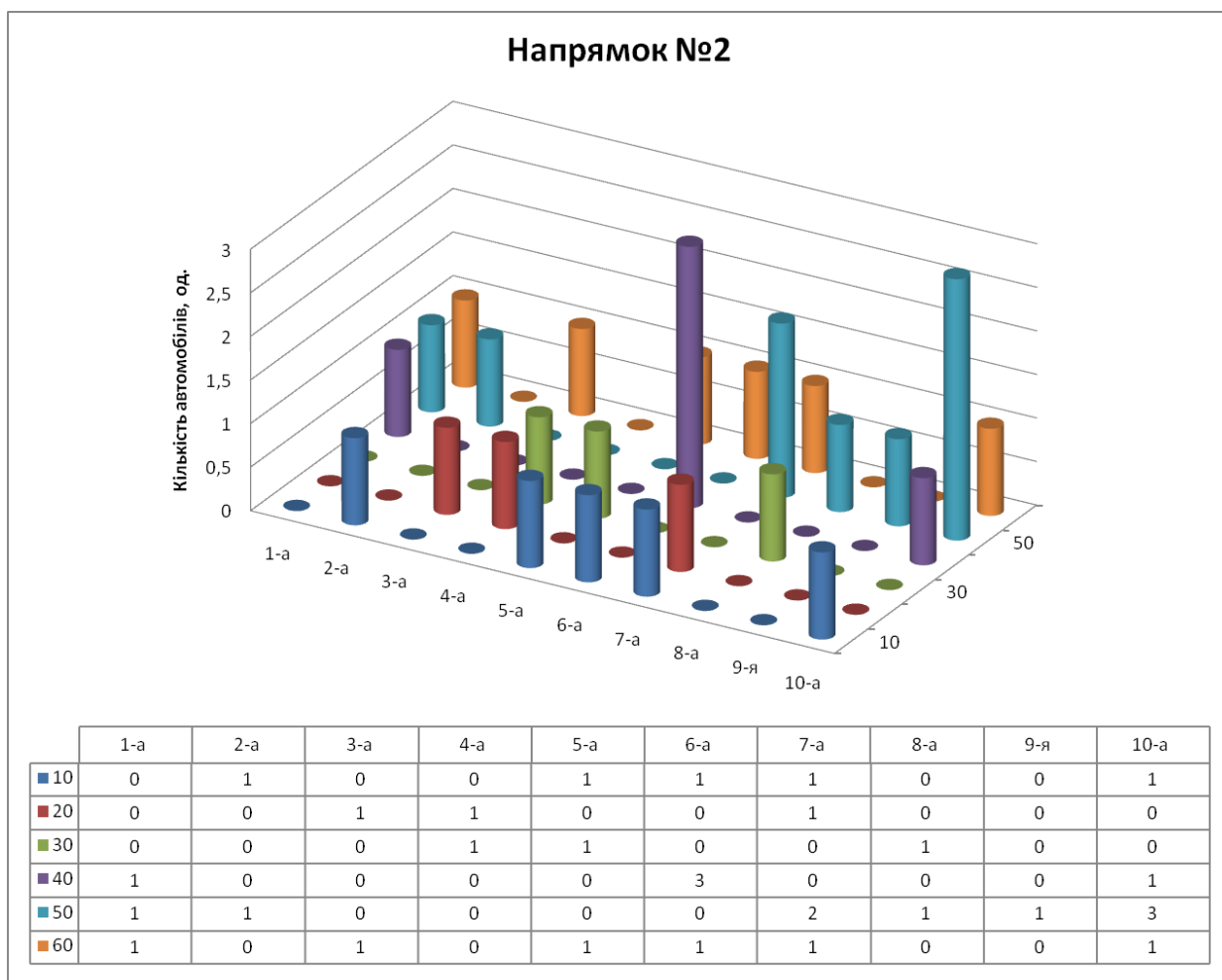


Рисунок 1.17 – Графічна інтерпретація результатів спостережень за напрямком 2

Напрямок 3

Таблиця 1.5 – Результати спостережень за напрямком 3

Час, хв	Число автомобілів, що зупинились перед перехрестям в в моменті часу, с						Сумарне число автомобілів, що зупинилися протягом хв.	Сумарне число автомобілів, що проїхали без зупинки хв.	Сумарне число автомобілів протягом хв.
	10	20	30	40	50	60			
1-а	3	0	0	0	5	2	10	3	24
2-а	0	3	2	1	3	1	10	4	14
3-а	0	2	2	2	1	0	7	1	8
4-а	1	2	0	0	0	1	4	3	7
5-а	2	1	0	1	0	2	6	0	6
6-а	0	0	2	1	2	1	6	0	6
7-а	1	1	0	0	1	1	4	2	6
8-а	0	0	1	0	1	1	3	1	4
9-я	0	0	1	0	1	0	2	2	4
10-а	1	0	1	3	0	1	6	1	7
Разом за 10 хв							58	17	86

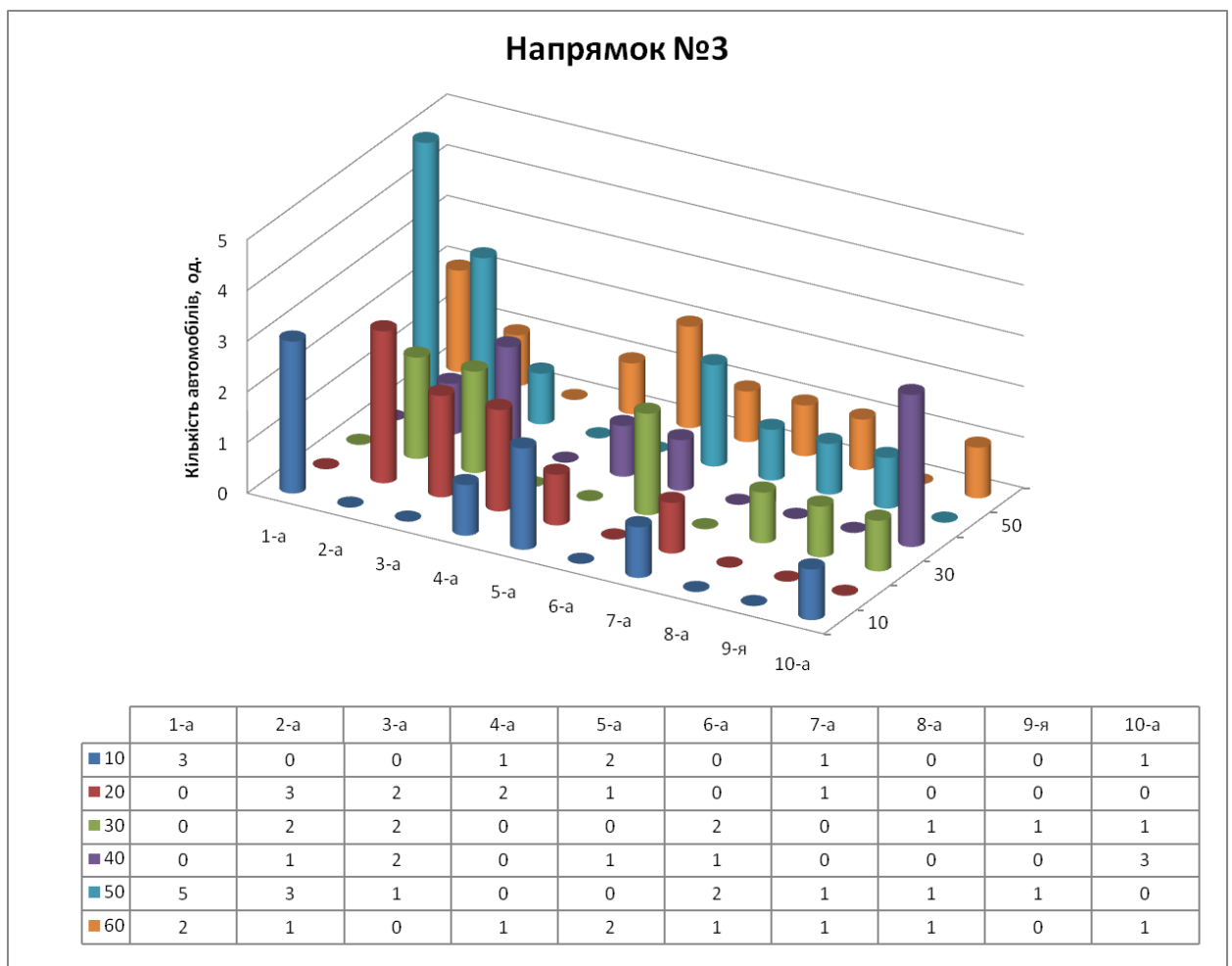


Рисунок 1.18 – Графічна інтерпретація результатів спостережень за напрямком 3

За напрямком 4

Таблиця 1.6 – Результати спостережень за напрямком 4

Час, хв	Число автомобілів, що зупинились перед перехрестям в в моменті часу, с						Сумарне число автомобілів, що зупинилися протягом хв.	Сумарне число автомобілів, що проїхали без зупинки хв.	Сумарне число автомобілів протягом хв.
	10	20	30	40	50	60			
1-а	0	0	0	0	1	1	2	2	6
2-а	0	0	1	2	0	0	3	1	4
3-а	1	1	0	1	1	0	4	0	4
4-а	0	0	1	1	0	0	2	0	2
5-а	0	0	1	0	0	0	1	0	1
6-а	1	1	2	2	1	1	8	1	9
7-а	0	1	0	0	1	1	3	1	4
8-а	1	0	1	1	1	0	4	0	4
9-я	0	0	0	0	0	1	1	0	1
10-а	1	0	0	1	0	0	2	0	2
Разом за 10 хв							30	5	37

