

інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

автомобілів

(повна назва кафедри)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення організації дорожнього руху на рівнозначному перехресті із застосуванням світлофорної сигналізації

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

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

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Бісовський Н.М.  
(прізвище та ініціали)

Керівник

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Бабій М.В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Цьонь О.П.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Ляшук О.Л.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Цепенюк М.І.

(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

\_\_\_\_\_ Ляшук О.Л.  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
« » 20\_\_ 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 \_\_\_\_\_ **Бісовському Назарію Миколайовичу**  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи \_\_\_\_\_ Удосконалення організації дорожнього руху на  
рівнозначному перехресті із застосуванням світлофорної сигналізації  
\_\_\_\_\_

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Бабій Марія Василівна, к.т.н., старший викладач  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 29 » 09 2020 року № 4/7-690

2. Термін подання студентом завершеної роботи 21.12.2020  
3. Вихідні дані до роботи *Перехрестя вулиць М. Тарнавського – Київська, через яке змінилася інтенсивність руху у зв'язку із будівництвом нового мікрорайону. Статистика щодо конфліктології даного перехрестя.*

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)  
*Реферат. Вступ. 1. Теоретичний розділ (аналіз основних методів дослідження дорожнього руху; дослідження інтенсивності руху). 2. Аналітико-дослідницький розділ (аналіз затримок рухомого складу при перетині перехрестя; обґрунтування вибору світлофорної сигналізації). 3. Проектно-рекомендаційний розділ (обґрунтування встановлення світлофорної сигналізації на перехресті; розрахунок часу роботи фаз світлофорного регулювання; визначення сумарних втрат часу автомобілів, які перетинають регульоване перехрестя). 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Загальні висновки.*  
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)



## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	4
ВСТУП.....	5
ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	6
1.1. Завдання, що виникають при дослідженні вулично-дорожньої мереж.....	6
1.2. Аналіз основних методів дослідження дорожнього руху.....	9
1.3. Дослідження інтенсивності руху на вулиці м. Тернополя.....	14
1.4. Обґрунтування теми дипломної роботи магістра.....	18
АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ.....	20
2.1. Аналіз інтенсивності руху на перехресті.....	20
2.2. Аналіз затримок рухомого складу при перетині перехрестя ....	24
2.3. Обґрунтування вибору світлофорної сигналізації.....	28
ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ.....	31
3.1. Обґрунтування встановлення світлофорної сигналізації на перехресті.....	31
3.2. Розрахунок часу роботи фаз світлофорного регулювання.....	33
3.3. Визначення сумарних втрат часу автомобілів, які перетинають нерегульоване перехрестя.....	47
3.4. Визначення сумарних втрат часу автомобілів, які перетинають регульоване перехрестя.....	48
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	51
4.1. Розробка основних положень інструкції з попередження дорожньо-транспортних пригод.....	51
4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях при роботі автотранспорту ...	57
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	61

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота магістра складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із найменувань. Загальний обсяг дипломної роботи магістра становить сторінки, рисунків і таблиць.

**Мета і завдання дослідження.** Метою роботи є підвищення ефективності організації дорожнього руху на заданому перехресті з обґрунтуванням параметрів світлофорної сигналізації.

Задачі, які було вирішено для досягнення мети:

- проведено обстеження інфраструктури вулиці Генерала М.Тарнавського як головної;
- проведено аналіз методів дослідження інтенсивності руху на заданій досліджуваній ділянці;
- встановлена показники інтенсивності руху транспортних засобів і пішоходів на даному перехресті;
- встановлено за спостереженнями часи затримок транспортних засобів, які рухаються по вул. Тарнавського та Київській
- розроблено комбінації фаз регулювання світлофорної сигналізації на даному перехресті;
- виконано порівняльний аналіз втрат часу автомобілів, який затрачається на вимушені зупинки при переїзді різних типів перехресть.

*Об'єктом дослідження* перехрестя заданих вулиць.

*Предмет дослідження* – організація дорожнього руху на перехресті.

**Методи дослідження.** Основи організації дорожнього руху; транспортних процесів, взаємодії різних видів транспорту, методів математичної статистики.

**Ключові слова:**

організація дорожнього руху, рухомий склад, світлофорна сигналізація, фаза, цикл, інтенсивність руху.

## ВСТУП

Організація дорожнього руху в місті є чи не основною проблемою при наявності великої кількості транспорту. Практично кожне місто не може похвалитися тим, що у місті відсутні затори на основних вулицях. Це практично проблема номер один всіх великих міст. Місто Тернопіль не є винятком. Не можна сказати, що наше місто має погану організацію дорожнього руху, але і не найкращу. Особливо ця проблема позначається там, де виникають, тобто розбудовується нові мікрорайони, а дорожньо-вулична мережа залишається старою. Така проблема виникла і на стику двох мікрорайонів це Сонячний та Північний нашого міста. Необхідність покращення організації дорожнього руху особливо проявляється на перехресті вулиць Тарнавського та Київської. Тут можна часто спостерігати утворені затори, особливо в час пік. Для реалізації плану удосконалення організації дорожнього руху спочатку необхідно вивчити причини виникнення таких заторів. Для цього в роботі буде розроблено ряд заходів для збору статистичної інформації і її обробка та напрацювання шляхів до вирішення даної проблеми.

Результатом повинен стати ефект зменшення кількості заторів та підвищення комфорту руху водіїв будь-яких транспортних засобів, а також пішоходів, які перетинають в різних напрямках розглядуване перехрестя. Крім того, це повинно покращити умови перевезення пасажирів маршрутними транспортними засобами через скорочення часу курсування між відповідними зупиночними пунктами. Людям, які поспішають до свого місця призначення буде набагато легше правильно розрахувати час курсування до необхідної їм точки в нашому місті.

## ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Завдання, що виникають при дослідженні вулично-дорожньої мережі

Перш ніж приступити до вдосконалення організації дорожнього руху на вулиці чи перехрестя, потрібно вивчити, які проблеми на цій ділянці дороги існують. Першим кроком є обстеження проблематичною ділянки дороги. Обстеження - це один із різновидів при виконанні досліджень, де в найпростішій формі визначають якісні характеристики на фактичних перетинах доріг. Обстеження вулично-дорожньої мережі з метою виявлення якості організації дорожнього руху проводиться безпосередньо на цій ділянці. Спостерігач виходить на довірену йому позицію і спостерігає за транспортними потоками та пішоходами від однієї до трьох годин. Для здійснення операції він повинен бути зорієнтований на певні запитання, відповіді на які він повинен надати в ході спостереження .

В ході досліджень спостерігач повинен дати відповідь на питання як організований рух на довірені ділянці руху, тобто ми повинні розуміти скільки смуг є в одному напрямку руху, обмеження тут існують, кому рух заборонений, в яких місцях не можна зупинятись тощо.

Друге на що повинен звернути увагу спостерігач – це технічні засоби для організації дорожнього руху, тобто він повинен проаналізувати чи правильно розташовані дорожні знаки, чи немає зайвих обмежень, чи є світлофорна сигналізація і яка якість її роботи, в якому напрямку існують затори і взагалі чи правильно розміщені технічні засоби організації дорожнього руху.

Наступним кроком повинна бути прискіплива увага до, наприклад, світлової сигналізації. Спостереженням потрібно виявити наскільки

ефективно розподілені фази роботи світлофора чи є потреба при існуючому світлофорі змінити його циклограму. Потрібно звернути увагу на те наскільки якісно водій може бачити дорожні знаки чи інші об'єкти регулювання дорожнього руху. Чи не затіняють зелені насадження технічні засоби, який їх стан, чистота лінз світлофорів і так далі.

Окремим блоком спостереженням є дослідження пішохідних переходів, їх вплив на рух автомобілів. Потрібно звернути увагу чи пішохідний перехід розташований в правильному місці. Таким місцем будемо вважати перетин дорожнього полотна в тому місці, де пішоходи мають потребу в найбільшій кількості переходів. Крім того, треба звертати увагу на стан пішохідних переходів та під'їздів до них, особливо звернути увагу на те, яка є можливість перетину дороги людям з обмеженими можливостями, мамам з дитячими колясками та інших специфічних груп населення. Не менш важливим є питання наскільки швидко та якісно водій, рухаючись дорожнім полотном, може зреагувати, що попереду буде чи є пішохідний перехід. Місця, де пішохідні переходи розташовані занадто близько до закритих поворотів, це може викликати підвищення аварійної ситуації.

Приблизно таке саме спостереження виконують і на регульованих пішохідних переходах. Тут потрібно уважно вивчити як відбувається процес, яким чином проходить зупинка автомобілів, як вони розташовуються, які цикли кольорів світлофора, чи достатньо часу для переходу пішоходами дорожнього полотна, чи навпаки забагато часу дається на перехід пішохідів попри те, що накопичується велика кількість автомобілів в очікуванні на дозволений сигнал світлофора. Чи є моменти, коли є неузгодженість між фазами світлофора, тобто відбувається рух окремими суб'єктами дорожнього руху на заборонений сигнал світлофора чи трапляються випадки переходу дорожнього полотна пішоходами на заборонний сигнал світлофора і т.д.

І паралельно з вказаними спостереженнями виконавець цієї операції робить своє дослідження, визначаючи пропускну здатність дороги в даний момент часу. Він підраховує кількість автомобілів, які перетинають дану



ділянку за одиницю часу, вивчає нештатні ситуації, які трапляються на дорозі, з'ясовує, яка причина виникнення заторів, робить свої висновки щодо покращення організації дорожнього руху на цій ділянці.

Не менш важливим є також дослідження, яке варто виконувати безпосередньо на перехрестях дорожнього полотна. Досліджуючи перехрестя між потоками транспорту ми повинні звернути увагу на ефективність їх роботи. Під ефективністю роботи перехрестя будемо розуміти наступні критерії. Звернути увагу на те, яким чином впливає облаштування пішохідних переходів та зупинок громадського транспорту на виникнення заторів. Подібно до чого, слід спостерігати за контактною мережею тролейбусів, за тим як вони розташовані по відношенню до смуг руху, який радіус повороту тролейбуса і яка небезпека чи перешкода може вчинитися для інших учасників руху. Що стосується роботи світлофорного і сигналізації, то тут найбільший вплив має циклограма їх роботи. Варто дослідити чи є необхідні секції на світлофорі, чи варто виконати якісь додаткові секції, щоб розділити потоки транспорту і тим самим мінімізують виникаючі затори. Потрібно прагнути до високої рівномірності завантаження дорожньої мережі.

Тепер дещо конкретизуємо дослідження, що стосується визначення параметрів транспортних і пішохідних потоків. Зрозумілим є те, що найбільш суттєвою вихідною інформацією для такого дослідження є визначення інтенсивності у транспортних потоків, швидкісного режиму, щільності потоку, складу транспортних засобів, які проїжджають даною дорожньою мережею за одиницю часу. Приблизно те саме стосується і руху пішохідних потоків. Тут потрібно визначити інтенсивність таких потоків, на скільки щільне ми є ці потоки, з якою швидкістю вони рухаються і т.д. Крім того, потрібно обстежити разом з інтенсивністю руху і його склад встановити, які типи транспортних засобів переважно і в якій кількості рухаються даною ділянкою дороги, Цим ми виконуємо завдання, які ставилися до обстеження ділянки руху. Це визначення завантаженості на окремій ділянці, склад, зміну

інтенсивності руху, особливу увагу звернути на час пік і взагалі на розподіл інтенсивності за годинами доби, те саме можна віднести і до днів тижня і навіть між сезонами пір року. Параметри необхідно досліджувати в обидвох напрямках руху це матиме вплив на висновок про розподіл руху в тому чи іншому напрямку. Наприклад, в нас є кілька смуг руху і їх необхідно правильно перерозподілити.

І на завершення такі обстеження можна робити як візуально так і із застосуванням технічних засобів.

## 1.2 Аналіз основних методів дослідження дорожнього руху

Щоб провести будь-яке вдосконалення, наприклад організації дорожнього руху на певній ділянці дороги, необхідно спочатку вивчити характеристики та умови дорожнього руху, який там існує. З цією метою наведемо основну класифікацію методів за якими можна виконати цю процедуру, рис.1.1

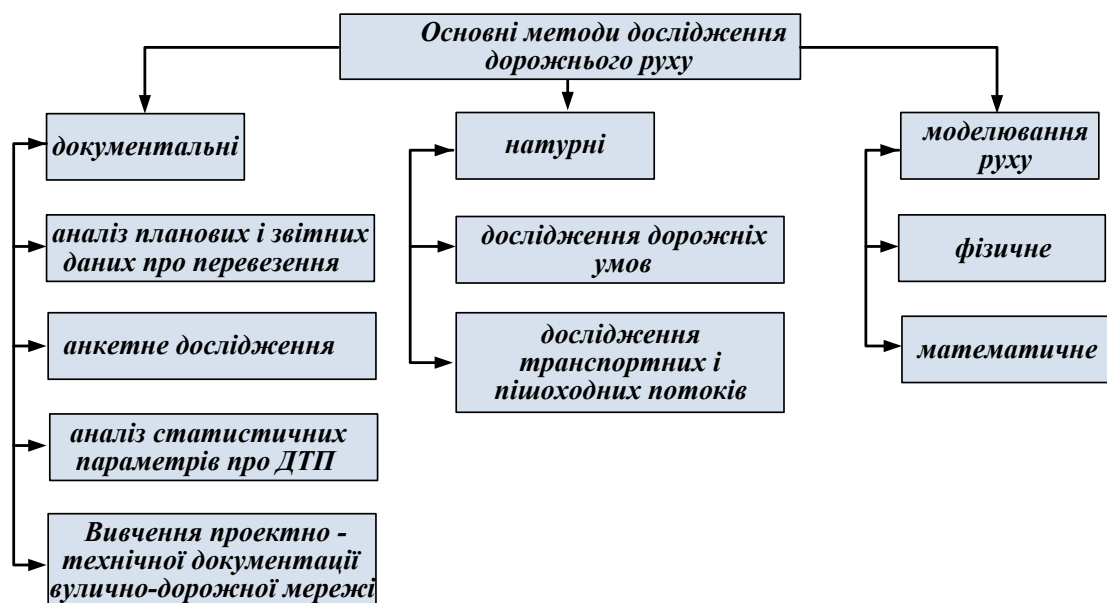


Рисунок 1.1 – Основні методи дослідження дорожнього руху

Дамо короткі характеристики основних методів.

