

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Західноукраїнський національний університет
Навчально-науковий інститут інноватики, природокористування та
інфраструктури
Кафедра транспорту і логістики

ЦИГАНЮК Олександр Сергійович

Удосконалення організації дорожнього руху на
вулично-дорожній мережі міста Луцька (вулиця
Потебня) / Improving the organization of traffic on
the street and road network of the city of Lutsk
(Potebnia Street)

спеціальність: 275 - Транспортні технології (за видами)
освітньо-професійна програма - Транспортні технології (на автомобільному
транспорті)

Кваліфікаційна робота

Виконав студент групи ТТм-22
О. С. Циганюк

Науковий керівник:
к.т.н., доцент, О. С. Шевчук

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту:

"__" _____ 20__ р.

Завідувач кафедри
_____ П. В. Попович

ТЕРНОПІЛЬ - 2023

Зміст

АННОТАЦІЯ.....	4
ВСТУП.....	6
1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ПРОЕКТУВАННЯ.....	9
2. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ	12
3. ХАРАКТЕРИСТИКИ РУХІВ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ.....	14
3.1 Інтенсивність руху.....	14
3.2. Швидкість руху.....	15
3.3. Склад транспортного потоку.....	16
3.4. Характеристики міського громадського транспорту	17
4. ХАРАКТЕРИСТИКА ДОРОЖНІХ УМОВ ТА ЇХ АНАЛІЗ.....	18
5.СТАТИСТИКА ДТП ТА ЇЇ АНАЛІЗ	22
6 ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА РАЙОНУ ПРОЕКТУВАННЯ.....	32
7. АНАЛІЗ УМОВ РУХУ.....	41
7.1. Визначення рівня завантаження окремих ділянок.....	41
7.2 Технічні засоби організації дорожнього руху	43
8. ЗАХОДИ З УДОСКОНАЛЕННЯ СХЕМИ ОДР	48
8.1 Усунення недоліків в установці дорожніх знаків та нанесенні дорожньої розмітки	48
8.2. Техніко-економічне обґрунтування інженерно-планувальних рішень при проектуванні	52
8.3. Розрахунок параметрів світлофорного регулювання	55
8.4 Визначення екологічних характеристик схеми ОДР, що пропонується.....	67
9. СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА СХЕМИ ОДР, ЩО ПРОПОНУЄТЬСЯ	72
ВИСНОВКИ	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	77

АННОТАЦІЯ

Дипломний проект на тему “Удосконалення організації дорожнього руху на вулично-дорожній мережі міста Луцька (вулиця Потебня)”

Структура роботи. Робота складається з анотації, вступу, 9 розділів, висновків, списку використаних джерел з 23 найменування. Основний текст викладений на 71 сторінках, ілюструється 5 рисунками, містить 26 таблиць.

У дипломній роботі написано вступ, зроблено загальну характеристику району проектування, що його утворюють, загальну характеристику вулично-дорожньої мережі. Приведені характеристики руху транспортних і пішохідних потоків, зроблено аналіз дорожніх умов і аналіз аварійності. Виконано аналіз існуючої схеми організації дорожнього руху (ОДР) на перегоні вулиці, проведено техніко-економічне обґрунтування.

На основі зробленого аналізу розроблені проектні заходи щодо покращення умов руху на перегоні вулиці і представлена проектна схема організації дорожнього руху на перегоні вулиці.

Проведена екологічна оцінка проектної схеми організації дорожнього руху та виконане техніко-економічне обґрунтування проектних рішень. Зроблено висновки та складено список використаної літератури.

Об’єкт дослідження. Оптимізація транспортних потоків на вулично-дорожній мережі міста Луцька (вулиця Потебня)

Предмет дослідження. Організація дорожнього руху на ВДМ міста Луцьк.

Ключові слова: перегін вулиці, вулично-дорожня мережа, транспортний потік, інтенсивність руху, пішохідний потік, схема організації дорожнього руху, пропускна здатність, екологічні показники.

ANNOTATION

Diploma project on the topic "Improving the organization of traffic on the street-road network of the city of Lutsk (Potebnia Street)"

Structure of work. The work consists of an abstract, an introduction, 9 chapters, conclusions, a list of used sources with 23 names. The main text is laid out on 71 pages, illustrated with 5 figures, and contains 26 tables.