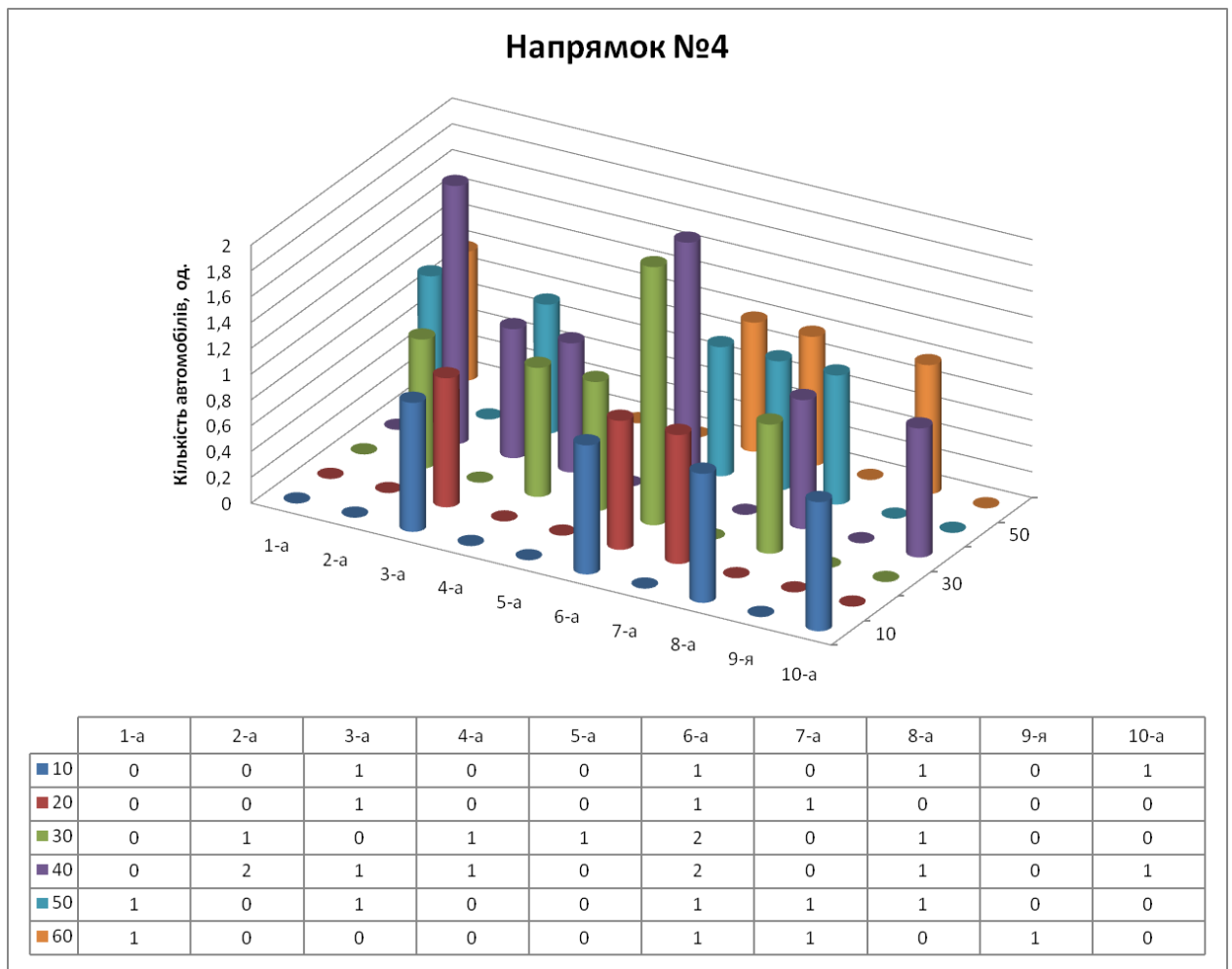


Рисунок 1.19 – Графічна інтерпретація результатів спостережень за напрямком 4

За напрямком 5.

Таблиця 1.7 – Результати спостережень за напрямком 5

Час, хв	Число автомобілів, що зупинилися перед перехрестям в в моменти часу, с						Сумарне число автомобілів, що зупинилися протягом хв.	Сумарне число автомобілів, що проїхали без зупинки хв.	Сумарне число автомобілів протягом хв.
	10	20	30	40	50	60			
1-а	0	0	0	0	0	0	0	0	2
2-а	1	0	1	0	0	0	2	0	2
3-а	0	0	1	1	1	0	3	0	3
4-а	0	0	1	0	0	0	1	1	2
5-а	0	0	1	0	0	1	2	1	3
6-а	0	1	1	0	0	1	3	0	3
7-а	0	1	0	0	1	0	2	0	2
8-а	1	0	1	0	0	1	3	1	4
9-я	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-а	1	0	0	0	1	0	2	0	2
Разом за 10 хв							18	3	23

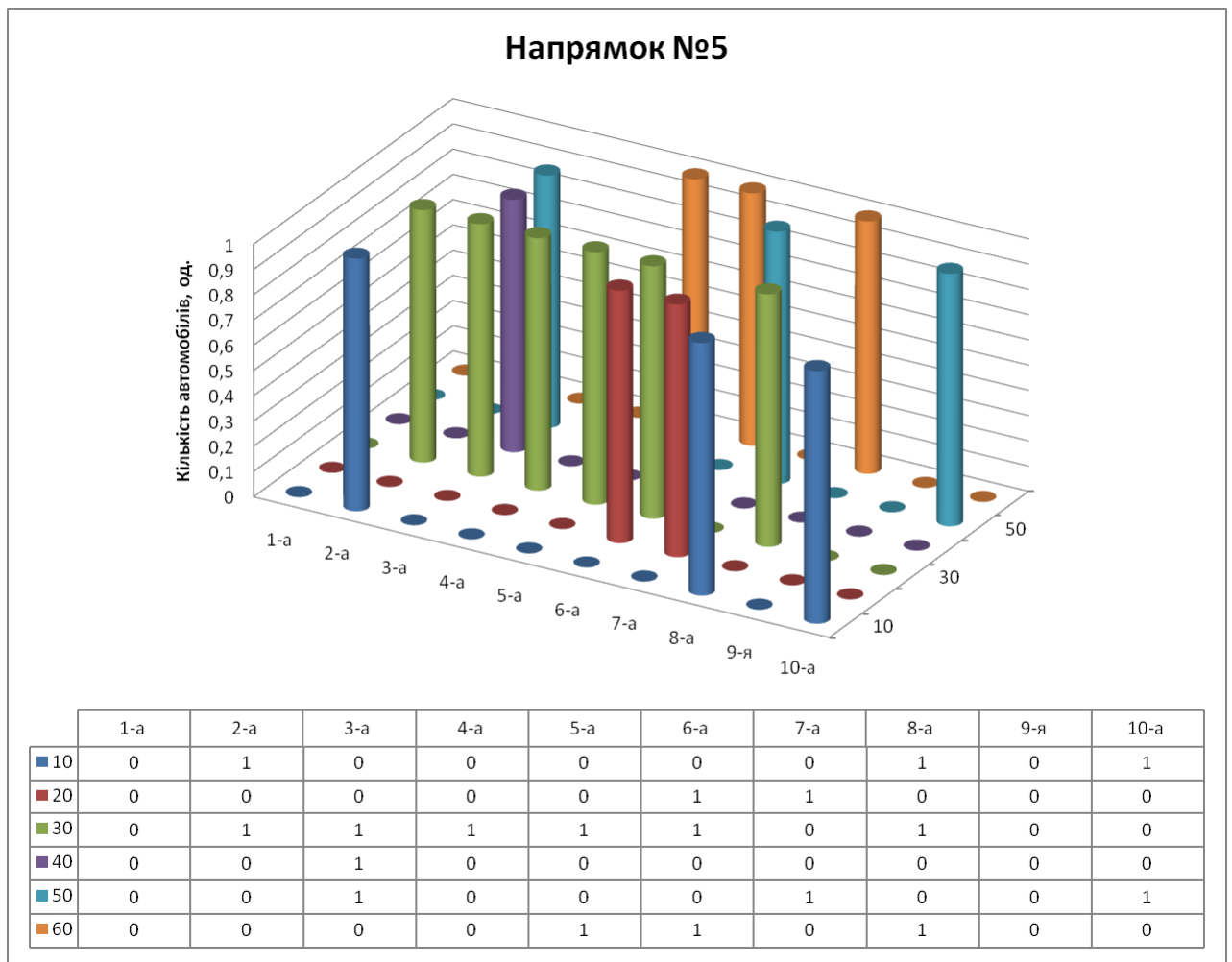


Рисунок 1.20 – Графічна інтерпретація результатів спостережень за напрямком 5

І нарешті за напрямком 6.

Таблиця 1.8 – Результати спостережень за напрямком 6

Час, хв	Число автомобілів, що зупинились перед перехрестям в в моменти часу, с						Сумарне число автомобілів, що зупинилися протягом хв.	Сумарне число автомобілів, що проїхали без зупинки хв.	Сумарне число автомобілів протягом хв.
	10	20	30	40	50	60			
1-а	1	1	0	1	0	0	3	2	7
2-а	0	0	1	0	1	0	2	2	4
3-а	0	1	1	2	1	1	6	2	8
4-а	0	0	1	1	0	0	2	0	2
5-а	1	0	1	0	0	1	3	0	3
6-а	1	0	0	0	0	0	1	0	1
7-а	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8-а	0	0	1	0	1	1	3	1	4
9-я	0	0	0	0	0	0	0	1	1
10-а	0	0	0	0	2	1	3	1	4
Разом за 10 хв							23	9	34