Натурні дослідження. Суть таких досліджень полягає в тому, що необхідно встановлювати факти дійсних умов та показників дорожнього руху, які відбуваються на досліджуваній ділянці руху протягом певного періоду часу. Натурні дослідження можна назвати ще прямими дослідженнями, які документують все, що відбувається. Такі дослідження можна розділити ще на активні та пасивні.

Метод документального вивчення. Цей метод полягає в тому, що свої висновки виконують на аналізі наявних фактів, які задокументовано. Тобто попереднього збирається документальна інформація, найчастіше це виконується з допомогою анкетування різних учасників руху, потім вся ця інформація обробляється, створюються різні моделі і на основі цього приймаються рішення щодо змін в організації дорожнього руху.

Моделювання руху – це віртуальне моделювання різних транспортних процесів, які реалізуються фізичними чи математичними методами, а найчастіше це реалізують з допомогою пакету прикладних програм з використанням ПК. Це один із найбільш зручних методів моделювання дорожніх ситуацій та отримання кінцевих результатів реалізації математичних моделей

Інтенсивність руху транспорту визначається кількістю автомобілів, яка перетнула досліджувану ділянку руху протягом одиниці часу.

Зрозумілим є той факт, що інтенсивність руху, яка виникає на тій чи іншій ділянці дороги визначається потребами в перевезеннях пасажирів чи вантажів. Інтенсивність руху є визначальним критерієм до організації дорожнього руху. Для виконання цієї операції в її практичних рекомендаціях є використання або натуральних або приведених одиниць транспортних засобів. Фізичними одиницями можна вважати існуючі транспортні засоби: це велосипеди, мотоцикли, легкові автомобілі автобуси, вантажні автомобілі, тролейбуси, трамваї, легкові автомобілі, будь-які транспортні засоби.

Тут враховується кількість транспортних засобів, які пройшли на даній ділянці дороги за одиницю часу. Тобто кожен з цих типів транспортних засобів вважається однією одиницею. Якщо говорити про визначення інтенсивності руху у відносних одиницях, то тут є деяка диференціація. Тут враховується склад транспортного потоку, який у процентному відношенні буде характеризувати весь транспортний потік. Еталонної одиницею вважають легкові автомобілі. Тоді кількість інших типів транспортних засобів визначають через коефіцієнти приведення до легкового автомобіля.

Формулу приведення наведено нижче

$$N_{np} = \sum_{i=1}^n (k_i \cdot N_i), \text{ од. / год},$$

- залежність інтенсивності руху транспортних засобів у приведених одиницях;
- коефіцієнт приведення, який характеризує перевід значень будь-яких транспортних засобів по відношенню до легкового автомобіля;
- параметри інтенсивності руху у фізичних одиницях, тобто враховується кількість фактичних транспортних засобів, які рухаються дорогою за одиницю часу;
- число транспортних засобів за їх типами.

Коефіцієнти приведення інших транспортних засобів до автомобіля покажемо в таблиці нижче

Таблиця 1.1 – Коефіцієнти приведення

Тип транспортних засобів	Коефіцієнти приведення
Легкові автомобілі	1
Мотоцикли з коляскою	0,75
Мотоцикли без коляски та мопеди	0,5
Автобус	3,0
Автобус зчеплений	5,0
Тролейбус	3,5
Тролейбус зчеплений	5,0
Вантажні автомобілі, вантажопідйомністю до 2 тонн	1,5
від 2 до 6 тонн	2,0
від 6 до 8 тонн	2,5
від 8 до 14 тонн	3,0
понад 14 тонн	3,5
Автопоїзд вантажопідйомністю до 12 тонн	3,5
від 12 до 20 тонн	4,0
від 20 до 30 тонн	5,0
понад 30 тонн	6,0

Одним дуже важливим показником при визначенні інтенсивності руху є коефіцієнт нерівномірності. Він може бути розрахований з прив'язкою до годинної, добової чи річної тривалості руху. Даний коефіцієнт розраховується за формулою, наприклад для річної завантаженості

$$K_{i\delta} = \frac{N_{a.i} \cdot 12}{N_{a\delta}} \quad (1.1)$$

де  $N_{ap}$  – кількість автомобілів, які перетнули ділянку протягом року;

$N_{a_{mic}}$  – те саме за місяць;

Аналогічно визначається коефіцієнт інтенсивності добовий: інтенсивність годинна до добової.

Одним з найважливіших показників є швидкість руху. Швидкість руху на ділянці дороги, де планується вдосконалити організацію дорожнього руху,

визначає фактичну решту показників. Розрізняють миттєву швидкість та середню швидкість для транспортного потоку. При проектуванні дорожнього полотна враховують максимальну можливу швидкість на даній ділянці дороги. Теоретично її розраховують за залежністю

$$V = \sqrt{127R(j_2 \cdot \varphi_2 \pm i_e)}, \quad (1.2)$$

де  $R$  – радіус заокруглення дороги, м;

$j_2 \cdot \varphi_2$  - добуток, що характеризує зчипні властивості покриття на даній ділянці дороги;

$i_e$  – нахил дорожнього покриття в поперечно-вертикальній площині, %.

Важливим є прорахувати максимально допустиму швидкість руху на ділянці дороги в умовах обмеженої видимості. Для цього скористаємося залежністю

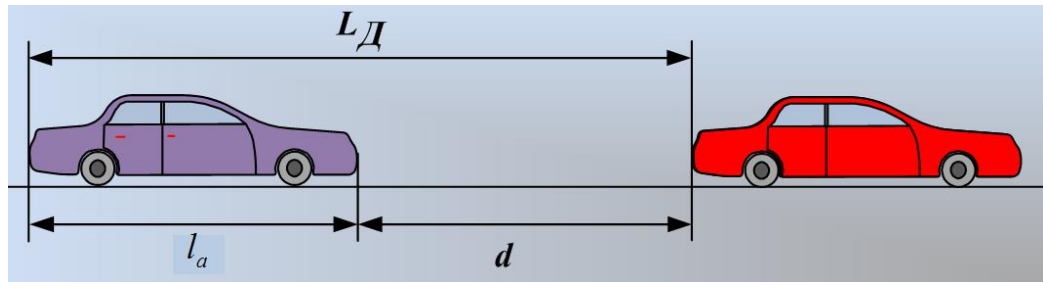
$$V_{\text{дон}} = \sqrt{\frac{127(\varphi_1^2 - i^2)}{R_e \cdot \varphi_1}}(S - 5) \quad (1.3)$$

де  $\varphi_1^2$  – коефіцієнт, що визначає зчипну силу в поперечному напрямку;  $S$  – відстань обмеженої видимості, м;

Наступний показник – це щільність транспортного потоку, яка визначається розміщенням транспортних потоків на ділянці дороги в 1 км. Найбільша щільність транспортних засобів спостерігається в момент, коли транспортний потік зупинився і автомобілі знаходяться максимально близько один від іншого.

Відмітимо ще один показник такий як склад транспортного потоку, оскільки він також має переважний вплив на решту параметрів, які визначаються і характеризує дорожній рух на досліджуваній ділянці. Вплив мають габарити транспортних засобів. Але разом з тим, різні транспортні засоби, а точніше їх водії, реагують на дорожню обстановку, тому що відмінні автомобілі дещо відрізняються в ефективності керування ними.

На рис. 1.2 показано схему для визначення динамічного габариту автомобіля.



$L_D$  – динамічний габарит;  $l_a$  – довжина автомобіля;  $d$  – дистанція

Рисунок 1.2 – Схема для визначення мінімальної відстані між автомобілями для безпечного їх руху

Враховуючи наведені фактори практика показує, що найзручніше користуватися приведеними значеннями габариту транспортних засобів. Перевідні коефіцієнти наведені в таблиці 1.1.

### 1.3 Дослідження інтенсивності руху на вулиці м. Тернополя

За завданням дипломної роботи необхідно дослідити ділянку дороги по вулиці генерала Тарнавського, що у місті Тернополі. Зробимо коротку характеристику даного відрізка дороги. В'їзд на вулицю Тарнавського з проспекту Злуки здійснюється через кільцеву розв'язку. Базовий варіант дороги передбачає дві смуги руху у прямому та одному у зворотному напрямку руху. Окремі фрагменти даної вулиці можна бачити на рисунках нижче.

На рисунку 1.3 показано кільцеву розв'язку при в'їзді на вулицю Генерала Мирона Тарнавського.



Рисунок 1.3 – Світлини фрагментів кільцевої розв’язки при в’їзді на вулю  
Генерала М.Тарнавського

Рухаючись даною вулицею в прямому напрямку, вона має одну примикаючу дорогу з вулиці Пушкіна, рис. 1.4. Інтенсивність руху транспорту, що прямує з вулиці Пушкіна є досить незначною. Т- подібне перехрестя тут є нерегульованим. Лише встановлений знак пріорітету 2.1 «Дати дорогу». Інтенсивність руху з цього напрямку може зростати при пікових навантаженнях, коли на вулиці Тарнавського утворюються транспортні корки. Тоді водії, бажаючи об’їхати частину затору, їдуть другорядними вулицями та намагаються виїхати на вулицю Тарнавського приблизно в середній її частині.





Рисунок 1.4 – Т-подібне перехрестя вул. Пушкіна-Тарнавського

Рухаючись даною вулицею можна помітити стандартно облаштовані зупиночні пункти маршрутних транспортних засобів, тротуари для руху пішоходів, є чотири нерегульованих пішохідних переходи на ділянці дороги до першого регульованого перехрестя. Регульоване перехрестя вулиці Тарнавського та вулиці Київської обладнане світлофорною сигналізацією, рис. 1.5. Проте, переїзд через дане перехрестя в основній частині випадків є причиною утворення дорожніх заторів. Тому розглянемо інтенсивність руху на даній ділянці дороги з метою покращення організації дорожнього руху на даному перехресті.

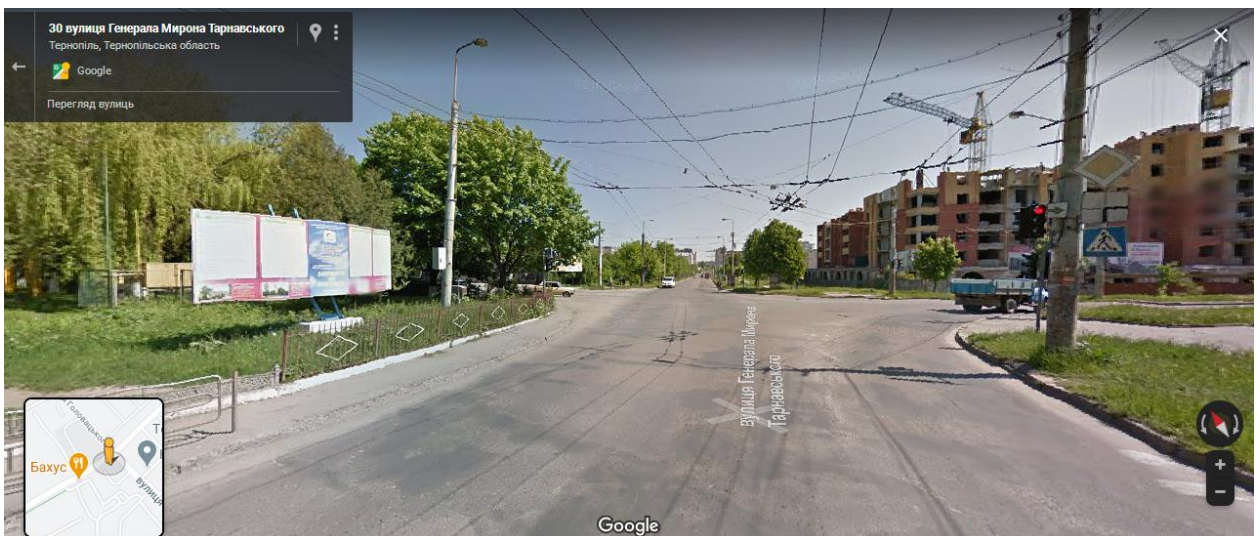


Рисунок 1.5 – Перехрестя вулиць Тарнавського-Пушкіна

Визначимо інтенсивність руху на даному перехресті в моменти найбільшого його навантаження. Покажемо на схемі можливі напрямки руху автомобілів і пішоходів, рис.1.6.