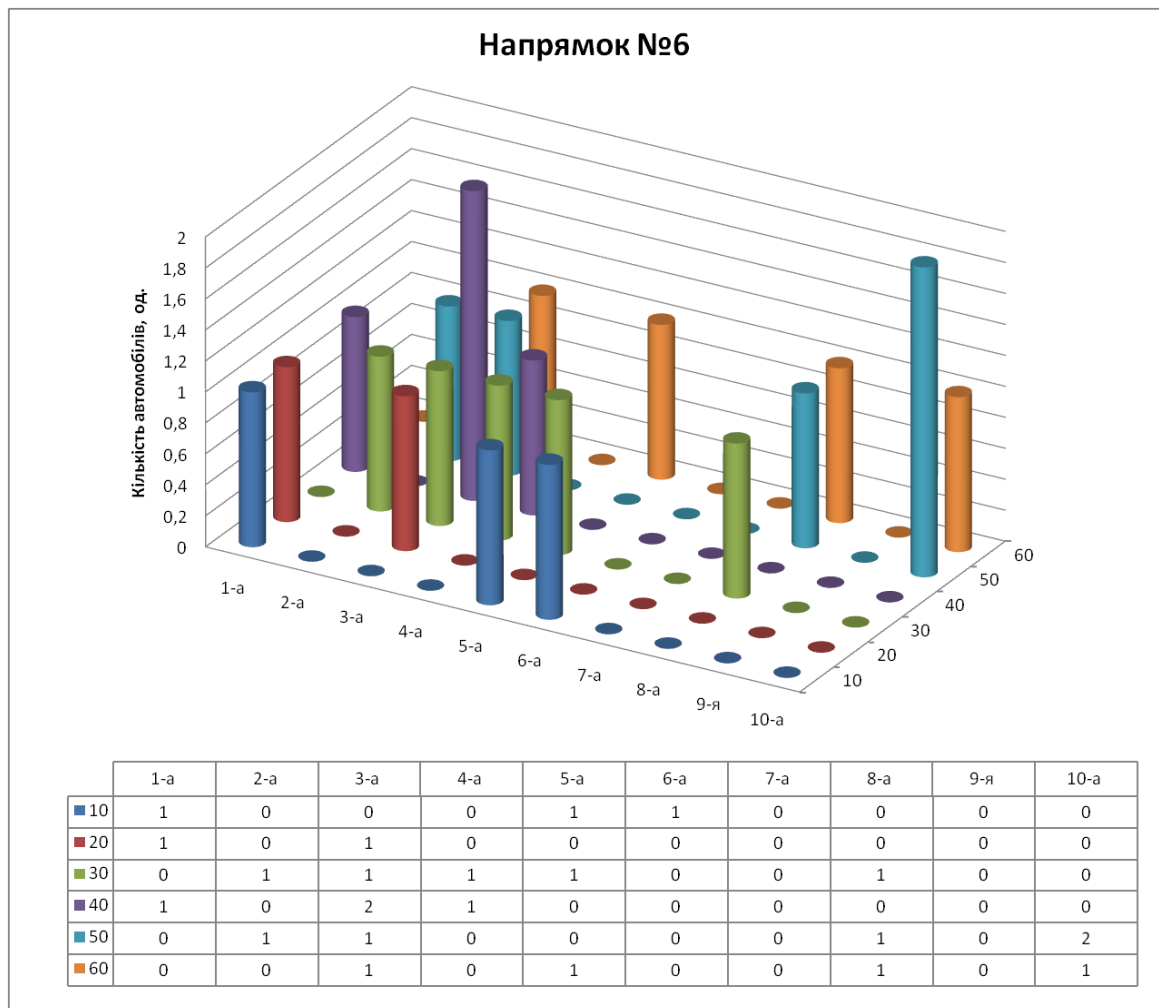


Рисунок 1.21 – Графічна інтерпретація результатів спостережень за напрямком 6

Завершили представлення статистичних даних щодо транспортних потоків на розглядуваному перехресті.

АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунок відсоткових часток автомобілів, що зупинилися на перехресті

Розглянемо та оцінимо в процентних показниках частку автомобілів, які здійснили зупинку перед перехрестям. Цей аналіз буде базуватися на залежності від різних факторів, таких як час доби, день тижня, та інші дорожні умови. Ми розглянемо дані, зібрані протягом певного періоду, щоб визначити, яка частка транспортних засобів зупиняється на цьому перехресті, і як це корелює з різними умовами дорожнього руху.

Для цього ми використаємо статистичні дані, отримані від дорожніх камер та інших спостережних систем. Аналіз цих даних допоможе визначити процент автомобілів, які зупиняються перед перехрестям у різний час доби, у вихідні дні порівняно з буднями, а також під час різних погодних умов.

Додатково ми включимо порівняльний аналіз з іншими перехрестями в регіоні, щоб зрозуміти, чи є специфічні особливості саме для цього перехрестя. Такий підхід дозволить виявити можливі причини збільшення кількості зупинок, наприклад, неефективну організацію дорожнього руху, недоліки в дорожній інфраструктурі, або проблеми з дорожніми знаками та сигналізацією.

На основі цього аналізу ми зможемо розробити рекомендації для покращення руху на цьому перехресті, такі як модернізація світлофорного обладнання, зміни в розмітці дороги або впровадження додаткових знаків. Це сприятиме зменшенню заторів і підвищенню безпеки дорожнього руху.

$$K_i = \frac{S_1}{S_3} \cdot 100\% . \quad (2.1)$$

Для першого напрямку

$$K_1 = \frac{80}{140} \cdot 100\% = 57,1\%;$$

для другого

$$K_2 = \frac{31}{36} \cdot 100\% = 86,1\%;$$

для третього

$$K_3 = \frac{58}{86} \cdot 100\% = 67,4\%;$$

для четвертого

$$K_4 = \frac{30}{37} \cdot 100\% = 81,1\%;$$

для п'ятого

$$K_5 = \frac{18}{23} \cdot 100\% = 78,3\%;$$

Для шостого

$$K_6 = \frac{23}{34} \cdot 100\% = 67,6\%.$$

Встановимо загальну затримку автомобілів протягом години на даному напрямку

$$T_{zi} = S_{li} \cdot 10. \quad (2.2)$$

Результат покажемо у вигляді діаграми, рис.2.1

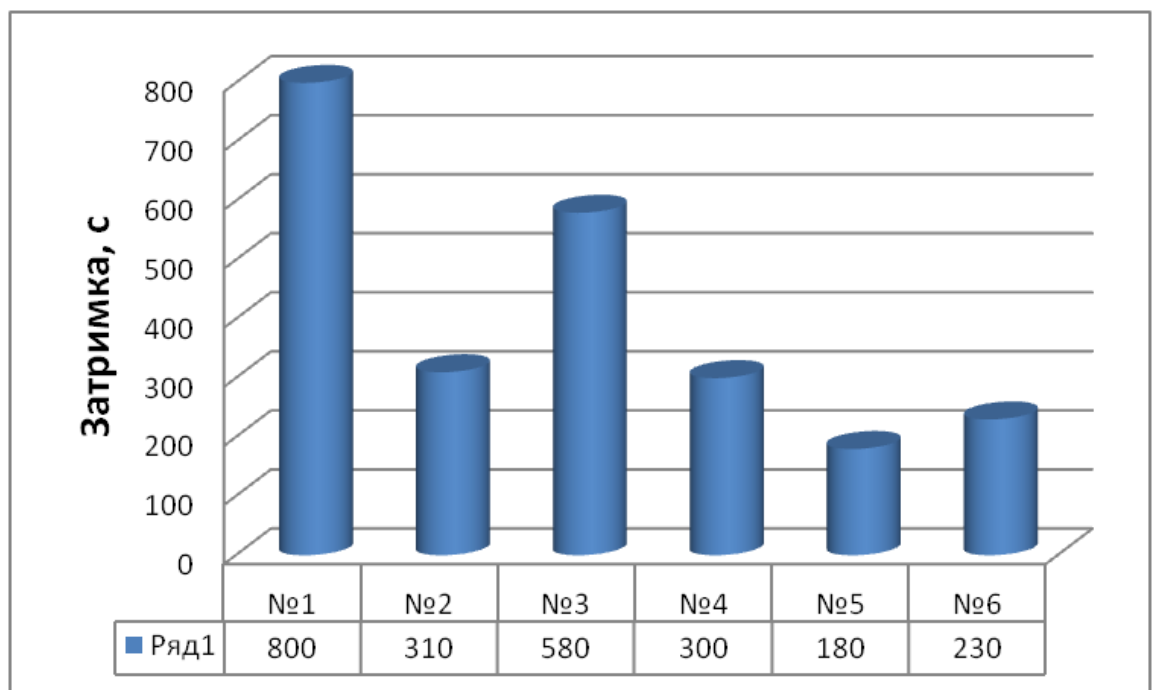


Рисунок 2.1 – Затримка транспортних засобів протягом години відповідно до напрямків

Середня затримка, с.

$$t_{zi} = \frac{T_z}{S_{i1}}. \quad (2.3)$$

Результат також покажемо на діаграмі, рис. 2.2

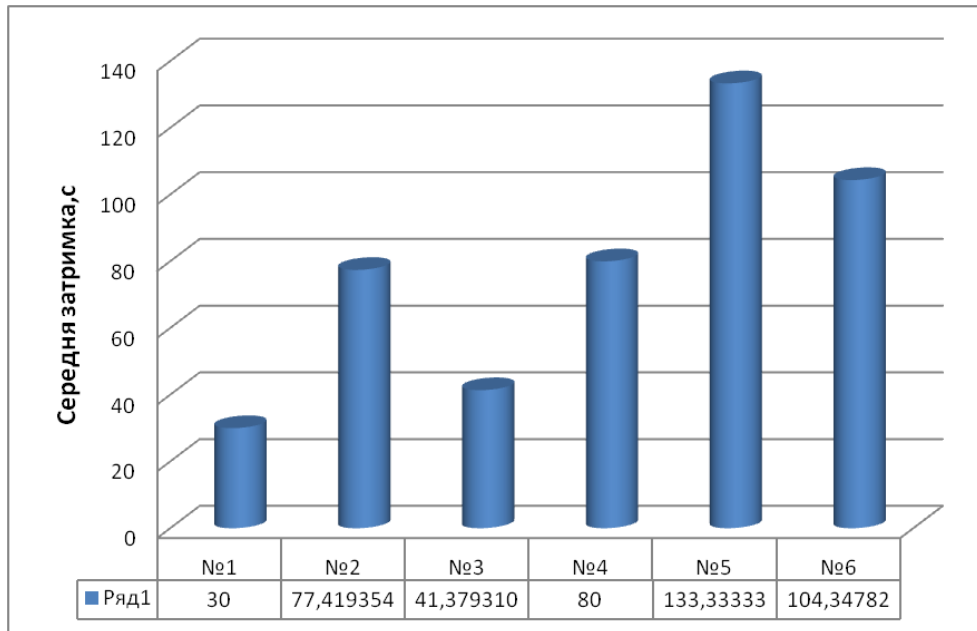


Рисунок 2.2 – Розподіл значень середньої затримки

Умовна затримка, с

$$\bar{t}_{zi} = \frac{T_z}{S_{3i}} . \quad (2.4)$$

Розподіл значень умовної затримки за напрямками, рис.2.3

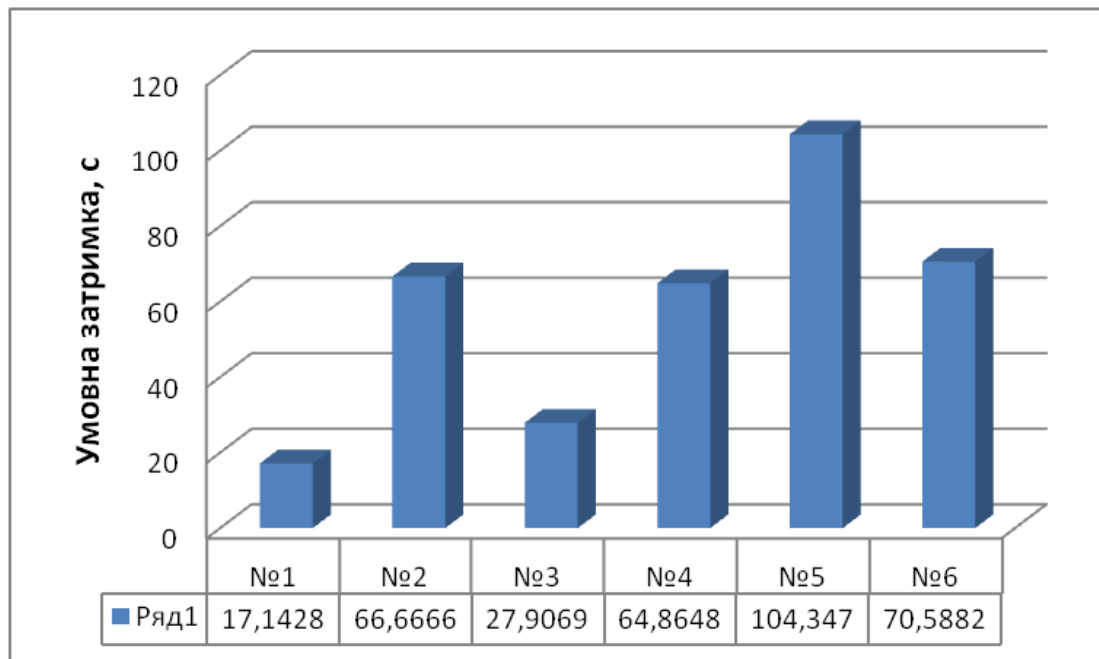


Рисунок 2.3 – Розподіл умовної затримки

Умовна затримка визначена за даним напрямком протягом години:

$$T_{ziz} = \frac{\bar{t}_{zi} \cdot N_i}{3600}, \quad (2.5)$$

N_i – годинна інтенсивність, що визначена відповідно до розглядуваного напрямку.

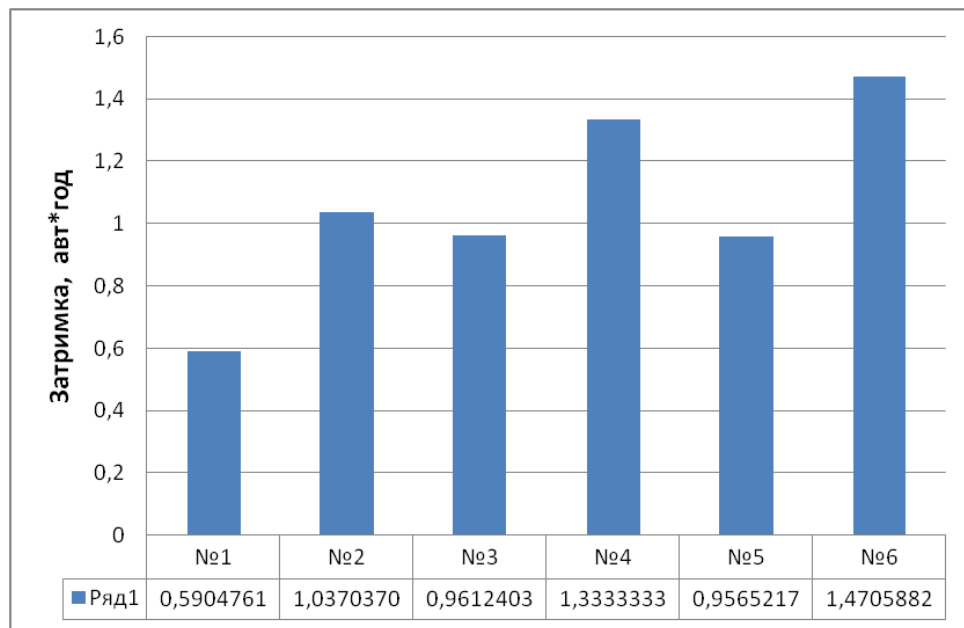


Рисунок 2.4 – Умовна затримка автомобілів з врахування інтенсивності рух

При детальному розгляді регульованого перехрестя, важливо визначити його ключові параметри для оптимізації руху транспорту. Одним з основних елементів є розробка схеми фаз руху відповідно до кожного напрямку, як це зображено на рисунку 2.5. Ця схема допоможе зрозуміти, як різні напрямки руху обслуговуються світлофорами в різні моменти часу.

Далі, проводиться розрахунок тривалості кожного такту в певних фазах світлофорного регулювання. Особливу увагу слід звернути на перехідні інтервали між фазами, щоб мінімізувати затримки та забезпечити плавний рух.

Для більшої точності аналізу, важливо внести в таблицю 1.9 інформацію про тривалість червоного сигналу світлофора для кожного напрямку руху. Це дозволить оцінити, як час очікування на червоному сигналі впливає на загальну пропускну здатність перехрестя.

Крім цього, рекомендується аналізувати вплив різних погодних умов та часів доби на ефективність світлофорного регулювання. Це допоможе адаптувати налаштування світлофора до різних умов, забезпечуючи більш ефективний та безпечний рух на перехресті.

Також корисно проводити регулярні перевірки стану обладнання та забезпечення чіткої видимості світлофорних сигналів для водіїв, що є критично важливим для безпеки дорожнього руху.

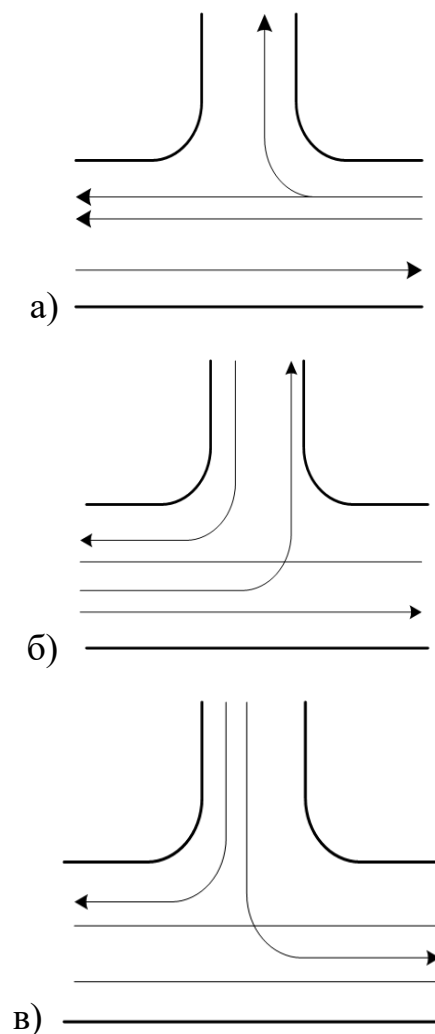


Рисунок 2.5 – Схематичне зображення організації руху відповідно до фаз роботи світлофора

2.2 Визначення оптимального швидкісного режиму при наближенні до перехрестя

Визначення оптимального швидкісного режиму при наближенні до перехрестя є складним процесом, який вимагає аналізу різних чинників та залучення інженерних знань.

Спочатку потрібно виконати аналіз транспортного потоку, де встановити інтенсивність руху, тобто вивчити кількість транспортних засобів, які проходять через перехрестя за певний часовий проміжок. Далі проаналізувати у пікових та непікових годинах.

Наступним кроком є оцінення типів транспортних засобів – оцінка складу транспортного потоку (легкові автомобілі, вантажні автомобілі, громадський транспорт).

На швидкісний режим впливає: геометрія перехрестя – розміри та конфігурація; видимість – оцінка ліній видимості для водіїв при наближенні до перехрестя.

Для визначення оптимального швидкісного режиму суттєвий вплив мають дорожні умови: стан дорожнього покриття – оцінка якості дорожнього покриття та його вплив на безпеку руху; метеорологічні умови.

Сюди також слід віднести дорожню інфраструктуру. Переважно це світлофорне регулювання – аналіз роботи світлофорів та їх впливу на швидкісний режим та дорожні знаки, розмітка.

Крім цього, варто зважати на статистику дорожньо-транспортних пригод (ДТП), проводити їх аналіз. Вивчення статистики ДТП у районі перехрестя для визначення зон підвищеного ризику.

Тоді з врахуванням наведених чинників розробляють моделі оптимального швидкісного режиму з використанням комп'ютерних моделювань та алгоритмів

Оптимізація швидкісного режиму при наближенні до перехрестя є ключовою для забезпечення безпеки дорожнього руху. Для цього необхідно

врахувати ряд факторів, які впливають на можливість водія реагувати на зміни дорожніх умов. Серед таких факторів важливі бокова видимість на дорозі та коефіцієнт зчеплення коліс автомобіля з дорожнім покриттям.

Згідно з нормативними документами, безпечна швидкість – це така, при якій водій може контролювати свій транспортний засіб у будь-яких умовах. Важливо, щоб при наближенні до перехрестя, де траєкторії руху транспортних засобів можуть перетинатися, водій міг безпечно зупинитися на відстані не менше 2 метрів від потенційної точки зіткнення.

У випадку, коли обмеження видимості через забудову або зелені насадження відсутні, рекомендована швидкість в межах перехрестя становить приблизно 40 км/год. Однак, цей показник може бути скоригований в залежності від інших умов, таких як загальна інтенсивність руху, погодні умови, стан дорожнього покриття, наявність пішохідних переходів та інших особливостей перехрестя.

Крім того, для підвищення безпеки на перехрестях рекомендується встановлення додаткових дорожніх знаків та сигналів, що інформують водіїв про рекомендовану швидкість підходу до перехрестя. Також важливо проводити періодичні інспекції та оновлення дорожнього маркування, щоб забезпечити його видимість та читабельність у різних погодних умовах.

2.3 Узагальнення кількості та інтенсивності всіх учасників руху на даному перехресті

У цій частині ми розробляємо деталізовану модель організації дорожнього руху для автотранспорту та пішоходів на конкретному перехресті. Під час проектування цієї моделі основними керівними принципами є нормативні документи, що регламентують організацію та безпеку дорожнього руху.

Для реалізації цього нам необхідно виконати наступні етапи.

Раціональний розподіл транспортних потоків.

Аналіз поточної ситуації на вулично-дорожній мережі навколо перехрестя. Використання технічних засобів для оптимізації потоків, з метою підвищення пропускної спроможності перехрестя. Встановлення дорожніх знаків, нанесення розмітки, встановлення світлофорів, та застосування інших засобів регулювання.