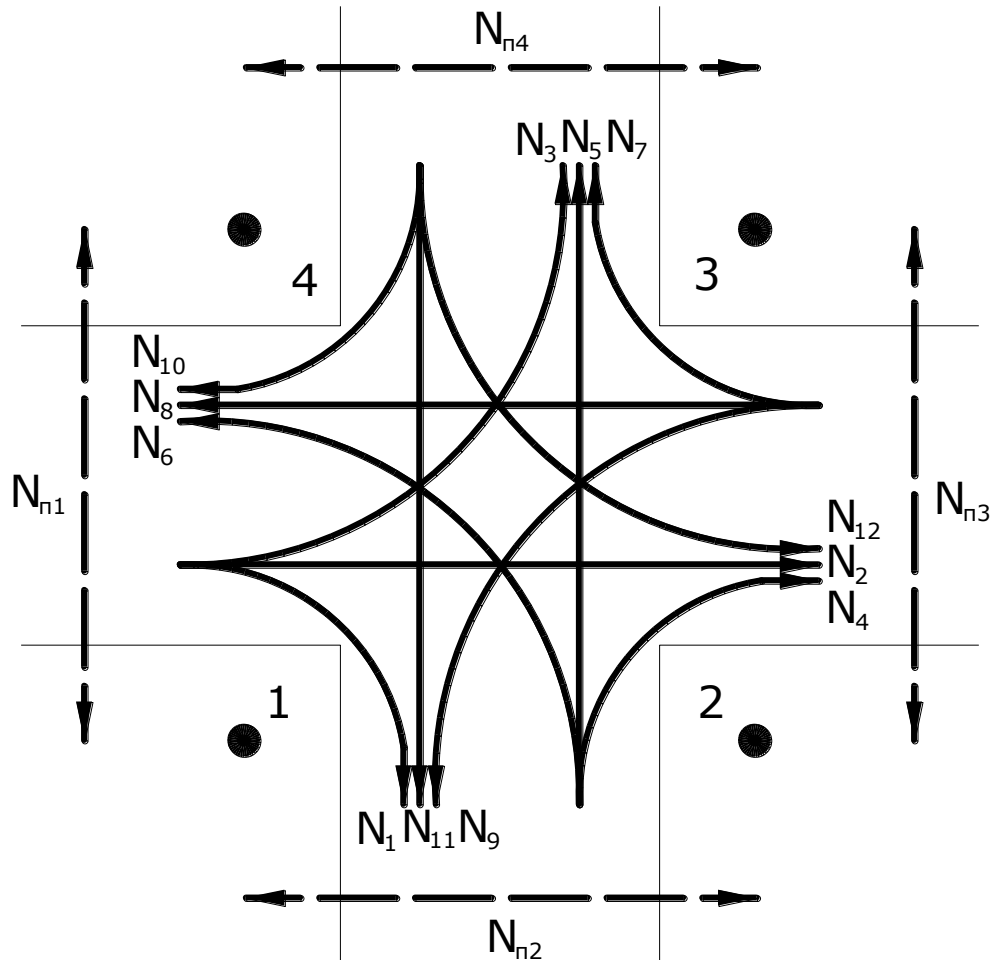


Рисунок 1.6 – Варіанти можливих напрямків руху на перехресті вулиць Тарнавського-Київської

Зручному місці було облаштовано спостережний пункт, де була добра видимість. Ми фіксували кількість автомобілів, яка рухалась через перехрестя. Було зафіксовано, крім кількості автомобілів, їх основні типи, а також велися спостереженнями за кількістю пішоходів, які перетнули відповідні ділянки дороги

Таблиця 1.2 – Результати спостережень за інтенсивністю руху на перехресті

Кодований напрямок руху	Інтенсивність руху, од/10 хв				Приведена інтенсивність од/10 хв	Приведена інтенсивність од/год	Приведена інтенсивність од/доб
	Легкові авто	Вантажні авто	Автобуси	Крупно габаритні			
N1	23	1	4		35	210	2100
N2	12				12	72	720
N3	10	1		1	15	90	900
N4	11				11	66	660
N5	31	5	6	1	59	354	3540
N6	16		5		28,5	171	1710
N7	8	5			18	108	1080
N8	14				14	84	840
N9	10				10	60	600
N10	7	2			11	66	660
N11	49	6	10		86	516	5160
N12	1	2		1	8	48	480
Разом	192	22	25	3	307,5	1845	18450

Аналогічні спостереження проведено для визначення інтенсивності руху пішоходів, табл.1.3

Напрямок перетину дороги	Nп1	Nп2	Nп3	Nп4
Інтенсивність руху, од/10 хв.	24	55	8	32
Інтенсивність руху, од/год	144	330	48	192

#### 1.4 Обґрунтування теми дипломної роботи магістра

Показником доброї організації дорожнього руху в будь-якому сучасному місті є відсутність заторів на перехрещенні вулиць. На мою думку, місто Тернопіль є містом, яке має середню якість організації дорожнього

руху. Не можна сказати, що наше місто потопає у заторах. Але на противагу цьому не можна і сказати, що містом можна вільно рухатись. За завданням дипломної роботи було дослідження мікрорайону Сонячний, який примикає до нового мікрорайону Північний, що зараз дуже жваво розвивається. Така тенденція збільшила значне навантаження на транспортну мережу вулиць Тарнавського та Київська. На цих вулицях утворилися численні затори. Тому необхідно було, користуючись статистичними дослідженнями, встановити причини таких заторів. Чого можна було досягти тільки, виконуючи дослідження інтенсивності руху в найбільш навантажених точках цієї дорожньої вуличної мережі. Після попереднього аналізу було встановлено, що перехрестя вулиць Тарнавського та Київської є найбільш проблематичним. Тому в роботі зосереджено увагу саме на цьому перехресті. Дана проблема і визначає мету дипломної роботи – це підвищення якості організації дорожнього руху на даному перехресті, рішенням є обґрунтування параметрів світлофорної сигналізації, яка дозволить цю проблему в певній мірі вирішити.

Тема дипломної роботи «Удосконалення організації дорожнього руху на рівнозначному перехресті із застосуванням світлофорної сигналізації».

## АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Аналіз інтенсивності руху на перехресті

Виконуємо короткий аналіз інтенсивності руху автомобілів та пішоходів на розглядуваного перехресті вулиць Тарнавського-Київська. Покажемо у вигляді графіків та гістограм розподіл інтенсивності руху відповідно до точок спостереження та можливих напрямків руху автомобілів та пішоходів.

Покажемо в графічному вираженні інтенсивність руху легкових автомобілів, рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Інтенсивність руху на перехресті легкових автомобілів

Представимо у вигляді гістограми розподіл інтенсивності руху решту типів автомобілів, рис. 2.2.

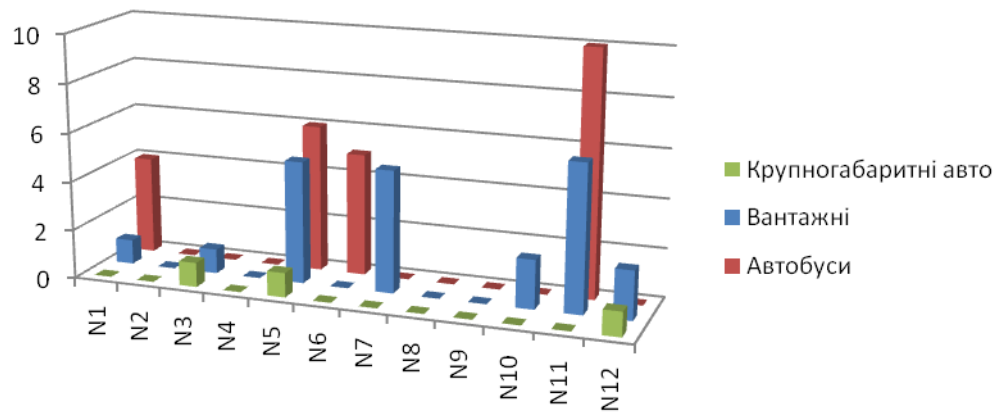


Рисунок 2.2 – Інтенсивність руху для решту типів автомобілів

Виконуємо аналіз приведеної інтенсивності руху за часом спостережень 10 хвилин, рис. 2.3.

### Інтенсивність руху на перехресті

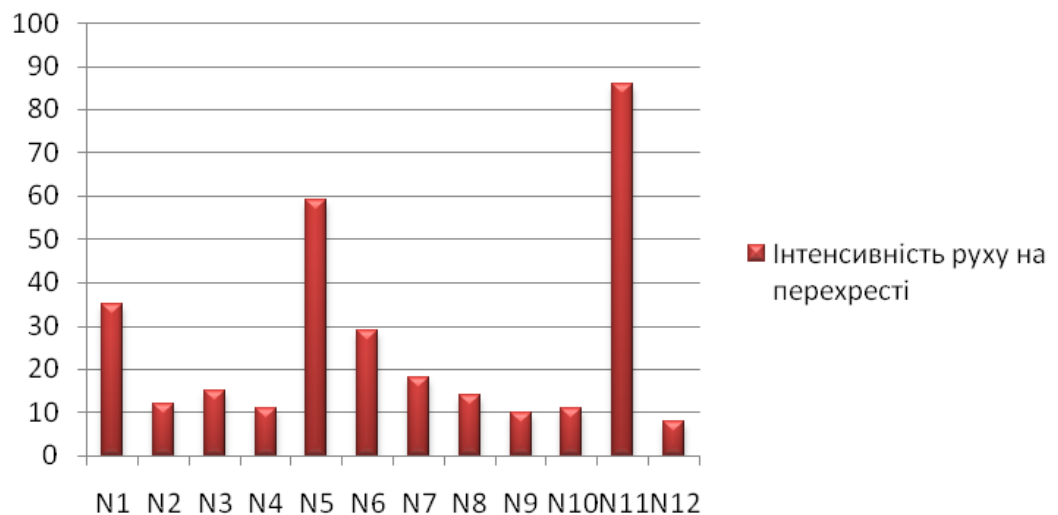


Рисунок 2.3 – Інтенсивність руху (питома) протягом 10хв спостережень

Наведено дані годинної інтенсивності, рис. 2.4.

### Інтенсивність руху /1 год

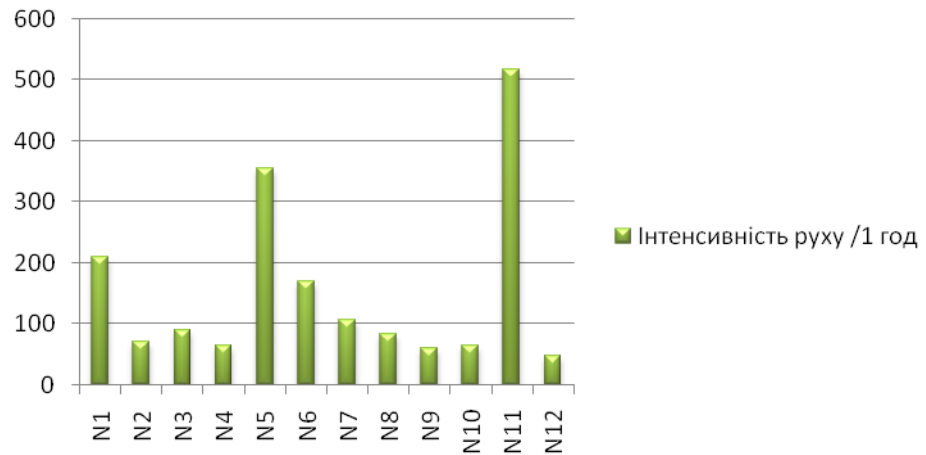


Рисунок 2.4 – Годинна інтенсивність руху

І нарешті покажемо розподіл значень інтенсивності руху на перехресті протягом доби, рис. 2.5.

### Інтенсивність руху /доба

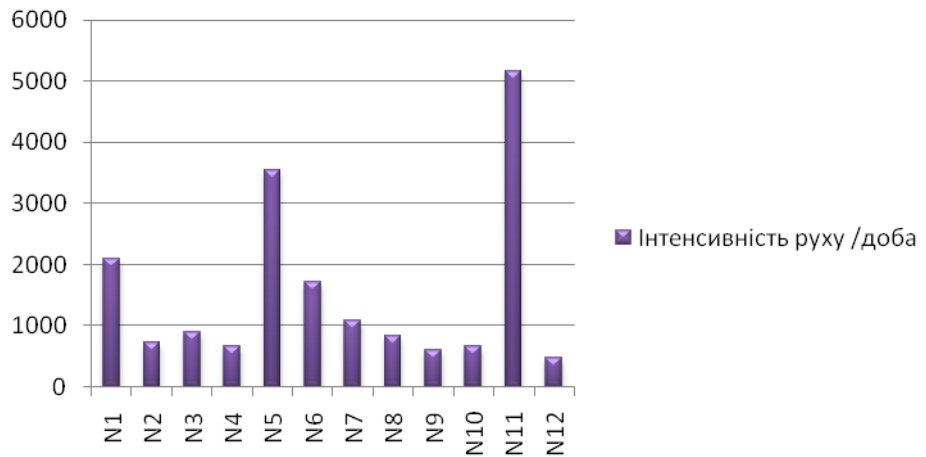


Рисунок 2.5 – Добова інтенсивність руху

Аналогічний аналіз виконаємо для інтенсивності руху пішоходів за відповідними напрямками, рис. 2.6.

### Інтенсивність руху пішоходів/10 хв



Рисунок 2.6 – Інтенсивність руху пішоходів за напрямками протягом 10 хв спостережень

Аналогічно представимо діаграму розподілу інтенсивності для часу спостережень 1 год, рис. 2.7.