Наступним кроком є організація руху пішоходів.

Розробка маршрутів пішоходів, щоб мінімізувати конфлікти з транспортними потоками.

Встановлення пішохідних переходів, пішохідних світлофорів, та облаштування безпечних зон для пішоходів.

Проектування пішохідних зон, які логічно інтегруються у загальну дорожню інфраструктуру.

Далі потрібно забезпечити рівномірне навантаження на перехрестя.

Аналіз існуючих напрямків руху та їх інтенсивності.

Впровадження заходів для балансування навантаження на перехрестя, зокрема через регулювання світлофорних циклів.

Застосування інноваційних технологій для моніторингу та аналізу дорожнього руху.

Розробка інтелектуальних систем управління рухом, які можуть адаптуватися до змін у трафіку в реальному часі.

За спостереженнями встановлено, рис.2.6

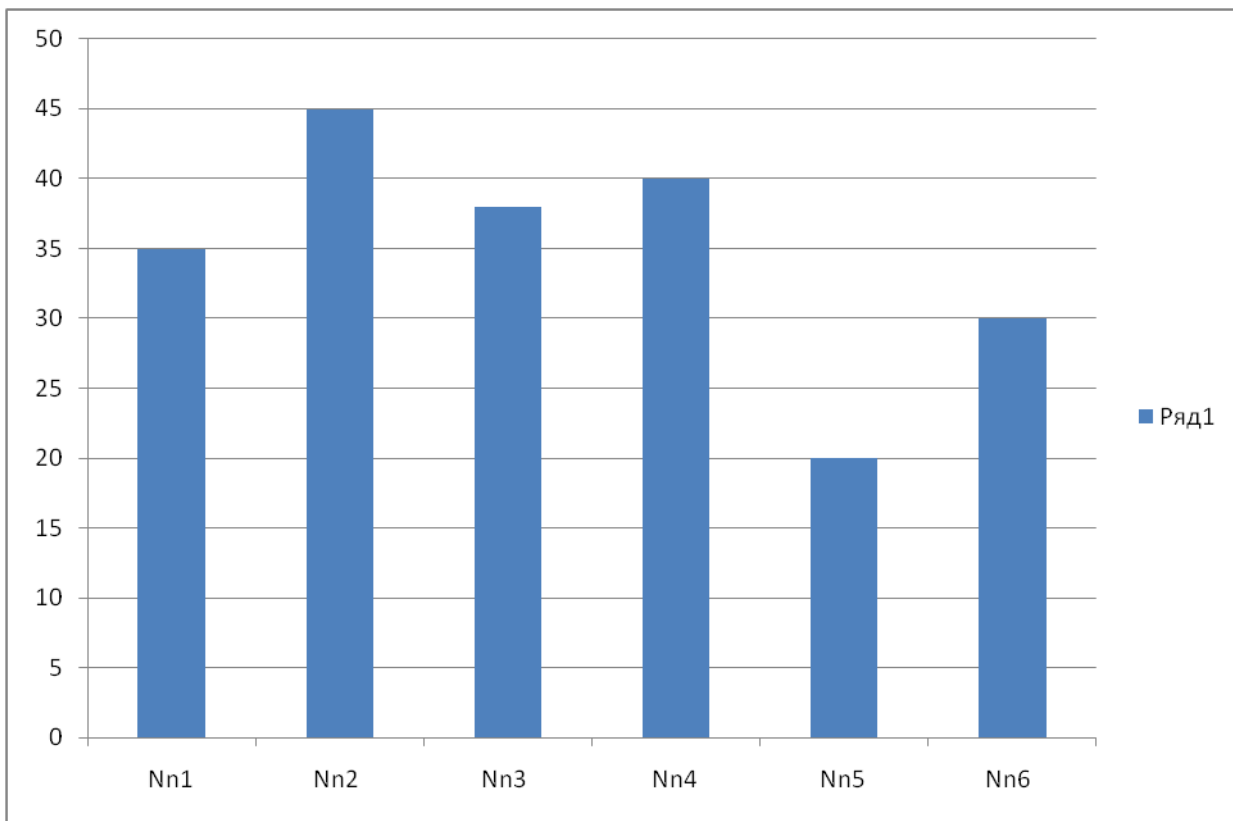


Рисунок 2.6 – Годинна інтенсивність пішохідних потоків в обох напрямках

Таким чином, було виконано основні спостереження, за якими систематизовано інформацію про учасників руху на даному перехресті вулиць. Лесі Українки-Олександра Довженка.

ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Заходи з удосконалення руху на перехресті

Є важливим визнати, що максимальна пропускна здатність перехрестя досягається, коли навантаження розподіляється рівномірно по всіх напрямках допустимого руху. Це передбачає, що необхідно ретельно планувати та оптимізувати трафік таким чином, щоб уникнути перевантажень на окремих ділянках перехрестя.

Ключові аспекти рівномірного навантаження

Це може включати регулювання світлофорних режимів, впровадження обмежень щодо поворотів на перехрестях, а також використання додаткових смуг для руху в години пік.

Систематичне втручання в схеми трафіку, наприклад, шляхом створення альтернативних маршрутів для зменшення навантаження на перехрестя.

Використання даних з датчиків руху та інших систем моніторингу для постійного контролю інтенсивності руху на різних напрямках.

Розробка маршрутів для автобусів, тролейбусів та іншого громадського транспорту, які забезпечують максимально ефективний і комфортний переїзд через перехрестя.

Впровадження пріоритетних смуг для громадського транспорту та інших заходів, які сприяють швидшому руху транспорту і зменшенню часу поїздки.

Аналіз, як оптимізація маршрутів громадського транспорту може впливати на загальну пропускну здатність перехрестя.

Адаптація планування руху для інших видів транспорту, щоб забезпечити гармонійний баланс на перехресті. Це може включати альтернативні маршрути для легкового та вантажного транспорту, щоб розвантажити найбільш завантажені напрямки.

Використання технологій, таких як адаптивне управління світлофорами, що відреагують на зміни в транспортних потоках в реальному часі, може значно покращити розподіл трафіку.

Проведення регулярних оцінок безпеки для виявлення потенційних ризиків на перехрестях, особливо у місцях із змішаним рухом транспорту та пішоходів.

Вдосконалення дорожньої інфраструктури, включаючи поліпшення дорожніх знаків, розмітки та освітлення для підвищення видимості та безпеки.

Забезпечення оптимальної пропускної здатності та безпеки на перехресті вимагає комплексного підходу, що включає раціональне регулювання руху всіх учасників дорожнього руху, а також врахування потреб пішоходів і громадського транспорту. Всі ці заходи спрямовані на забезпечення безпеки, ефективності та комфорту всіх учасників дорожнього руху.

У контексті аналізу схеми маршрутів, важливо звернути увагу на візуальне представлення різних видів транспорту. Кожен вид транспорту на схемі представлений унікальним кольором для кращої ідентифікації та аналізу. Зокрема, маршрути автобусів виділені червоним кольором, що підкреслює їх важливість у міському комунікаційному просторі. Легкові автомобілі представлені зеленими лініями, що дозволяє легко відрізнити їх від інших учасників руху. В той же час, вантажні автомобілі марковані синіми лініями, виділяючи їх специфічний вплив на дорожній рух.

Щодо аналізу завантаження перехрестя, розглядається ключовий параметр - коефіцієнт завантаження. Цей коефіцієнт допомагає визначити, наскільки ефективно використовується кожен підхід до перехрестя. Для його

обчислення використовується спеціалізована формула, яка враховує різні параметри трафіку, включаючи кількість транспортних засобів, їх тип, а також часові інтервали руху. Ця формула дозволяє отримати об'єктивну оцінку рівня завантаження перехрестя та визначити потенційні точки перевантаження.

$$K_{zji} = \frac{N_{ji}}{\Pi_{cji}}, \quad (3.1)$$

У контексті аналізу дорожнього руху на перехрестях, важливо враховувати кілька ключових параметрів. Перший з них - це інтенсивність руху транспорту, яка вимірюється з боку певного під'їзду до перехрестя. Цей параметр, позначений як N_{ji} , вказує на кількість транспортних засобів, що проходять через даний під'їзд за одиницю часу, зазвичай виражається в одиницях на годину (од./год). Він є критично важливим для визначення загального навантаження на перехрестя та може варіюватися в залежності від часу доби, дня тижня, а також сезонних коливань.

Другий важливий параметр - технічна пропускна здатність підходу до перехрестя, позначена як Π_{cji} . Цей параметр відображає максимальну кількість транспортних засобів, які здатний прийняти даний під'їзд до перехрестя за одиницю часу без утворення заторів або інших затримок, також вимірюється в одиницях на годину. Ця характеристика залежить від багатьох факторів, включаючи геометрію перехрестя, наявність та тип світлофорного регулювання, а також дорожню інфраструктуру, таку як кількість смуг руху та їх ширину.

Розуміння та аналіз цих двох параметрів дозволяє ефективно планувати дорожній рух, оптимізувати роботу світлофорів, покращувати дорожню інфраструктуру та, в цілому, підвищувати безпеку та ефективність дорожнього руху на перехрестях.

Аналіз інтенсивності руху на перехрестях виконується через проведення ретельних спостережень і складання картограм. Ці картограми ефективно відображають різні транспортні потоки, враховуючи їх напрямки, та допомагають візуалізувати ключові шаблони трафіку та райони з високим транспортним навантаженням. Такий підхід дозволяє точно оцінити об'єми трафіку та основні напрямки руху.

Пропускна здатність перехрестя тісно пов'язана з кількістю та конфігурацією дорожніх смуг. Визначення оптимальної кількості смуг для кожного напрямку є ключовим, оскільки це може значно підвищити пропускну спроможність. Водночас, необхідно враховувати необхідність у забезпеченні безпеки дорожнього руху, особливо при збільшенні кількості смуг.

Коли транспортні потоки на перехресті змінюються, наприклад, під час поворотів, такі маневри аналізуються за допомогою спеціальних коефіцієнтів. Ці коефіцієнти враховують складність маневрування та його вплив на загальний рух, зокрема, потенційне зниження пропускну здатності та ризику утворення заторів.

Для оцінки пропускну здатності перехрестя при різних маневрах, використовується формула, що включає відповідні коефіцієнти K_{njin} , кількість смуг руху, швидкість транспорту та інші чинники, такі як загальна інтенсивність трафіку. Це дозволяє забезпечити більш точне і гнучке управління трафіком на перехрестях.

$$P_{cji} = P_{cjin}^0 \cdot K_{njin}, \quad (3.2)$$

де P_{cjin}^0 – технічна пропускна здатність для смуги i -го під'їзду j -го перехрестя.

Технічна пропускна здатність смуги під'їзду до перехрестя, використовувана для руху у прямому напрямку, визначається кількома

ключовими параметрами. Цей показник є важливим для ефективної організації дорожнього руху та забезпечення плавності пересування транспортних засобів.

При розрахунку технічної пропускної здатності важливо враховувати ширину смуги, оскільки вона безпосередньо впливає на кількість транспорту, що може одночасно рухатися цією смугою. Ширші смуги зазвичай можуть обслуговувати більший об'єм транспорту.

Також враховуються такі фактори, як наявність та характеристики світлофорного регулювання, дорожніх знаків та розмітки, які впливають на швидкість та поведінку водіїв, а тим самим і на пропускну здатність смуги.

Інтенсивність та типи транспортних засобів, що використовують смугу, також є важливими. Наприклад, присутність великогабаритного транспорту може знижувати пропускну здатність через потребу у більшому просторі для маневрування.

Важливо також врахувати особливості руху транспорту в цій смузі, включаючи частоту та види маневрів. Наприклад, якщо смуга використовується для здійснення поворотів, це може вплинути на її пропускну спроможність.

Важливим аспектом у регулюванні дорожнього руху є усвідомлення того, що при повороті або будь-якій іншій зміні напрямку руху, швидкість транспортного потоку суттєво знижується. Це зниження швидкості має значний вплив на пропускну здатність перехрестя і на загальний ритм дорожнього руху. Щоб кількісно оцінити ці зміни в русі транспорту, застосовується спеціальний коефіцієнт зниження швидкості.

Цей коефіцієнт враховує не тільки час, необхідний для виконання повороту, але й вплив цього повороту на інші ділянки трафіку. Він розраховується, беручи до уваги різноманітні параметри, такі як кут повороту, ширину дорожньої смуги, інтенсивність трафіку та типи транспортних засобів, які беруть участь у русі.

Додатково, цей коефіцієнт може включати такі фактори, як стан покриття дороги, погодні умови та видимість, які також можуть впливати на швидкість руху транспорту при повороті. Крім того, враховуються характеристики самого перехрестя, наприклад, наявність спеціальних поворотних смуг або світлофорного регулювання, що може оптимізувати процес повороту та зменшити його вплив на загальний трафік.

Завдяки врахуванню цього коефіцієнта зниження швидкості стає можливим більш точне моделювання та планування дорожнього руху, що є особливо важливим у місцях з високою інтенсивністю транспорту, забезпечуючи більш плавний і безпечний рух.

$$K_{ijin} = \frac{100}{a + 1.25 \cdot b + 1.75 \cdot c}, \quad (3.3)$$

тут a, b, c – процентне співвідношення різних категорій транспортних засобів, використовуваних учасниками дорожнього руху для пересування у різних напрямках на перехресті.

Це ключовий фактор у аналізі трафіку. Визначення частки легкових автомобілів, вантажних автомобілів, мотоциклів, велосипедів та інших типів транспорту дозволяє розробити більш точну модель руху, оскільки кожен тип транспорту має свої особливості в поведінці на дорозі.

Такий аналіз допомагає виявити потенційні "вузькі місця" та зони підвищеного ризику, оскільки різні транспортні засоби можуть впливати один на одного та на загальну пропускну спроможність перехрестя. Наприклад, висока частка великогабаритного транспорту може вимагати більше простору для маневрування та знижувати ефективність руху в цілому.

Крім того, розуміння цього процентного розподілу допомагає у плануванні та розробці інфраструктурних покращень, таких як розширення доріг, додавання додаткових смуг, або створення спеціальних зон для певних

категорій транспорту. Воно також є важливим для розробки ефективних стратегій управління трафіком, спрямованих на зниження заторів та підвищення безпеки на дорогах.

У сфері управління дорожнім рухом на перехрестях, критично важливо розуміти, як різні типи транспортних засобів розподіляються в залежності від напрямків руху, таких як прямий рух, поворот праворуч чи ліворуч. Ці відсоткові показники розподілу руху важливі для визначення транспортних потоків по окремих смугах, які зазвичай чітко обмежені дорожніми знаками та розміткою.

Відсоткове співвідношення транспортного потоку, що рухається по цих смугах, залежить від географічного розташування перехрестя та його дизайну. Для оптимізації трафіку необхідно аналізувати, як різні частини транспортного потоку використовують ці смуги та взаємодіють між собою.

Аналіз цих відсоткових розподілів допомагає виявити перевантажені смуги та ті, де є більше вільного простору для руху. Це дозволяє розробити стратегії для покращення трафіку, такі як регулювання часу роботи світлофорів, модернізація дорожньої інфраструктури або розробка альтернативних маршрутів для розвантаження найбільш завантажених напрямків.

Важливо також враховувати інтереси всіх учасників дорожнього руху, включаючи легкові автомобілі, вантажні транспортні засоби та громадський транспорт, для забезпечення безпечного, ефективного та комфортного руху через перехрестя.

3.2 Рекомендації щодо організації світлофорного регулювання на перехресті

Першим варіантом і базовим варіантом є двотактне світлофорне регулювання дорожнього руху на даному перехресті.

Двотактне світлофорне регулювання на Т-подібному перехресті - це система, яка управляє рухом транспорту та пішоходів за допомогою світлофорів, працюючи у два основні цикли або "такти".

Уявімо собі Т-подібне перехрестя, де одна дорога перетинається з іншою під прямим кутом. Двотактне регулювання тут працює наступним чином.

Перший такт: Світлофори на головній дорозі, яка проходить вздовж основної гілки, вмикають зелене світло, дозволяючи транспорту продовжувати рух або повертати наліво чи направо. У цей же час світлофори на поперечній дорозі (верхівка Т) показують червоне світло, зупиняючи транспорт та пішоходів.

Другий такт: Світлофори на головній дорозі переходять у червоне світло, зупиняючи рух. У цей час світлофори на поперечній дорозі переходять у зелене світло, дозволяючи транспорту та пішоходам рухатися.

Ця система чергує рух між двома напрямками, забезпечуючи безпеку та ефективність на перехресті.

Графічне зображення 2-х тактного регулювання наведено на рис. 3.1.

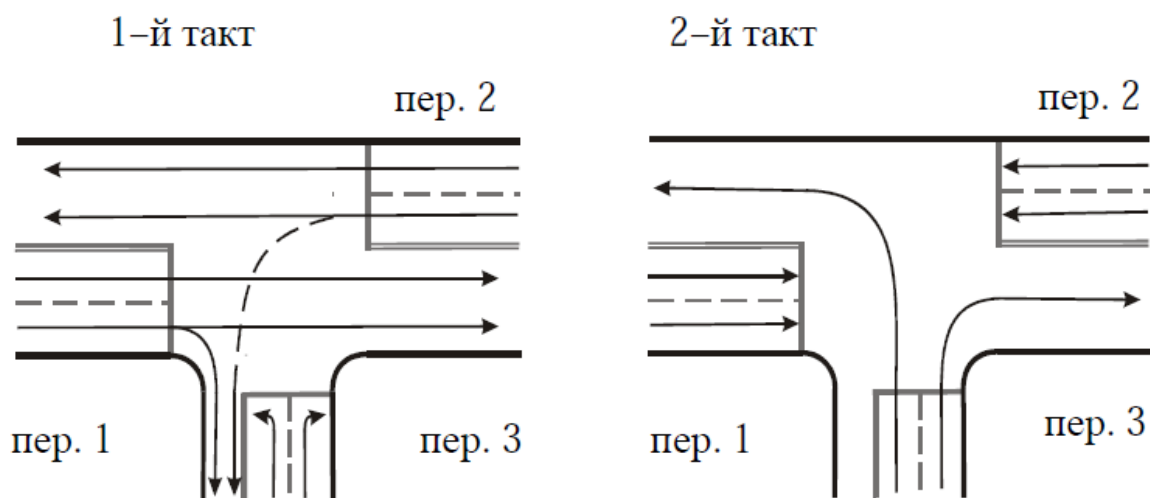


Рисунок 3.1 – Двотактне регулювання Т-подібного перехрестя

За такої схеми регулювання дорожнього руху на даному перехресті утворюються значні затори, що зменшує пропускну здатність перехрестя. Тому, виходячи із проведеного дослідження, пропонується двохтактне регулювання замінити на трьохтактне.

Трьохтактне світлофорне регулювання на Т-подібному перехресті використовує додатковий цикл у порівнянні з двотактним регулюванням, що дозволяє більш детально керувати рухом транспорту та пішоходів.

У цій системі, кожен з трьох тактів зосереджується на різних напрямках руху. Перший такт може контролювати рух по головній дорозі, дозволяючи транспорту проїжджати перехрестя або повертати. Другий такт зазвичай зосереджується на поперечній дорозі перехрестя, дозволяючи транспорту з цієї дороги рухатися або повертати. Третій такт може бути спеціально призначений для пішоходів або специфічних маневрів, наприклад, для лівого повороту з головної дороги.

Ця система дозволяє більш точно контролювати рух на перехресті, зменшуючи конфлікти між різними напрямками та забезпечуючи безпеку всіх учасників дорожнього руху.

Схематичне зображення трьохтактного регулювання дорожнім рухом представимо на рис. 3.2.