### Інтенсивність руху пішоходів/1год

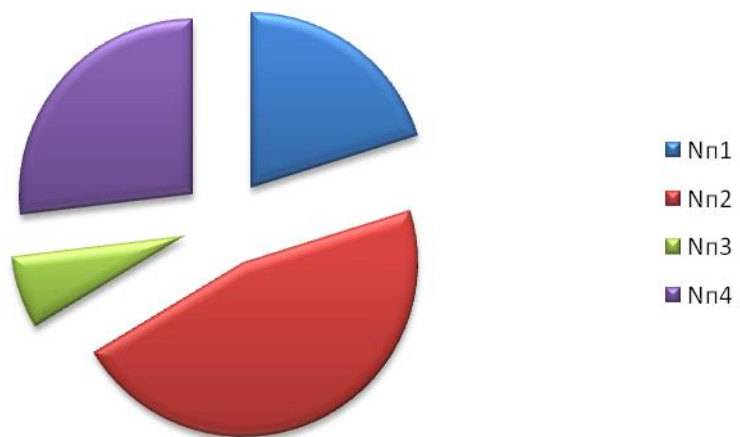


Рисунок 2.7 – Інтенсивність руху пішоходів за напрямками руху протягом 1 год спостережень



Таким чином, у підсумку можна встановити наступні факти: головною дорогою, а це вулиця Тарнавського, протягом години рухається за фактом спостереження 1221 одиниця рухомого складу, по вулиці Київській цей потік складає 624 одиниці на годину. Що стосується інтенсивності руху пішоходів на відповідних перетинах дорожнього полотна, то побачимо, що вулицю Тарнавського перетинають приблизно 522 пішоходи протягом години, а вулицю Київську перетинають 192 пішоходи протягом години. Аналізуючи в кількісному відношенні транспортний потік, де зафіксовано факти руху легкових автомобілів, вантажних автомобілів, автобусів, крупно габаритних транспортних засобів, то, виходячи з цього встановлено, що легкового транспорту в цьому рухомому складі є приблизно 78%, що дозволяє певні розрахунки виконувати в переважній більшості, орієнтуючись саме на легковий транспорт.

## **2.2 Аналіз затримок рухомого складу при перетині перехрестя**

Не менш важливим при визначенні інтенсивності руху та руху взагалі транспортних засобів на перехресті є визначення як зашвидко транспортні засоби перетинають дане перехрестя. Тут маємо на увазі чи транспортні засоби зупиняються, і яка причина зупинки, на перехресті або біля нього чи транспортні засоби безперешкодно приїжджають дане перехрестя. Виходячи з цього можна пропонувати технічні засоби для регулювання руху на даному перехресті. Тому виконуючи дані спостереження затримки в русі транспортних засобів, приведемо їх значення, табл.2.1

Таблиця 2.1 – Дані спостережень про затримки транспортних засобів при переїзді перехрестя

Час		Інтервали, с				Тип руху ТЗ	
година	хв	0-15	15-30	30-45	45-60	"зупинився"	"проїхав"
14	53	4	5	1	8	24	10
14	54	2	8	6	3	20	14
14	55	6	3	3	6	19	10
14	56	3	4	9	4	17	10
14	57	5	1	7	7	14	15
14	58	2	5	9	17	26	5
14	59	5	2	2	6	13	13
15	00	9	2	5	4	16	20
15	01	6	10	2	5	13	15
15	02	4	1	10	1	16	6
Сума		46	41	54	61	178	118

Покажемо розподіл статистичних даних затримки руху у вигляді гістограм у кількісному співвідношенні, рис. 2.8-2.9.

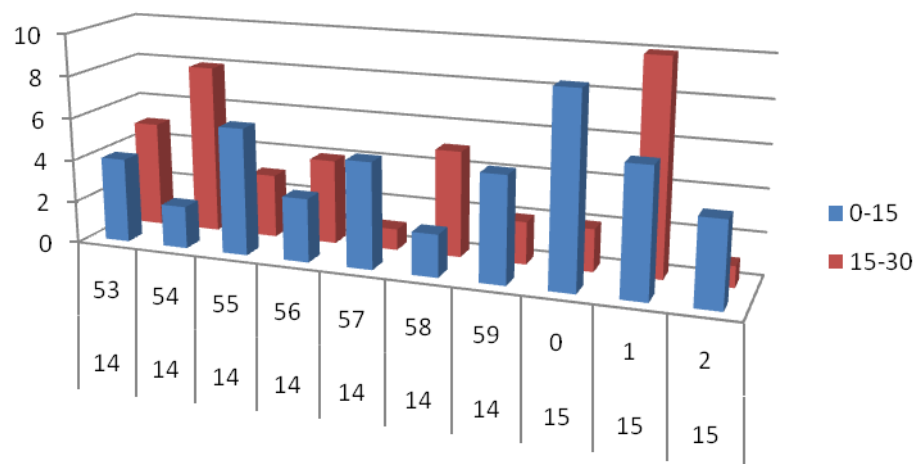


Рисунок 2.8 – Малі інтервали зупинок транспортних засобів на перехресті

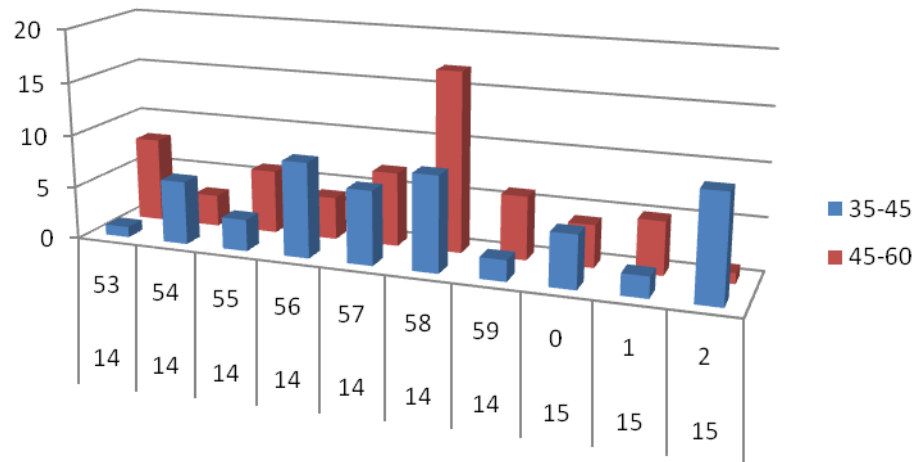


Рисунок 2.9 – Великі інтервали зупинок транспортних засобів на перехресті

Тепер оцінимо в кількісному відношенні кількість автомобілів, які проїхали перехрестя не зупинившись та кількість, які виконали вимушену зупинку, рис. 2.10.

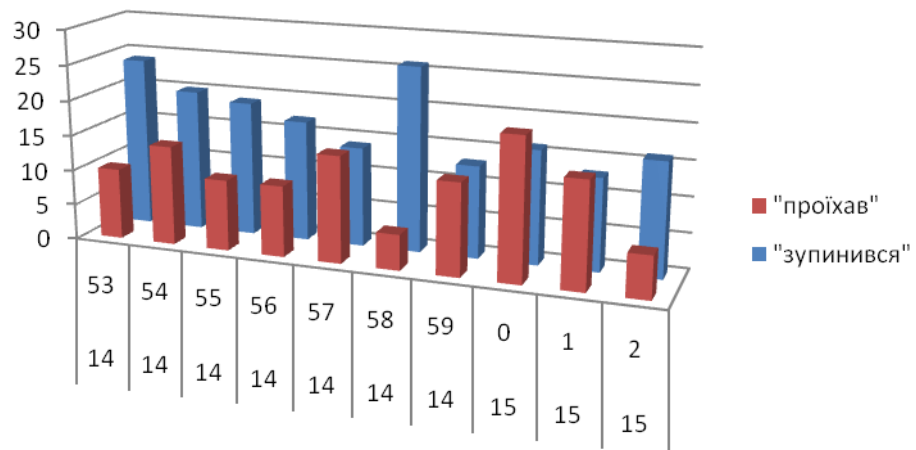


Рисунок 2.10 – Дослідження проїзду перехрестя

На основі отриманих статистичних даних можна визначити середню затримку кожного з автомобілів, які мали вимушену зупинку, а також

встановити затримку у зв'язку із сповільнення руху автомобіля, який проїхав через перехрестя без зупинки. Методика передбачає в розрахунку спочатку встановити сумарне значення величини добутку автомобілів на секунди затримки, що визначається за наступною залежністю

$$AT = \sum S_{oz} I, \quad (2.1)$$

$\sum S_{oz}$  – сумарна кількість автомобілів, які намагаються проїхати дане перехрестя;

$I$  – інтервал фіксування часу;

Підставляємо значення в залежність (2.1), отримаємо результат в автомобіле-секундах

$$AT = (46 + 41 + 54 + 61) \cdot 15 = 3030 \text{ авт}\cdot\text{с.}$$

Тоді на основі отриманих результатів можна визначити середнє значення затримки одного автомобіля який вимушено зупинився. Дану величину визначимо за залежністю

$$t_3 = \frac{AT}{n_{ост}}, \quad (2.2)$$

де  $n_{ост}$  – загальне число автомобілів, що здійснили вимушену зупинку.

Підставляємо значення та знаходимо середню затримку

$$t_3 = \frac{3030}{178} = 17 \text{ с.}$$

Можна визначити і умовну затримку автомобіля, який проїхав через дане перехрестя, взявши відношення загальної кількості автомобілів, які перетнули перехрестя до кількості автомобілів, які вимушено зупинилися на цьому перехресті та кількості автомобілів, які приїхали це перехрестя без зупинки

$$t' = \frac{AT}{n_{ост} + n_{до}}, \quad (2.3)$$

тут  $n_{до}$  – кількість автомобілів, які перетнули дане перехрестя, сповільнивши швидкість, але проїхали, не зупиняючись.

Тоді

$$t' = \frac{3030}{178 + 118} = 10,2 \text{ с.}$$

Таким чином, виконавши наведені етапи дослідження, встановлено одні з найважливіших показників, які ляжуть в основу розрахунку технічних засобів для регулювання дорожнього руху на даному перехресті. Аналізуючи роботу подібних перехресть, найімовірніше там необхідно встановити світлофорну сигналізацію з обґрунтованими параметрами циклів її роботи.

### **2.3 Обґрунтування вибору світлофорної сигналізації**

Світлофорну сигналізацію як технічні засоби регулювання дорожнього руху використовують з метою забезпечення почерговості проїзду транспортних засобів на перехресті, а також надання можливості на дозволений сигнал світлофора перетнути дорожньо-вуличну мережу

пішоходам. Крім того, світлофори ще встановлюють місцях, де є певна небезпека на дорозі, наприклад нерегульовані перехрестя.

Основне призначення світлофорів – це почерговість пропуску транспортних засобів на перехресті, а також почерговості їх пропуску по відповідних полосах дороги. Тому пріоритетними місцями встановлення світлофорів є: місця, де перетинаються транспортні потоки, пішохідні потоки, а також транспортні і пішохідні потоки разом; для регулювання реверсного руху; регулювання спеціальних місць переїзду, наприклад, залізнодорожні переїзди мости, переправи, спеціальні заїзди і т.д; в поодиноких випадках світлофорну сигналізацію можна використовувати на ділянках з інтенсивним рухом при виїзді спец автомобілів, таких як спеціальних служб або швидкої допомоги, пожежних тощо; те саме може стосуватися і вивільнення ділянки дороги для руху маршрутних транспортних засобів.

Робота світлової сигналізації узгоджена у міжнародному просторі на основі «Міжнародної конвенції про дорожні знаки та сигнали» це пов'язано з тим щоби кожна держава не встановлювала свої правила роботи світлофорної сигналізації та порядку проїзду перехресть. Це зрозуміло з тої позиції, бо якщо громадяни інших держав курсують просторами іноземної держави могли максимально бути адаптованими до правил дорожнього руху, які є в даній державі. Це підвищить безпеку руху на дорогах в якій державі ми би не знаходились. Проте слід пам'ятати, що є деякі особливості організації дорожнього руху закордонних країнах. Тому, перш ніж вирушати автомобілем у подорож до іноземної держави, необхідно чітко і уважно розглянути особливості правил дорожнього руху, які діють саме на цій території.

Світлофори – це технічні засоби організації дорожнього руху, конструкція яких та виконання є чітко гостована. Конструктивно їх виконують одно-, двох-та трьох секційними, а також є з додатковими

секціями. За функціональним призначенням світлофори призначається для регулювання транспортних або пішохідних потоків.

Як ми знаємо транспортні дорожні світлофори можуть мати секції з кольорами червоного, жовтого і зеленого кольорів. Порядок їх роботи може бути наступним: червоний-червоний з жовтим-зелений-жовтий-червоний. Може бути і простіша комбінація: червоний-зелений-жовтий-червоний. Якщо на світлофорі немає додаткових секцій і засвітив червоний колір світлофора – це заборонний сигнал по всій ширині дороги. Якщо засвітився червоний колір стрілки на чорному фоні, то він забороняє рух, який вказує ця стрілка. Якщо засвітився червоний хрест на чорному фоні, це означає, що заборонено в'їзд на полосу над якою і розміщений. Що стосується пішохідних світлофорів, то червоний силует пішохода забороняє рух. Що стосується світлофорів, які встановлюються для залізнодорожнього переїзду, то заборонені сигнали це по чергово миготливий червоний колір.

Для максимального розвантаження перехресть в сучасних вимогах до роботи світлофорної сигналізації дозволено встановлювати додаткові секції у формі таблички, які дозволяють рух при забороненому сигналі світлофора, здебільшого це рух праворуч. Рух на за напрямком даної секції дозволено лише після того як надали перевагу транспортним засобам, які рухаються на основний сигнал світлофора.

Жовтий сигнал світлофора є також заборонним. Але він може мати деякі ще додаткові значення. Наприклад, загорання його разом з червоним кольором світлофора – означає, що зараз буде переключення на зелений колір світлофора і можна рухатись. Жовтий миготливий колір світлофора здебільшого означає нерегульоване перехрестя. Загорання жовтого кольору після роботи секції із зеленим кольором забороняє рух транспортних засобів і вказує на те, що зараз буде засвідчено червоний колір світлофора.

## ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Обґрунтування встановлення світлофорної сигналізації на перехресті

Відповідно до нормативних положень розглядуваних нами перехрестям повинно бути обладнане світлофорною сигналізацією. Критерії для встановлення світлофорної сигналізації на перехресті є те, що по головній дорозі має рухатися не менше 900 транспортних засобів протягом години на другорядній дорозі повинен бути в межах 100 одиниць техніки на одну годину. Умова повністю виконуються так як у попередніх ми розраховали за даними спостережень, що інтенсивністю руху по головній дорозі (вул. Тарнавського) складає 1221 одиниць протягом години і на другорядній дорозі, якою ми вважаємо вулицю Київську виїжджає 372 одиниці техніки протягом години.

Вважаю, що тут задовільною буде трьохфазна система регулювання

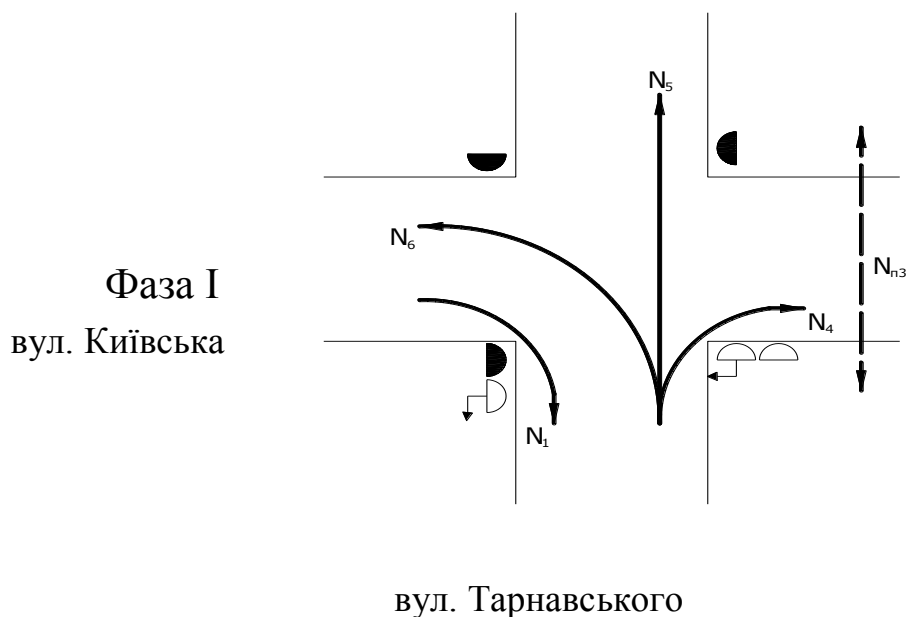


Рисунок 3.1 – Схема роботи світлофора на першій фазі



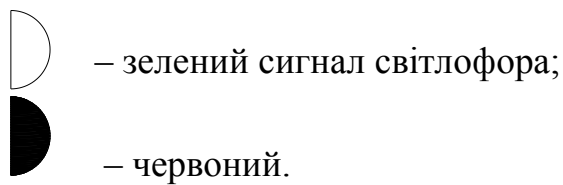
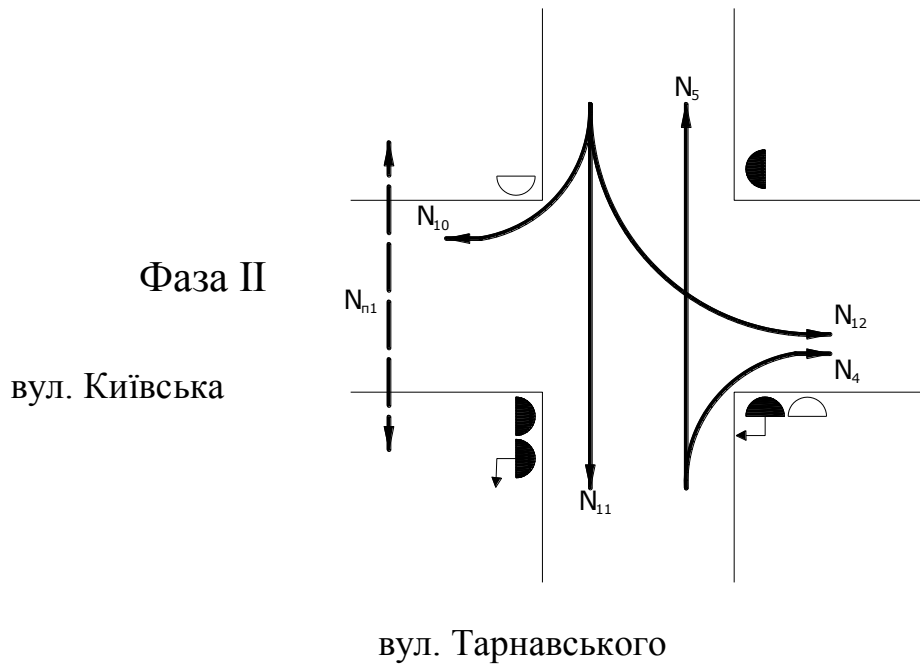


Рисунок 3.2 – Схема роботи світлофора на другій фазі

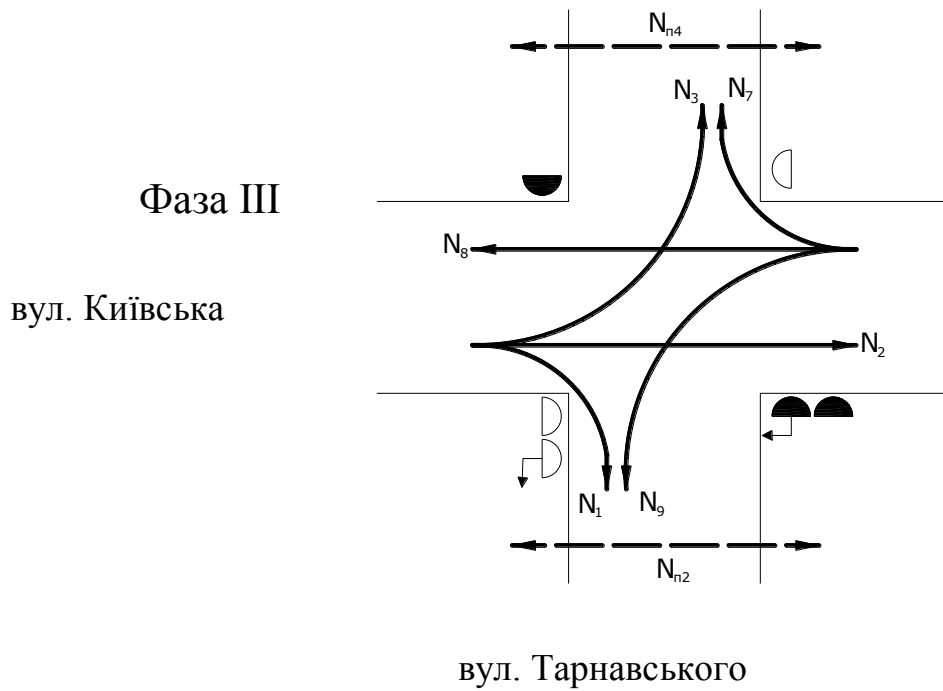


Рисунок 3.3 – Схема роботи світлофора на третій фазі

### 3.2 Розрахунок часу роботи фаз світлофорного регулювання

Розглянемо випадок, коли транспортні засоби підїжджаю до перехрестя не одночасно, а з різницею в часі. Тоді тривалість циклу можна розрахувати за наступною залежністю

$$T_{\text{ц}} = \frac{1,5 \cdot \sum_{i=1}^n t_{ni} + 5}{1 - \sum_{i=1}^n y_i}, \quad (3.1)$$

$t_{ni}$  – час, що визначається для проміжного такту, с;

$y_i$  – коефіцієнт, що характеризує зсув  $i$ -ї фази;

$n$  – встановлена кількість фаз для даної світлофорної сигналізації.

Як показує практичний досвід, що тривалість циклу фаз роботи світлофора, яка має тривалість більше двох хвилин є небезпечною. Це пов'язано з тим, що водії починають бути дезорієнтованими чи насправді світлофорна сигналізація є справною. Чи це наслідок збоїв в роботі світлофора. Тоді їх дії можуть бути непередбачуваними і хтось з них може виїхати на перехрестя при забороненому сигналі світлофора. Щоби така тривалість циклу фази світлофора не була тривалою, пропускну здатність в даному напрямку слід збільшувати за рахунок збільшення кількості смуг руху в даному напрямку.

Крім того, практика показує, що і довжина циклу менше 25 секунд є також неприпустимою, оскільки час на затримку в русі кожного наступного транспортного засобу має порівняно з часом тривалості циклу досить велику питому вагу. То водії не встигнуть зреагувати на дозволений сигнал світлофора, як дія його вже завершиться.

Тривалість циклу світлофornoї сигналізації потрібно розраховувати з міркувань того, що водій під'їжджаючи до перехрестя, міг для себе орієнтуватися скільки часу в нього ще є щоб перетнути цю ділянку дороги. Це означає, що я, як водій, під'їжджаючи до перехрестя, можу зробити для себе висновок чи достатньо в мене буде часу, рухаючись з певною швидкістю, щоб проїхати це перехрестя. Або знову ж таки, знаходячись на перехресті я повинен розуміти чи на дозволений сигнал світлофора я зможу покинути дане перехрестя. Тому пропонуємо визначати такт проміжного циклу роботи світлофора за залежністю, що наведено нижче

$$t_{\text{ни}} = \frac{v_a}{7,2a_T} + \frac{3,6(l_i + l_a)}{v_a}. \quad (3.2)$$

тут  $v_a$  – швидкість руху автомобіля, що наближається до перехрестя, км/год;

$a_T$  – сповільнення при реакції на заборонний сигнал світлофора, 3,5 м/с<sup>2</sup>;

$l_i$  – відстань від місця регламентованої зупинки до найвіддаленішої конфліктної точки, м;

$l_a$  – габарит автомобіля. в середньому для розрахунків приймають 6 м.

Час фази світлофора для переходу проїжджої частини визначається відношенням ширини проїжджої частини до швидкості рух пішоходів через проїзну частину, причому беруть одну четверту від цього значення

$$t_{\text{ну}} = \frac{B_{\text{нч}}}{4 \cdot v_{\text{ну}}}, \quad (3.3)$$

де  $B_{\text{нч}}$  – ширина вулично-дорожньої мережі, яку пішоходи повинні перейти на дозволений сигнал світлофора, м;

$v_{\text{ну}}$  – швидкість руху пішоходів, беруть приблизно 4,7 км/год.

Тоді, виходячи із отриманих значень, вибираємо найбільше з них.

Фазовий коефіцієнт, що визначається для  $i$ -тої фази буде визначатись наступним співвідношенням

$$y_i = \frac{N_i}{M_{ni}}, \quad (3.4)$$

где  $N_i$  – питома інтенсивність руху транспорту, що виникає при роботі даної вази в заданому напрямку;

$M_{ni}$  – максимальна інтенсивність на дозволений сигнал світлофора;

Максимальна інтенсивність руху транспортних засобів на дозволений сигнал світлофора або як її ще називають потоком насичення, можна розрахувати з таких міркувань. Якщо вважати, що рух даною ділянкою дороги здійснюється прямо, наліво, направо, причому наліво та направо кількість автомобілів від загальної кількості не перевищує 10%, тоді оцінку інтенсивності руху або потоку насичення можна визначати за наступною залежністю

$$M_{ni} = M_{ni\text{прям}} \frac{N_a + N_b + N_c}{N_a + 1,75N_b + 1,25N_c}, \quad (3.5)$$

де  $N_n, N_l, N_{np}$  – тут маємо інтенсивності за напрямками руху;

Якщо ж дорожнє полотно, тобто його розбивка, на відповідні полоси дозволяє здійснювати поворот транспортних засобів наліво чи направо за спеціально виділеними полосами, то інтенсивність руху можна визначати за такою залежністю

$$M_{ni\text{пов}} = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{R}}, \quad (3.6)$$

тут  $R$  – радіус заокруглення дорожнього полотна, м;

Розглядаючи випадок руху по розглядуваній ділянці дороги в прямому напрямку, дорога немає якихось специфічних нахилів та виконується умова

$$5.4 \leq B_{nc} \leq 18 \text{ м}$$

тоді насиченість руху можна вирахувати за імперичною залежністю

$$M_{\text{нпрям}} = 525 B_{nc}, \quad (3.7)$$

де  $B_{nc}$  – ширина проїжджої частини, м.