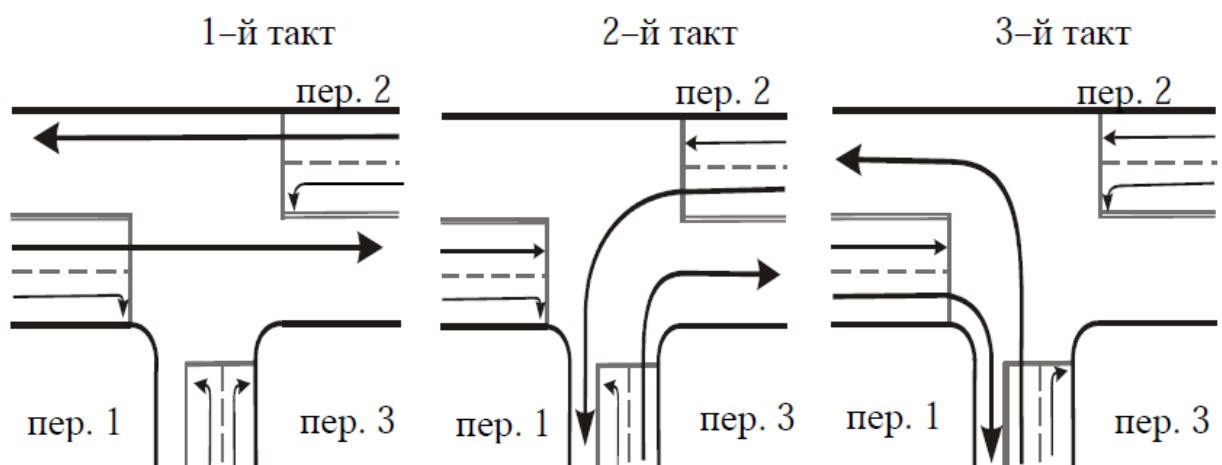


Рисунок 3.2 – Трьохтактне регулювання дорожнього руху на Т-подібному перехресті

Умова недопущення заторів на під'їздах до перехресть запишеться наступним чином

$$K_{zji} < 1,0; \quad (3.4)$$

Для запобігання утворення заторів на під'їздах до перехресть умову можна сформулювати так

$$K_{zji \max} - K_{zji \min} \leq 0,4, \quad (3.5)$$

тут маємо: $K_{zji \max}$ і $K_{zji \min}$ – Відповідно, максимальні та мінімальні значення коефіцієнтів завантаження будуть такими, $K_{zji \max} = 0,88$; $K_{zji \min} = 0,1$.

Тоді

$$0,88 - 0,1 = 0,78.$$

Отже, можна зробити висновок, що поточний розподіл транспортних потоків на цій ділянці дороги є незбалансованим.

3.3 Організація руху пішоходів на перехресті вулиць Лесі Українки-Олександра Довженка

Забезпечення безпеки та комфорту пішоходів є критично важливим у контексті організації дорожнього руху на визначеній ділянці дороги. Цей аспект відіграє ключову роль у плануванні та управлінні дорожнім рухом, оскільки інтенсивність та характеристики пішохідного руху безпосередньо впливають на пропускну спроможність перехресть. Нерідко пішоходи, через низький рівень дорожньої культури або несвідоме ігнорування правил, стають причиною дорожньо-транспортних пригод.

Щоб ефективно управляти цими ризиками, важливо впроваджувати відповідні технічні засоби та обладнання. Це може включати встановлення спеціалізованих пішохідних переходів, організованих за різними схемами, які сприяють безпечному перетину доріг. Також важливо використовувати обладнання, здатне адаптуватися до мінливої інтенсивності руху як пішоходів, так і транспортних засобів, щоб забезпечити оптимальний рух у різних дорожніх умовах.

Загалом, інтеграція таких рішень у систему дорожнього руху допомагає створити безпечніше та комфортніше середовище для всіх учасників дорожнього руху, знижуючи ризик аварійних ситуацій та поліпшуючи загальну ефективність дорожньої інфраструктури.

Раціональна організація руху пішоходів – це комплексний підхід, що включає низку стратегій та методів, спрямованих на забезпечення безпеки, ефективності та комфорту пішоходів у міському просторі. Основна мета полягає в створенні умов, які б сприяли безперешкодному і безпечному переміщенню пішоходів, з одночасним зменшенням можливих конфліктів з транспортними засобами.

Одним з ключових аспектів є проектування та облаштування пішохідних зон. Це передбачає створення широких та зручних тротуарів, пішохідних переходів та площ, які враховують потреби всіх категорій пішоходів, включаючи дітей, літніх людей та людей з обмеженими можливостями. Важливим є також наявність достатньої кількості навігаційних знаків та пішохідної сигналізації, які допомагають орієнтуватися у міському просторі.

Ще одним аспектом є застосування спеціальних технологій та рішень для регулювання пішохідного руху. Це може включати встановлення системи "розумних" світлофорів, які адаптуються до інтенсивності пішохідного руху, а також застосування сучасних технологій, таких як датчики руху або системи відеонагляду, для моніторингу та управління пішохідними потоками.

Крім того, важливо розвивати культуру поведінки серед пішоходів, підвищуючи обізнаність щодо правил дорожнього руху та безпечної поведінки на дорозі. Це може бути досягнуто через інформаційні кампанії, освітні програми та різноманітні заходи, спрямовані на підвищення безпеки пішоходів.

Врахування цих аспектів дозволяє створити інтегровану систему, яка забезпечує безпеку, комфорт та ефективність руху пішоходів, водночас забезпечуючи гармонійну взаємодію з іншими видами транспорту та зберігаючи високий рівень міської мобільності.

Організація руху пішоходів включає різні задачі, спрямовані на поліпшення їхнього безпекового та комфортного переміщення у міському просторі. Серед ключових напрямків цієї роботи - створення окремих шляхів для пішоходів уздовж вулиць і доріг, облаштування безпечних пішохідних переходів, формування спеціальних пішохідних і безтранспортних зон, а також розподілення житлових районів. Також існує потреба в комплексній організації руху на маршрутах, які постійно використовуються пішоходами.

Ефективне планування цих заходів потребує врахування психофізіологічних і фізичних можливостей людей. Зокрема, потрібно враховувати природні прагнення людей до економії часу і зусиль, що спонукає їх обирати найкоротший шлях між точками призначення. Важливо також звертати увагу на особливості зору пішоходів, особливо у вечірній та нічний час, коли зір людини стає менш ефективним. Відтак, конструкція, кольорова гама та розташування технічних засобів для пішоходів мають бути спроектовані таким чином, щоб вони були легко і швидко сприйняті зором.

Крім того, велике значення має належне освітлення та використання добре видимих у темряві знаків і показників, які допомагають пішоходам орієнтуватися і спонукають до дотримання правил дорожнього руху, наприклад, використання визначених пішохідних переходів.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Обов'язки працівників щодо охорони праці

Найголовнішим обов'язком працівника є неухильне дотримання вимог законодавчих та нормативних актів з охорони праці за своїм фахом, що є запорукою предметної діяльності без травм і аварій та будь-якого ушкодження здоров'я. Працівник має [24]:

- дбати про особисту безпеку та здоров'я;
- знати й виконувати вимоги інструкцій за фахом та нормативно-правові акти з охорони праці;
- проходити у встановленому порядку навчання, попередні та періодичні медичні огляди;
- підтримувати вимоги трудової і технологічної дисципліни, які встановлюють правила виконання робіт і поведінки у виробничих приміщеннях та на території підприємства.

Взаємовідносини між роботодавцем і працівниками підприємства визначено у КЗпП (р. XII ст. 243-251). Інтереси працівників на виробництві представляють професійні спілки у галузі виробничої діяльності, побуту і культури.

За порушення законодавчо-правових актів з охорони праці працівник несе відповідальність. Роботодавець може застосовувати дисциплінарне стягнення у вигляді догани або звільнення від займаної посади. За кожне порушення може застосовуватися лише одне стягнення, яке має оголошуватися у наказі і повідомлятися працівникові під розписку, або інші відповідні види впливу.

У Законі "Про охорону праці" (ст. 4) визначаються такі основні принципи державної політики в галузі охорони праці [25]:

- пріоритет життя і здоров'я працівників, повна відповідальність роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці;
- підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництва, технологічних процесів і продукції, а також сприяння підприємствам у створенні ними безпечних та нешкідливих умов праці;
- комплексне розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавних галузевих, регіональних програм з охорони праці та з урахуванням інших напрямів економічної і соціальної політики, досягнень у галузі науки і техніки та охорони навколишнього середовища;
- соціальний захист працівників: повне відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
- установлення єдиних вимог з охорони праці для підприємств та суб'єктів підприємницької діяльності незалежно від форм власності та видів діяльності;
- адаптація трудових процесів до можливостей працівника з урахуванням рівня його здоров'я та психологічного стану; використання економічних методів управління охороною праці, участь держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці, залучення добровільних внесків та інших надходжень на ці цілі, отримання яких не суперечить чинному законодавству;
- інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці; забезпечення координації у діяльності органів державної виконавчої влади, установ, організацій, об'єднань громадян що розв'язують проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, співробітництво та проведення консультацій між роботодавцями та працівниками, між усіма соціальними

групами під час прийняття рішень з охорони праці на місцевому та державному рівнях;

- використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці на основі міжнародного співробітництва.

4.2 Правила руху і поведінки пішоходів на дорозі

Пішоходи також, як і водії автомашин, є учасниками дорожнього руху, які повинні дотримуватися правила пішоходів на дорозі.

Діти завжди повинні знати і дотримуватися правил поведінки пішохода на дорозі, бути уважними і зосередженими.

1. Пішоходи повинні завжди йти по тротуарах або спеціальних пішохідних доріжках, при відсутності тротуарів або пішохідних доріжок слід йти по узбіччю дороги проти руху автомобілів. Пішоходи, які везуть або несуть великі предмети, а також люди, які пересуваються в інвалідних візках без двигуна, можуть рухатися по краю проїжджої частини, якщо їх рух по тротуарах або узбіччі створює перешкоди для інших пішоходів.

При відсутності тротуарів, пішохідних доріжок або узбічч пішоходи згідно з правилами руху пішохода на дорозі, можуть рухатися по доріжці для велосипедистів або йти в один ряд по краю проїжджої частини. При русі по краю проїжджої частини пішоходи повинні йти назустріч руху автомобілів. Люди, які ведуть мотоцикл, мопед, скутер, велосипед, повинні слідувати по ходу руху транспортних засобів.

Пішоходам, які рухаються по узбіччю дороги або краю проїжджої частини в темний час доби або в умовах недостатньої видимості

рекомендується мати при собі предмети чи одяг зі світлоповертаючими елементами і стежити за тим, щоб ці предмети були помітні водіями автомашин.

2. Групи дошкільнят дозволяється водити тільки по тротуарах і пішохідних доріжках, а при їх відсутності - по узбіччях, але лише у світлий час доби (вдень) з обов'язковим супроводом дорослих.

3. При необхідності перейти проїжджу частину пішоходи, згідно з правилами руху пішоходів на дорозі, повинні переходити її тільки по пішохідних переходах (зебрі), у тому числі по підземних і надземних переходах.

При відсутності пішохідних переходів будь-яких видів пішоходи повинні переходити через дорогу на перехрестях по лінії тротуарів або узбіч. При відсутності в зоні видимості переходу чи перехрестя дозволяється переходити дорогу під прямим кутом до краю проїзної частини на ділянках дороги без розділової смуги й огорожень. При цьому ділянка переходу проїжджої частини повинна добре проглядатися в обидві сторони.