Після того як буде виконано розрахунок, що стосується визначення тривалості світлофорного циклу, тоді можна приступати до визначення тривалості тактів, що застосовується при роботі всіх фаз. Цей показник будемо визначати за залежністю, що наведено нижче

$$t_{oi} = \frac{(T_{\text{ц}} - \sum_{i=1}^n t_{ni}) \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n y_i}. \quad (3.8)$$

Практичний досвід вказує на те, щоб забезпечити високу безпеку при перетині дорожньо-вуличної магістралі необхідно забезпечити час основних тактів не менше ніж сім секунд. Цей час визначається з критерію, що стосується можливості за цей час пропустити пішоходів. Тому наступним етапом є розрахунок часу, який необхідно затратити пішоходам, перетинаючи дорожнє полотно. Розрахунок ведемо за залежністю

$$t_{\text{мин}} = 5 + \frac{B_{nc}}{v_{\text{мин}}}, \quad (5.9)$$

Ми виклали основний алгоритм розрахунку вказаних показників далі переходимо до виконання безпосереднього визначення їх значень:

– фаза I

$$M_{1(1)} = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{6}} = 1432,216 \text{ од./год};$$

$$M_{1(6)} = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{12}} = 1597,043 \text{ од./год};$$

$$M_{1(4,5)} = 2 \cdot 1981 \frac{354 + 0 + 66}{354 + 0 + 1,25 \cdot 66} = 3812,243 \text{ од./год};$$

– фаза II

$$M_{2(10,11,12)} = 3 \cdot 1981 \frac{516 + 48 + 66}{516 + 1,75 \cdot 48 + 1,25 \cdot 66} = 5485,846 \text{ од./год};$$

$$M_{2(4,5)} = 2 \cdot 1981 \frac{354 + 0 + 66}{354 + 0 + 1,25 \cdot 66} = 3812,243 \text{ од./год};$$

– фаза III

$$M_{3(1)} = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{6}} = 1432,216 \text{ од./год};$$

$$M_{3(2,3)} = 1 \cdot 1981 \frac{72 + 90 + 0}{72 + 1,75 \cdot 90 + 0} = 1398,353 \text{ од./год};$$

$$M_{3(3)} = 1981,25 \approx 1981 \text{ од./год};$$

$$M_{3(7)} = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{8}} = 1511,811 \text{ од./год};$$

$$M_{3(9)} = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{15}} = 1633,888 \text{ од./год}.$$

Далі ведемо розрахунок фазових коефіцієнтів відповідно до фаз:

– фаза I

$$y_{1(1)} = \frac{210}{1435,216} = 0,146;$$

$$y_{1(6)} = \frac{171}{1597,043} = 0,107;$$

$$y_{1(4,5)} = \frac{66 + 354}{3812,234} = 0,110;$$

– фаза II

$$y_{2(10,11,12)} = \frac{66 + 516 + 48}{5485,846} = 0,115;$$

$$y_{2(4,5)} = \frac{66 + 345}{3812,234} = 0,110;$$

– фаза III

$$y_{3(1)} = \frac{210}{1435,216} = 0,146;$$

$$y_{3(2,3)} = \frac{72 + 90}{1398,353} = 0,116;$$

$$y_{3(8)} = \frac{84}{1981} = 0,042;$$

$$y_{3(7)} = \frac{108}{1511,811} = 0,071;$$

$$y_{3(9)} = \frac{60}{1633,888} = 0,037 .$$

Таким чином, виконуючи необхідні розрахунки результати, яких наведено вище, вибираємо фазові коефіцієнти, тобто найбільш їх значення для кожної з фаз. Таким чином, перша фаза буде мати коефіцієнт 0,146; друга фаза 0,115 і третя фаза 0,146.

На основі отриманих даних розрахунок продовжуємо і визначаємо тривалість часу проміжного такту:



– фаза I

$$t_{n1} = \frac{45}{7,2 \cdot 3,5} + \frac{3,6(10 + 6)}{45} = 3 \text{ с};$$

$$t_{n1(\text{min})} = \frac{18,75}{4 \cdot 1,3} = 3,6 \text{ с};$$

– фаза II

$$t_{n2} = \frac{45}{7,2 \cdot 3,5} + \frac{3,6(11 + 6)}{45} = 3,15 \text{ с};$$

$$t_{n2(\text{min})} = \frac{15}{4 \cdot 1,3} = 2,88 \text{ с};$$

– фаза III

$$t_{n3} = \frac{45}{7,2 \cdot 3,5} + \frac{3,6(11 + 6)}{45} = 3,15 \text{ с};$$

$$t_{n3(\text{min})} = \frac{18,75}{4 \cdot 1,3} = 3,6 \text{ с}.$$

Аналізуючи отримані значення приходимо до висновку що потрібне коректування значень такту, оскільки  $t_{n1} < t_{n1(\text{min})}$  і  $t_{n3} < t_{n3(\text{min})}$ .

На основі цього приймаємо, що тривалість регулювання для першої і третьої фази буде складати 3,6 с, для другої фази цей час буде становити 3,15 с

Тоді

$$T_n = \sum_{i=1}^n t_{ni} = 3,6 + 3,15 + 3,6 = 10,35 \text{ с.}$$

$$Y = \sum_{i=1}^3 y_i = 0,146 + 0,115 + 0,146 = 0,407 .$$

Виходячи з цього час циклу світлофорної сигналізації складе

$$T_{\text{ц}} = \frac{1,5 \cdot 10,35 + 5}{1 - 0,407} = 34,640 \approx 35 \text{ с.}$$

На даній стадії розрахунку ми визначили показники для регулювання дорожнього руху з допомогою світлофорної сигналізації для транспортних засобів. Подібну процедуру потрібно виконати для визначення часу для основних тактів, що стосується пропускної здатності пропуску пішоходів:

– фаза I

$$t_{o1} = \frac{(35 - 10,35) \cdot 0,146}{0,407} = 8,722 \approx 9 \text{ с;}$$

$$t_{\text{min1}} = 5 + \frac{18,75}{1,3} = 19,42 \approx 19 \text{ с;}$$

– фаза II

$$t_{o2} = \frac{(35 - 10,35) \cdot 0,115}{0,407} = 6,846 \approx 7 \text{ с;}$$

$$t_{\text{мин2}} = 5 + \frac{15}{1,3} = 16,54 \approx 17 \text{ с};$$

– фаза III

$$t_{\text{о3}} = \frac{(35 - 10,35) \cdot 0,146}{0,407} = 8,722 \approx 9 \text{ с};$$

$$t_{\text{мин3}} = 5 + \frac{18,75}{1,3} = 19,42 \approx 19 \text{ с}.$$

Аналогічним чином аналізуємо час основного такту, який ми отримали в результаті розрахунку. Тут видно що час в першій і третій фазах значно менший у порівнянні з часом, який необхідний для пропусків пішоходів через проїжджу частину, тому необхідне користування циклу. Виконуємо цю процедуру коректування циклу за наступною залежністю.

$$T_u^* = \frac{B}{2A} + \sqrt{\frac{B^2}{4A^2} - \frac{C}{A}}, \quad (3.10)$$

де  $B = 2,5T_n - T_n y_n + T_0^* + 5$ ;

$$A = 1 - y_n;$$

$$C = (T_n - T_0^*)(1,5T_n + 5).$$

На основі отриманих даних проводимо визначення коректованого сумарного фазового коефіцієнта, який будемо визначати за наступною залежністю

$$\sum_{i=1}^n y_i^* = \frac{T_u^* - 1,5 \sum_{i=1}^n t_{ni} - 5}{T_u^*}. \quad (3.11)$$

Тоді сам процес коректування

$$T_o^* = 19 + 17 + 19 = 55 \text{ с};$$

$$A = 1 - 0,407 = 0,593;$$

$$B = 2,5 \cdot 10,35 - 10,35 \cdot 0,407 + 55 + 5 = 81,658;$$

$$C = (10,35 + 55)(1,5 \cdot 10,35 + 5) = 1341,309;$$

$$T_u^* = \frac{81,658}{2 \cdot 0,593} + \sqrt{\frac{81,658^2}{4 \cdot 0,593^2} - \frac{1341,309}{0,593}} = 118,7512 \approx 119 \text{ с};$$

$$\sum_{i=1}^n y_i^* = \frac{118,7512 - 1,5 \cdot 10,35 - 5}{118,7512} = 0,827.$$

На основі цього виконуємо уточнення фазових коефіцієнтів.

$$y_1^* = \frac{0,146 \cdot 0,827}{0,407} = 0,297 ;$$

$$y_2^* = \frac{0,115 \cdot 0,827}{0,407} = 0,233 ;$$

$$y_3^* = \frac{0,146 \cdot 0,827}{0,407} = 0,297 .$$

Корекція тактів:

$$t_{o1} = \frac{(118,7512 - 10,35) \cdot 0,297}{0,827} = 38,925 \approx 39 \text{ с};$$

$$t_{o2} = \frac{(118,7512 - 10,35) \cdot 0,233}{0,827} = 30,551 \approx 31 \text{ с};$$

$$t_{o3} = \frac{(118,7512 - 10,35) \cdot 0,297}{0,827} = 38,925 \approx 39 \text{ с}.$$

На цьому процедура розрахунку завершується. Результати представляємо у вигляді графіків фазного роз'їзду та графіка режиму роботи світлофорної сигналізації, які представляємо на рисунках нижче.

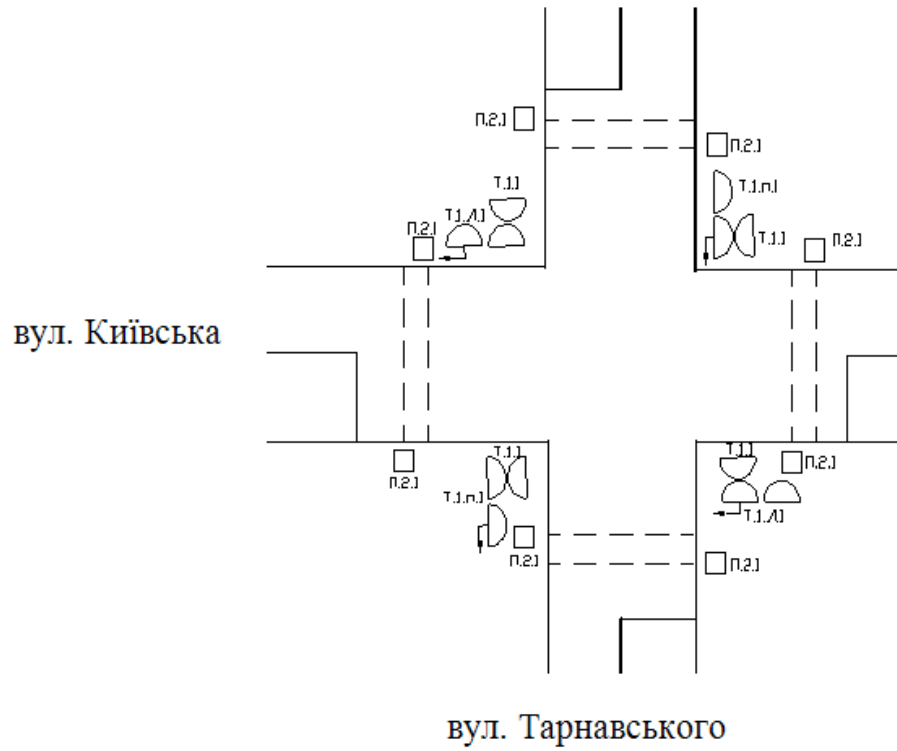


Рисунок 3.4 – Світлофорне регулювання руху на перехресті вулиць Тарнавського-Київська

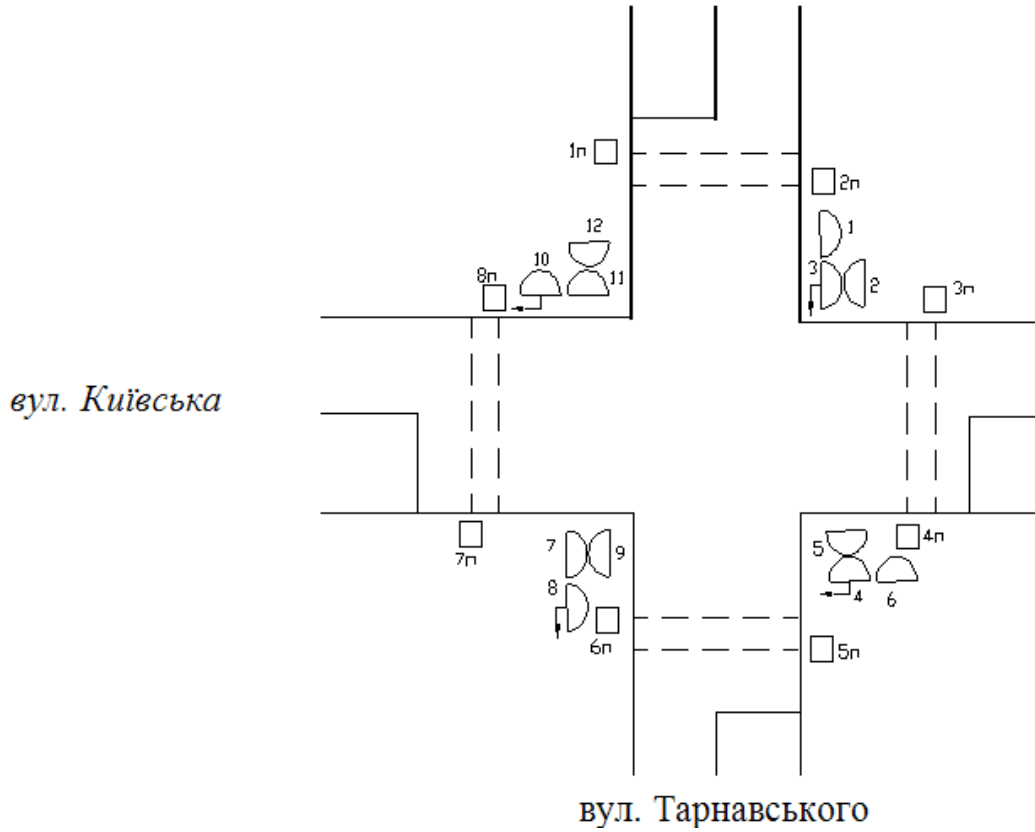


Рисунок 3.5 – Схема пофазного роз’їзду

Номери світлофорів	Графік включення сигналів			$t_3, c$	$t_{ж}, c$	$t_{к}, c$	$t_{юк}, c$
	I фаза	II фаза	III фаза				
8, 3	Green	Red	Green	82		38	
4, 10	Green	Red	Red	39		81	
12, 5	Red	Green	Red	31	3	82	4
6, 11	Green	Red	Red	74	3	39	4
2, 9, 7, 1	Red	Red	Green	39	4	74	3
3п, 4п	Green	Red	Red	39		81	
7п, 8п	Red	Green	Red	31		89	
1п, 2п, 5п, 6п	Red	Red	Green	39		81	

Рисунок 3.6 – Розроблений графік режиму роботи світлофора на досліджуваному перехресті

### 3.3 Визначення сумарних втрат часу автомобілів, які перетинають нерегульоване перехрестя

Розглянемо базовий варіант перехрестя, припускаючи, що перехрестя вулиці Тарнавського та Київської не обладнані світловою сигналізацією і працює в режимі нерегульованого перехрестя. Тоді втрати часу ТЗ визначаються за залежністю

$$C_{mp}^{сум} = T_n \sum_{i=1}^n (S_{ni} \cdot d_i), \quad (3.12)$$

де  $T_n$  – час простою на перехресті, год;

$S_{ni}$  – вартість даного простою, грн;

$d_i$  – тип автомобіль, що вимушено зупинився на перехресті.

Час простою, за годинним спостереженням

$$T_n = \frac{365 \cdot N_{em} \cdot t_n}{3600 \cdot k_n}, \quad (3.13)$$

де  $N_{em}$  – максимальна інтенсивність рух на другорядній дорозі;

$t_n$  – середнє значення часу затримки ТЗ, с;

$k_n$  – коефіцієнт нерівномірності потоку автомобілів, яки встановлює цю нерівномірність протягом доби.

Тоді на основі вище викладеного запишемо залежність затримки одного автомобіля на нерегульованому перехресті

$$t_n = \frac{e^{n_{zl} t_{zp}} - n_{zl} t_{zp} - 1}{n_{zl} - n_{em} (e^{n_{zl} t_{zp}} - n_{zl} t_{zp} - 1)}, \quad (3.14)$$



де  $n_{\text{гл}}$  – інтенсивність руху, яка спостерігається на головній дорозі, причому до уваги беруть обидва її напрямки, од./с

$t_{\text{зр}}$  – інтервал між рухом автомобіля на головній дорозі та можливості виїзду з другорядної,  $t_{\text{зр}} = 9 \text{ с}$ ;

$n_{\text{дм}}$  – інтенсивність руху на другорядній дорозі, од./с

Визначимо затрати часу для переїзду даного перехрестя, при умові, що воно нерегульоване:

$$t_n = \frac{e^{0,2559} - 0,255 \cdot 9 - 1}{0,255 - 0,0297(e^{0,2559} - 0,255 \cdot 9 - 1)} = 122,43 \text{ с},$$

$$T_n = \frac{365 \cdot 624 \cdot 122,43}{3600 \cdot 0,1} = 77457,38 \text{ год},$$

$$C_{\text{тп}}^{\text{сум}} = 77457,38(1,9 \cdot 0,78 + 2,2 \cdot 0,10 + 3,5 \cdot 0,12) = 164364,56 \text{ відн.од.}$$

### 3.4 Визначення сумарних втрат часу автомобілів, які перетинають регульоване перехрестя

Вартість втрат часу для автомобілів на регульованому перехресті

$$C_{\text{тп}}^{\text{нр}} = T_p \sum_{i=1}^n (S_{\text{ни}} d_i), \quad (3.15)$$

де  $T_p$  – годинні втрати часу на простій на регульованому перехресті, год.

$$T_p = \frac{365 \cdot (N_{zl} + N_{em}) t_p}{3600 \cdot k_n}, \quad (3.16)$$

де  $N_{zl}, N_{em}$  – відповідні інтенсивності руху, од./год;

Середньозважена затримка одного автомобіля

$$t_{pi} = 0,9 \left[ \frac{T_y (1-\lambda)^2}{2(1-\lambda\chi)} + \frac{\chi^2}{2N(1-\chi)} \right], \quad (3.17)$$

де  $\lambda$  – частка тривалості циклів світлофора, що дозволяє рух;

$\chi$  – насиченість;

$N$  – інтенсивність

Середнє значення затримки

$$t_p = \frac{\sum_{i=1}^m (t_{pi} N_i)}{\sum_{i=1}^m N_i}, \quad (3.18)$$

тут  $m$  – число фаз, яке використовується при регулювання дорожнього руху.

Виконуємо розрахунок:

$$t_{pI} = 0,9 \left[ \frac{119 \cdot \left(1 - \frac{39}{119}\right)^2}{2 \left(1 - \frac{39}{119} \frac{801 \cdot 119}{6841,502 \cdot 39}\right)} + \frac{\left(\frac{801 \cdot 119}{6841,502 \cdot 39}\right)^2}{2 \cdot 801 \left(1 - \frac{801 \cdot 119}{6841,502 \cdot 39}\right)} \right] = 27,41 \text{ с};$$

$$t_{pII} = 0,9 \left[ \frac{119 \cdot \left(1 - \frac{31}{119}\right)^2}{2 \left(1 - \frac{31}{119} \frac{1050 \cdot 119}{9298,089 \cdot 31}\right)} + \frac{\left(\frac{1050 \cdot 119}{9298,089 \cdot 31}\right)^2}{2 \cdot 1050 \left(1 - \frac{1050 \cdot 119}{9298,089 \cdot 31}\right)} \right] = 33,01 \text{ с};$$

$$t_{pIII} = 0,9 \left[ \frac{119 \cdot \left(1 - \frac{39}{119}\right)^2}{2 \left(1 - \frac{39}{119} \frac{624 \cdot 119}{7957,268 \cdot 39}\right)} + \frac{\left(\frac{624 \cdot 119}{7957,268 \cdot 39}\right)^2}{2 \cdot 624 \left(1 - \frac{624 \cdot 119}{7957,268 \cdot 39}\right)} \right] = 26,26 \text{ с};$$

$$t_p = \frac{(801 \cdot 27,41 + 1050 \cdot 33,01 + 624 \cdot 26,26)}{801 + 1050 + 624} = 29,5 \text{ с.}$$

$$T_p = \frac{365 \cdot (801 + 1050 + 624) \cdot 29,5}{3600 \cdot 0,1} = 74026,56 \text{ год,}$$

$$C_{mp}^{np} = 74026,56 \cdot (1,9 \cdot 0,78 + 2,2 \cdot 0,10 + 3,5 \cdot 0,12) = 157084,36 \text{ відн.од.}$$

Порівняємо значення вартості затрат часу, що витрачається автомобілями при переїзді нерегульованого та регульованого перехресть

$$\Delta C = C_{mp}^{сущ} - C_{mp}^{np}, \quad (3.19)$$

підставляємо значення

$$\Delta C = 164364,56 - 157084,36 = 7280,26 \text{ відн.од.}$$

Таким чином, отриманий результат засвідчує про підвищення ефективності проїзду перехрестя з використанням світлофорної сигналізацію при розроблених тривалостях циклів.

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

### **4.1 Розробка основних положень інструкції з попередження дорожньо-транспортних пригод**

#### 1. Загальні положення.

1.1. Інструкція з попередження дорожньо-транспортних пригод визначає основні положення щодо змісту, методів, формами і порядку роботи для створення безпеки дорожнього руху у підвідомчих організаціях.

1.2. Ця інструкція обов'язкова для всіх підвідомчих організацій, які мають автомобілі, трактори і самохідні машини (у подальшому рухомий склад).

1.3. Попередження дорожньо-транспортних пригод є однією з основних сторін діяльності всіх підрозділів і служб.

1.4. Керівники організацій несуть персональну відповідальність за весь комплекс робіт із створення безпеки дорожнього руху і залучають до цієї роботи відповідні служби організації.

1.5. Робота з попередження і обліку дорожньо-транспортних пригод в організації проводиться службою безпеки дорожнього руху (відповідальною особою) у тісній взаємодії з органами Державної автомобільної інспекції та при активній участі громадськості.

1.6. Всі накази, розпорядження, заходи з питань забезпечення безпеки дорожнього руху і попередження дорожньо-транспортних пригод, які видаються у підвідомчих організаціях, повинні відповідати Закону України «Про дорожній рух», правилам дорожнього руху та іншим нормативним документам і цій інструкції.

## 2. Основні завдання з попередження дорожньо-транспортних пригод.

Роботу з попередження дорожньо-транспортних пригод в організації очолює її керівник.

2.1. Основними завданнями організації з попередження дорожньо - транспортних пригод є:

2.1.1. Удосконалення організації праці, відпочинку працівників, особливо водіїв і працівників з ремонту рухомого складу.

2.1.2. Проведення службами і громадськими організаціями виховної роботи, контролю за роботою водіїв на лінії, а також заходів, які попереджують виникнення дорожньо-транспортних пригод та сприяють зміцненню трудової дисципліни працюючих.

2.1.3. Забезпечення готовності рухомого складу шляхом своєчасного і якісного проведення технічного обслуговування, ремонту, перевірки технічного стану при випуску його на лінію і при поверненні в гараж та забезпечення контролю за технічним станом на лінії.

2.2. Згідно покладених завдань керівник організації повинен:

2.2.1. Затверджувати щоквартальний план заходів організації з попередження дорожньо-транспортних пригод, розроблений службою безпеки дорожнього руху (відповідальною особою з безпеки дорожнього руху) разом зі службою механіка і здійснювати постійний контроль за виконанням службами і структурними підрозділами цього плану.

2.2.2. Вживати заходи щодо покращення умов праці, відпочинку водіїв і працівників зайнятих ремонтом рухомого складу.

2.2.3. Організовувати проходження обов'язкового періодичного медичного огляду водіїв, перед- і післярейсових медичних оглядів, створювати необхідні умови для роботи медичного персоналу.

2.2.4. Удосконалювати форми та методи виховної роботи працівників організації, узагальнювати і поширювати досвід роботи передових водіїв, ремонтних працівників, пропагувати безаварійну роботу шляхом читання лекцій, розповсюдження інформаційних бюлетенів, закріплювати молодих

водіїв за водіями-наставниками для інструктажу і стажування, проводити конкурси і місячники безпеки руху, представляти у встановленому порядку до заохочення працівників, які успішно і добросовісно виконують свої обов'язки.

2.2.4. Вживати заходи для покращення професіональної підготовки, підвищення кваліфікації працівників, контролювати проведення з водіями, автослюсарями та інженерно-технічними працівниками з безпеки дорожнього руху технічного навчання, періодичних інструктажів.

2.2.5. Особисто проводити службове розслідування всіх дорожньо - транспортних пригод, допущених працівниками організації; проводити службове розслідування з випадків перебування водіями на робочому місці у нетверезому стані і вживати до порушників заходи дисциплінарного впливу згідно правил внутрішнього трудового розпорядку.

2.2.7. Організовувати облік дорожньо-транспортних пригод, представляти звіти та інформацію про дорожньо-транспортні пригоди, повідомлення про вжиті заходи з попередження дорожньо-транспортних пригод у терміни, передбачені «Порядком обліку дорожньо-транспортних пригод».

2.2.8. Безпосередньо керувати роботою служби безпеки дорожнього руху (відповідальної особи з безпеки дорожнього руху), спрямовуючи діяльність усіх служб і підрозділів організації на реалізацію заходів із попередження дорожньо-транспортних пригод, надавати практичну допомогу в організації і обладнанні кабінету (куточку) з безпеки дорожнього руху, затверджувати план його роботи.

2.2.9. Видавати накази, розпорядження з попередження дорожньо - транспортних пригод, передбачати у посадових інструкціях працівників, які пов'язані із збереженням та експлуатацією рухомого складу, їх обов'язки і відповідальність щодо забезпечення безпеки дорожнього руху.

2.3. Керівник служби безпеки дорожнього руху (відповідальна особа з безпеки дорожнього руху) зобов'язаний:

2.3.1. Розробляти разом із службою механіка проекти планів-заходів з попередження дорожньо-транспортних пригод, які передбачають забезпечення необхідних умов безпеки руху, належного технічного стану, рухомого складу, який виходить на лінію, зміцнення дисципліни, підвищення кваліфікації водіїв та інших працівників організації, діяльність яких зв'язана з роботою рухомого складу, представляти їх на затвердження керівникові організації і контролювати виконання цих планів.

2.3.2. Систематично контролювати виконання всіма працівниками організації нормативних документів, наказів та вказівок Держводгоспу України та облводгоспу з питань забезпечення безпеки дорожнього руху, правил дорожнього руху, а також цієї інструкції.

2.3.3. Перевіряти роботу всіх служб і підрозділів організації, щодо забезпечення безпеки дорожнього руху та попередження дорожньо - транспортних пригод і вносити пропозиції керівництву для усунення виявлених недоліків і порушень.

2.3.4. Вести облік дорожньо-транспортних пригод і порушень водіями правил дорожнього руху у спеціальних журналах, готувати у встановленому порядку звіти про них. Аналізувати дані обліку і виявляти основні причини виникнення дорожньо-транспортних пригод.

2.3.5. Брати участь у проведенні службового розслідування дорожньо - транспортних пригод, у складанні інформації про них в терміни, передбаченні «Положенням про порядок службового розслідування дорожньо-транспортних пригод».

2.3.6. Розробляти і подавати керівникові, на основі матеріалів перевірок, пропозиції щодо попередження дорожньо-транспортних пригод і випадків керування автомобілем у нетверезому стані.

2.3.7. Організовувати у колективі розгляд допущених водіями дорожньо - транспортних пригод і порушень правил дорожнього руху.

2.3.8. Узагальнювати і розповсюджувати передовий досвід безаварійної роботи водіїв, організовувати агітаційну роботу з безпеки дорожнього руху

(проведення лекцій, бесід, використання наочних форм агітації, стінгазет, бюлетенів).

2.3.9. Організовувати роботу кабінету безпеки дорожнього руху.

2.3.10. Контролювати організацію навчання і перевірку знань водіями та іншими працівниками, безпосередньо пов'язаними з дорожнім рухом транспортних засобів, Правил дорожнього руху, Правил перевозу людей і вантажів, інструкцій з охорони праці, пожежної безпеки та безпеки дорожнього руху, посадових інструкцій.

2.3.11. Контролювати стажування водіїв і роботу водіїв-наставників, а також допуск водіїв до роботи.

2.3.12. Брати участь у роботі атестаційної комісії з присвоєння кваліфікації водіїв.

2.3.13. Брати участь у розробці проектів наказів, розпоряджень, заходів з питань забезпечення безпеки дорожнього руху.