4. Якщо рух регулюється регулювальником, переходити дорогу слід, керуючись його сигналами. У місцях автодороги, де встановлено пішохідний світлофор, пішоходи повинні керуватися його сигналами, при його відсутності – стежити за сигналами транспортного світлофора.

5. На нерегульованих пішохідних переходах пішоходи можуть вийти на проїжджу частину після того, як переконуються у відсутності рухомих автомобілів або переконуються в тому, що їх швидкість дозволить їм безпечно перейти проїжджу частину. При перетині проїжджої частини без пішохідного переходу пішоходи не повинні виходити з-за стоячого транспортного засобу або іншої перешкоди, що обмежує оглядовість, не переконавшись у відсутності автомашин. Які наближаються.

6. Вийшовши на саму проїзну частину, згідно правил поведінки пішоходів на дорозі, не можна затримуватися чи зупинятися, піднімати річ, яка впала, якщо це не пов'язано із забезпеченням безпеки руху.

Якщо пішоходи не встигли закінчити перехід автодороги, повинні зупинитися на лінії, що розділяє транспортні потоки протилежних напрямків. Продовжити перехід можна в разі, коли ви переконалися в абсолютній безпеці вашого подальшого руху і з урахуванням сигналу світлофора або регулювальника.

7. При наближенні транспортних засобів з включеним синім проблісковим маячком і спеціальним звуковим сигналом пішоходи зобов'язані утриматися від переходу проїжджої частини і дати дорогу таким транспортним засобам.

8. Очікувати транспортний засіб (маршрутку, автобус, тролейбус або таксі) дозволяється тільки на піднятих над проїжджою частиною посадочних майданчиках, при їх відсутності-на пішохідному тротуарі або на узбіччі. У місцях зупинок маршрутних транспортних засобів, не обладнаних посадочними майданчиками, на проїжджу частину дороги для посадки в транспортний засіб дозволяється виходити тільки після його повної зупинки. Після висадки з транспортного засобу необхідно, не затримуючись, звільнити проїжджу частину дороги.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Виконуючи спостереження на перехресті вулиць Лесі Українки-Олександра Довженка, було встановлено наступні результати.

Середня інтенсивність рух на перехресті протягом дня становить: легкові автомобілі складають 430 авт./год, що складає 88,48%; автобуси складають 23 авт./год – це 4,73% від загального транспортного потоку; вантажні автомобілі – 21 авт./год, що складає 4,32 %; тролейбуси – 12 авт./год, 2,47 % відповідно.

З напрямками руху на перехресті наступна інтенсивність:

Перший напрямок, од.: легкові -106, автобуси -7; вантажні – 5; тролейбуси – 6;

Другий напрямок, од.: легкові -52, автобуси -0; вантажні – 4; тролейбуси – 0;

Третій напрямок, од.: легкові -110, автобуси -5; вантажні – 3; тролейбуси – 6;

Четвертий напрямок, од.: легкові -67, автобуси -3; вантажні – 4; тролейбуси – 0;

П'ятий напрямок, од.: легкові -25, автобуси -5; вантажні – 3; тролейбуси – 0;

Шостий напрямок, од.: легкові -70, автобуси -3; вантажні – 2; тролейбуси – 0;

Показники приведеної інтенсивності N_{inp} , авт./год:

$$N1_{np}(t) = 148,5 \text{ авт./год};$$

$$N2_{np}(t) = 60 \text{ авт./год};$$

$$N3_{np}(t) = 60 \text{ авт./год};$$

$$N4_{np}(t) = 82,5 \text{ авт./год};$$

$$N_{5,np}(t) = 43,5 \text{ авт./год};$$

$$N_{6,np}(t) = 81,5 \text{ авт./год};$$

Встановлено сумарне число автомобілів, що зупинилися перед перехрестям часу спостережень; сумарне число автомобілів, що проїхали без зупинки; сумарне число автомобілів, що перетнули перехрестя.

Виконано розрахунок відсоткових часток автомобілів, що зупинилися на перехресті з метою удосконалення модернізації світлофорного обладнання та відповідно зменшення заторів.

Встановлено, що на швидкісний режим впливає: геометрія перехрестя – розміри та конфігурація; видимість – оцінка ліній видимості для водіїв при наближенні до перехрестя.

За спостереженнями встановлено годинну інтенсивність пішохідних потоків в обох напрямках:

За напрямками пішохідних переходів, чол.:

1п – 35, 2п – 45, 3п – 38, 4п – 40, 5п – 20, 6п – 30.

Розроблено заходи з удосконалення руху на перехресті, запропоновано трьохтактне світлофорне регулювання дорожнім рухом; описано заходи раціональної організації руху пішоходів на перехресті вулиць Лесі Українки-Олександра Довженка.

В роботі також пророблені питання охорони праці та безпеки життєдіяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вікович І.А. Теорія руху транспортних засобів: підруч. / І.А. Вікович. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 672 с.
2. ГОСТ 23457-86. Технічні засоби організації дорожнього руху. Правила застосування.
3. Бабій В.А., Гащин В.І., Бабій М.В. Штучний інтелект в системах автоматизованого керування дорожнім рухом. Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“. Тернопіль : ТНТУ, 2023. С. 178.
4. ДСТУ 2587:2021 Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови.
5. Цьонь О.П., Плекан У.М., Вовк Ю.Я., Дзюра В.О., Бабій М.В., Рожко Н.Я., Матвіїшин А.Й., Кучвара І.М. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів другого рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою "Транспортні технології (на автомобільному транспорті)". Спеціальності 275 "Транспортні технології (на автомобільному транспорті)" галузі знань 27 – "Транспорт" денної та заочної форми навчання. Тернопіль: ТНТУ, 2021. 51 с.
6. В.В. Аулін, М.Є. Кристопчук, О.П. Цьонь, М.Я. Сташків, М.В. Бабій, Ю.Д. Бодоря. Глобальна криза від пандемії Covid-19 та її вплив на мобільність населення. Центральноросійський науковий вісник. Технічні науки, 2021, вип. 4(35). С. 247-253.
7. Бабій М.В., Олійник В.А., Бабій В.А. Використання цифрових технологій для оптимізації маршрутів при перевезенні пасажирів. Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 90-річчю від дня народження професора Рибак Тимотія Івановича та 60-річчю

кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин „Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики “. Видавець – ФОП Паляниця В.А., 2022. С. 181.

8. Головне управління статистики у Тернопільській області : [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.te.ukrstat.gov.ua/statinfo.html>.

9. Babii, M., Tson, O., Kuchvara, I., & Chernii, V. (2021). Підвищення ефективності організації дорожнього руху на нерегульованому перехресті. *Розвиток транспорту*, (1(8)), 125-134. <https://doi.org/10.33082/td.2021.1-8.12>.

10. ДБН В.2.3-5-2006 "Організація дорожнього руху": http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/DB061064.html.

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

12. Бабій М.В., Денисюк В.І. Застосування найпростіших трендів для прогнозування товаропотоку автоперевезень на наступний рік. Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “. Тернопіль : ТНТУ, 2017. Том 3. С. 18-19.

13. ГСТУ 218-03450778.092-2002. Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги загального користування.

14. Бабій М.В. Обґрунтування раціональної тривалості робочого часу водія при виконанні транспортних операцій / М.В. Бабій, А.В. Бабій, А.Й. Матвіїшин // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Випуск 169 “Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу” – Харків, 2016. С. 232–236.

15. ДСТУ 4100:2021 Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування.

16. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник / За редакцією Я. І. Бедрія. – Львів: Видавнича фірма «Афіша», 1999. - 275 с.
17. Бабій М.В., Ошуст Р.Р. Аналіз новинок спецтехніки для автомобільних перевезень. Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“. Тернопіль : ТНТУ, 2018. Том 1. С. 189.
18. Желібо Є. П., Заверуха Н. М., Зацарний В. В. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти України I-IV рівнів акредитації / За ред. Е. П. Желібо і В. М. Пічі. – Київ: «Каравела», Львів: «Новий Світ – 2000», 2001. – 320с.
19. Бабій М.В. Дослідження ефективності розподілу асигнувань між взаємодіючими видами транспорту. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій “до 60-річчя з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та 175-річчя з дня народження Івана Пулюя. Тернопіль : ТНТУ, 2020. С. 55.
20. Криворучко, А. М. (2018). Організація дорожнього руху: Підручник. К.: НУБіП України.
21. Babii A., Babii M. (2019) Taking impact of oscillation amplitude of bearing frame sections of boom sprayers into account on its resource. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 95, no 3, pp. 97-104.
22. Поліщук В.П. Теорія транспортного потоку: методи та моделі організації дорожнього руху: навч. посіб. / В.П. Поліщук, О.П. Дзюба. – К.: Знання України, 2008. – 175 с.
23. Бабій М.В. Дослідження раціональної тривалості робочого часу водія. Матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“. Тернопіль : ТНТУ, 2016. Том 1. С. 105.

24. Кашканов А. А., Ребедайло В. М. Економіка підприємств автомобільного транспорту: Навч. посібник для студ. спец. "Автомобілі та автомобільне господарство" / Вінницький держ. технічний ун- т. – Вінниця : ВДТУ, 2002. – 115 с.

25. Бабій М.В., Бісовський Н.М., Балацький С.С. Аналіз проблематики при взаємодії видів транспорту. Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“. Тернопіль : ТНТУ, 2020. Том 1. С. 153.

26. Стручок В.С. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання «БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ». Тернопіль: ФОП Паляниця В. А. 156 с.

27. Babii A.; Aulin V.; Babii M.; Levytskyi B. (2022) Investigation of the working capacity of the operating body suspension functional-transporting machine. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol 105, no 1, pp. 5–12.

28. ГОСТ 4092 - 2002. Світлофори дорожні. Загальні технічні умови, правила застосування та вимоги безпеки. - К. : Держстандарт України, 2002. - 31 с.

29. Бабій М.В., Долинний А.В., Костюк Є.Р. Постановка основних задач організації перевезень тролейбусним транспортом. Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “. Тернопіль : ТНТУ, 2019. Том 1. С. 159–160.

30. Стручок В.С. Навчальний посібник «ТЕХНОЕКОЛОГІЯ ТА ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА. ЧАСТИНА «ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА»». Тернопіль: ФОП Паляниця В. А. 156 с.