2.3.14. Контролювати проведення службою механіка перед- і післярейсових інструктажів з безпеки дорожнього руху, медичного огляду з відміткою в дорожньому листі водія.

2.3.15. Систематично звіряти і уточнювати дані про дорожньо-транспортні пригоди з даними органів Державної автомобільної інспекції та надсилати інформацію у вищестоящу організацію згідно «Порядку обліку дорожньо- транспортних пригод».

2.4. Керівник служби дорожнього руху (відповідальна особа за безпеку дорожнього руху) має право:

2.4.1. Контролювати і перевіряти роботу служб і підрозділів організації, які причетні до попередження дорожньо-транспортних пригод, роботи рухомого складу. Вказівки начальника служби безпеки дорожнього руху (відповідальної особи) обов'язкові до виконання і можуть бути відмінені тільки керівником організації.



2.4.2. Вилучати у водіїв організації посвідчення на право управління автомобілем при їх затриманні на лінії в стадії сп'яніння або при скоєнні дорожньо-транспортних пригод.

2.4.3. Відсторонювати у встановленому законом порядку від роботи водіїв та інших працівників організації, дії яких загрожують безпеці дорожнього руху, вимагати від керівників, яким підпорядковані вищевказані працівники, притягнення їх до дисциплінарної відповідальності.

2.4.4. Забороняти випуск на лінію рухомого складу або повертати його з лінії при виявленні технічних неполадок транспорту, не проходженні інструктажу та медогляду водіїв.

2.4.5. Представляти організацію у місцевих органах влади та у вищестоящих організаціях.

2.5. Служба механіка зобов'язана:

2.5.1. Складати місячний табель роботи водіїв з дотриманням вимог трудового законодавства в частині режиму праці і відпочинку, регулярно контролювати роботу водіїв на лінії, не допускати порушень норм робочого дня.

2.5.2. Контролювати оформлення дорожніх листів.

2.5.3. Вживати необхідні заходи при наявності у дорожньому листі відміток зроблених працівниками ДАІ про порушення, допущені водіями на лінії і інформувати про це службу безпеки руху.

2.5.4. Проводити інструктаж водіїв щодо правил перевезення людей і вантажів, особливості руху, метеорологічні, дорожні та інші умови на маршруті, робити про це відмітки у дорожніх листах і в журналі реєстрації інструктажів.

2.5.5. Контролювати проходження водіями, які не мають досвіду роботи, стажування та закріплення їх за досвідченими водіями.

2.5.6. Забезпечувати перед- та післярейсові медичні огляди водіїв, перевірку посвідчень водіїв перед випуском автомобілів на лінію.

## 4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях при роботі автотранспорту

Всі надзвичайні ситуації техногенного характеру поділяються на:

- транспортні аварії, пожежі (вибухи);
- наявність у довкіллі шкідливих речовин понад ГДК (гранично допустимі концентрації);
- аварії із загрозою викиду (викидом) ХНР і біологічних небезпечних засобів;
- аварії з загрозою викиду (викидом) радіоактивних речовин;
- раптове руйнування будівель і споруд;
- аварії на системах життєзабезпечення;
- аварії на електроенергетичних спорудах;
- аварії на очисних спорудах, гідродинамічні аварії.

Транспортні аварії поділяються на аварії (катастрофи):

- на залізничному транспорті (товарних поїздів, пасажирських поїздів, поїздів метрополітену);
- на автомобільному транспорті;
- на суднах (пасажирських, вантажних);
- на авіаційному транспорті (авіаційні катастрофи в аеропортах і населених пунктах та поза ними);
- на транспорті з викидом (загрозою викиду) ХНР, РР і БНР;
- на міському транспорті;
- на транспорті, в які потрапили керівники держави та народні депутати.

Наявність в Україні розвиненої мережі транспортних комунікацій, перевезення ними у великій кількості потенційно небезпечних речовин, стан самих комунікацій і транспортних засобів часто стають загрозливими для населення, економіки та природного середовища. Щорічно в Україні

транспортom загального користування перевозиться понад 900 млн. т вантажів (у тому числі небезпечних) і понад 3,0 млрд. пасажирів.

На залізничний транспорт припадає близько половини вантажних перевезень, на автомобільний – 26 %, річковий і морський –14 %, авіаційний – 10 %.

Зношення основних фондів залізничного транспорту є основною причиною аварій і катастроф. Особливу тривогу викликає критичний стан під'їзних залізничних колій, якими транспортуються СДОР, пожежо- та вибухонебезпечні речовини.

На автомобільному транспорті щодня відбувається 95-100 ДТП, в яких гине 18-20 і травмується понад 100 пасажирів.

Автотранспорт є джерелом істотного забруднення атмосферного повітря, особливо у великих містах.

Заходи безпеки при виникненні аварійної ситуації чи аварії на автомобільному транспорті:

- Не залишати машину до її зупинки. Дослідження показують, що в цьому випадку шансів вижити у 10 разів більше, ніж при катапультиванні.
- Зберігати самовладання, управляти машиною до останньої можливості.
- Зробити все, щоб уникнути зустрічного удару: кювет, паркан, чагарник, навіть дерево.
- Якщо немає іншої можливості, перевести зустрічний удар в ковзний бічний.

Коли удар не зупинити, найголовніше - перешкоджати своєму переміщенню вперед і захистити голову. Для цього ногами впертися в підлогу, руками, напружуючи всі м'язи, в рульове колесо, голову нахилити вперед, між рук.

Водій повинен «застигнути» за кермом, намагаючись при цьому пом'якшити майбутнє зіткнення.

Пасажи́р повинен закрити голову руками і завалитися на бік, притиснувшись до сидіння - це дозволить уникнути травм від удару об тверді предмети. Пасажи́ри, які знаходяться на задньому сидінні, повинні постаратися впасти на підлогу.

Якщо з вами поруч дитина, його потрібно міцно притиснути, закрити собою і так само впасти на бік. Найбільш небезпечне місце для пасажи́ра - переднє сидіння, тому ПДР забороняють перебувати там дітям до 14 років.

Після того, як удар стався, насамперед треба визначитися, де, в (якому місці автомобіля) і в якому положенні ви знаходитесь, чи не горить, чи не підтікає бензин (особливо при перекиданні). Залежно від ситуації рухайтесь до виходу через двері або вікно. Якщо двері відразу не відкрилися, намагатися натискати на них, швидше за все, це безглуздо, вони заклинені, і треба, відкривати або розбивати вікна.

Якщо машина опинилася у воді.

Події на прибережних дорогах, паркування під занадто великим кутом, помилки при маневрі, перевищення швидкості, сильний порив вітру при русі по набережній або по мосту можуть стати причиною падіння автомобіля в воду. Це тягне за собою наслідки, які особливо важкі в двох випадках: коли знаходилися в машині отримали поранення або коли страх перед можливими наслідками майже паралізує реакцію на події.

Якщо той, хто знаходиться всередині, не отримав пошкоджень під час падіння у воду і зберігає спокій, він має достатньо часу, щоб вибратися зі своєї «клітки». Найважливіше - зберегти здатність контролювати свою поведінку у найважчій ситуації. Автомобіль не покидайте до моменту його повного занурення у воду.

Опинившись у воді, машина якийсь час може триматися на плаву. Буває достатньо кількох секунд, щоб з неї вискочити. Але двері відкривати не слід - вода тут же хлине всередину, і автомобіль почне різко занурюватися. Вибратися потрібно через відкрите вікно.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Метою роботи було дослідження перехрестя доріг двох вулиць, де спостерігались значні затори через неефективну організацію дорожнього руху на даній ділянці вулично-дорожньої мережі.

Для виконання такого дослідження проведено аналіз основних методів, які застосовуються для дослідження організації дорожнього руху на вказаній ділянці руху.

При визначенні інтенсивності руху транспортних засобів на перехресті наведено основні показники приведення різних типів транспортних засобів до еталонного легкового автомобіля, що значно спрощує подальші розрахунки.

Проведено огляд вулично-дорожньої мережі вулиць Генерала Мирона Тарнавського та Київської, перехрестя яких розглядається в роботі. Встановлено варіанти можливих напрямків руху на даному перехресті.

За спостереженнями встановлено показники інтенсивності руху транспортних засобів і пішоходів на даному перехресті, відповідні результати занесено до таблиць та проведено їх відповідний аналіз у формі гістограм.

Встановлено за спостереженнями часи затримок транспортних засобів, які рухаються по вул. Тарнавського та Київській.

Проведено вибір світлофорної сигналізації та вибрано її з трифазним циклом регулювання. Розроблено комбінації фаз регулювання, результати представлено у вигляді схем.

Проведено розрахунки тривалості циклів та фаз з відповідними корекціями.

Виконано порівняльний аналіз втрат часу автомобілів, який затрачається на вимушені зупинки при переїзді ними як нерегульованого перехрестя так регульованого з розробленою світлофорною сигналізацією. Встановлено, що економія вартості часу проїзду складає 7280,26 відн. од.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Головне управління статистики у Тернопільській області : [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.te.ukrstat.gov.ua/statinfo.html>.
2. Гончаров М. Ю. Системний факторний аналіз економічних процесів на транспорті / Інститут (Центр) комплексних транспортних проблем. – К.: Логос, 1999. – 423 с.
3. Бабій М.В. Аналіз ринку автотранспортних перевезень України / Попович П.В., Шевчук О.С., Бабій М.В., Дзюра В.О. // Вісник машинобудування та транспорту. Випуск 2, Вінниця, 2017. –С. 124-130.
4. 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.
5. БабійМ.В. Обґрунтування раціональної тривалості робочого часу водія при виконанні транспортних операцій / Бабій М.В., Бабій А.В., Матвіїшин А.Й. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Випуск 169 “Деревооброблювальні технології та системотехніка лісовогокомплексу”, Харків, 2016. –С. 232–236.
6. Валеропуло Г.А. Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте / Г.А. Валеропуло. – М.: Транспорт. 1990. – 207 с.
7. 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.
8. Модели и методы теории логистики / под ред. В.С. Лукинского. СПб.: Питер, 2007. 448 с.
9. Бісовський Н.М. Аналіз проблематики при взаємодії видів

транспорту / Бісовський Н.М., Балацький С.С. // Збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 25-26 листопада 2020 року – Т. : ТНТУ, 2020 – Том I. – С. 153.

10. Andreikiv O.E, Lysyk A.R., Shtayura N. S., Babii A. V. Evaluation of the Residual Service Life of Thin-Walled Structural Elements with Short Corrosion-Fatigue Cracks // Materials Science. 2017. 53, No 4. P. 514-521.

11. Babii A. (2020) Important aspects of the experimental research methodology / Andrii Babii // Scientific Journal of TNTU. Tern. : TNTU, 2020. Vol 97. No 1. P. 77–87.

12. Neoplan : [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Neoplan>

13. Бабій А., Бабій М. (2020) «Дослідження міцності елементів конструкції функціонально-транспортуючих мобільних засобів», *Науковий журнал «Інженерія природокористування»*, (3(13), с. 87-91. doi: 10.37700/enm.2019.3(13).87-91. (Фахове видання України).

14. Babii A., Babii M.(2019) Taking impact of oscillation amplitude of boom sprayers load-bearing frame sections. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 95, no 3, pp. 97-104.

15. Осипов В.Т. Маршрутизація перевозок грузов / Осипов В.Т. – М.: Транспорт, 1973. – 200 с.

16. Гончаров М. Ю. Системний факторний аналіз економічних процесів на транспорті / Інститут (Центр) комплексних транспортних проблем. – К.: Логос, 1999. – 423 с.

17. Модели и методы теории логистики / под ред. В.С. Лукинського. СПб.: Питер, 2007. 448 с.

18. Колодізева Т.О. Управління ланцюгами поставок: навчальний посібник / Т.О. Колодізева. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2016. – 164 с.

19. Хэндфилд Р.Б., Эрнест Л. Реорганизация цепей поставок:

Создание интегрированных систем формирования ценностей. М.: Вильямс, 2003.

20. Арутюнова Г. И. Введение в экономику транспорта / Московский автодорожный ин-т (Технический ун-т). – М., 1995. – 100 с.

21. Дмитриев И.А., Жарова О. М. Экономика предприятий автомобильного транспорта: Учеб. пособие для студ. вузов / Харьковский национальный автомобильно-дорожный ун-т. – Х. : ХНАДУ, 2004. – 183 с.

22. Бабій М. Проблеми транспортної логістики в аграрному секторі України / М.Бабій // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Випуск 184 “Технічний сервіс машин для рослинництва”, Харків, 2017. – с. 130-135.

23. Здерева Т. О., Иванова Н. Ю., Новак І. В., Когденко В. Г., Головніна О. Г. Економічне обґрунтування бізнес-плану роботи автотранспортного підприємства / Український транспортний ун-т / Т.О. Здерева (ред.). – К., 1996. – 60 с.

24. Навчальні матеріали онлайн : [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://pidruchniki.com/10810806/bzhd/zakonodavstvo\\_ohoroni\\_pratsi](https://pidruchniki.com/10810806/bzhd/zakonodavstvo_ohoroni_pratsi)

25. Безпека життєдіяльності : [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://dl.sumdu.edu.ua/textbooks/87803/272998/index.html>

26. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник / За редакцією Я.І. Бедрія. – Львів: Видавнича фірма «Афіша», 1999. - 275 с.

27. Бабій М. Проблеми транспортної логістики в аграрному секторі України / М.Бабій // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Випуск 184 “Технічний сервіс машин для рослинництва”, Харків, 2017. – с. 130-135.

28. Желібо Є.П., Заверуха Н. М., Зацарний В. В. Безпека життєдіяльності: Навч. посіб. / За ред. Є П. Желібо. 5-е вид. – К.: Каравела, 2007. – 344 с.