In the thesis, an introduction is written, a general description of the design area that forms it, a general description of the street and road network is made. The characteristics of traffic and pedestrian flows are given, the analysis of road conditions and the analysis of accidents are made. The analysis of the existing scheme of traffic management (OTR) on the stretch of the street was carried out, and a technical and economic feasibility study was carried out.

On the basis of the analysis, project measures have been developed to improve traffic conditions on the stretch of the street, and a design scheme for the organization of road traffic on the stretch of the street has been presented.

An environmental assessment of the design scheme of road traffic organization was carried out and a technical and economic justification of project decisions was carried out. Conclusions were made and a list of used literature was compiled.

Object of research. Optimization of traffic flows on the street and road network of the city of Lutsk (Potebnia Street)

Subject of study. Organization of traffic on the VDM of the city of Lutsk.

Optimization of the organization of traffic on the street and road network of the city of Lutsk (Potebnia Street)

Key words: street crossing, street-road network, traffic flow, traffic intensity, pedestrian flow, traffic organization scheme, capacity, environmental indicators.

ВСТУП

Одним з пріоритетних завдань внутрішньої політики України є створення безпечних умов дорожнього руху.

Це полягає у створенні та виконанні комплексу заходів у сферах економічних, правових, технічних, соціальних, технологічних та інших, спрямованих на зменшення рівня та запобігання травмам від дорожньо-транспортних пригод, збереження життя та здоров'я постраждалих, а також на зменшення негативного впливу автотранспорту на навколишнє середовище. Організація дорожнього руху поліцією України полягає в забезпеченні безпеки всіх учасників руху, ефективному використанні інфраструктури та зменшенні транспортних заторів. Поліція України має ряд повноважень, закріплених законодавством, для якісного контролю та організації дорожнього руху, однак в умовах військового стану не у повній мірі вдається реалізувати ці повноваження. Ті працівники підрозділів, що відповідають за ОДР та готують відповідні адміністративні документи для приведення посадових осіб підприємств до адміністративної відповідальності, які не виконують вимог інспекторів стосовно виправлення недоліків у стані дорожнього утримання. Однак суди відміняють більшість цих протоколів, вказуючи на відсутність коштів у відповідачів для ремонту доріг. Така система взаємовідносин впливає негативно на загальний стан дорігового утримання.

Необхідно подальше удосконалення процесу організації дорожнього руху підрозділами національної поліції України для підвищення його ефективності. Це потрібно, по-перше, через негативний стан доріг в Україні, і, по-друге, через відсутність ефективної системи державного управління у сфері проектування, будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг.

Оптимальна організація дорожнього руху передбачає впровадження ефективних та безпечних систем, які забезпечують розумне використання інфраструктури та регулювання поведінки учасників руху. Це досягається розробкою і здійсненням чітких та логічних правил дорожнього руху, які

враховують потреби всіх учасників та забезпечують їхню безпеку; встановленням яскравої та зрозумілої дорожньої сигналізації для водіїв і пішоходів, щоб вони могли легко розуміти і виконувати вказівки; розробкою безпечних та ефективних доріг, перехрестів, пішохідних доріжок і велосипедних шляхів з урахуванням потреб всіх користувачів; активним наглядом і контролем за порушеннями правил дорожнього руху для підтримки порядку та безпеки на дорогах. Для забезпечення ефективної організації дорожнього руху доцільним є проведення ефективних кампаній з освіти і навчання, спрямованих на підвищення свідомості учасників руху стосовно правил та безпеки. Інновації в області організації дорожнього руху грають ключову роль у покращенні безпеки, ефективності та комфорту для учасників руху. Використання передових технологій, таких як системи безпеки автомобілів, електронні системи регулювання швидкості та інші інноваційні рішення для покращення безпеки та ефективності. Громадська діяльність в області організації дорожнього руху є важливим чинником для створення безпечних та ефективних дорожніх умов. Участь громади може призводити до покращень у багатьох аспектах. Залучення громадськості до процесу прийняття рішень та забезпечення спільної відповідальності за безпеку на дорогах.

Ці елементи разом сприяють створенню більш безпечної та ефективної системи дорожнього руху.

Наразі незадовільний стан доріг в Україні обумовлений кількома факторами, на мій погляд. По-перше, це недостатнє фінансування дорожнього господарства протягом останніх років. По-друге, використання застарілих технологій, машин, механізмів, матеріалів і конструкцій. Також великий вплив має низька якість дорожньо-будівельних матеріалів, зокрема нафтових бітумів. До цього можна додати проблему недостатньої виконавської і технологічної дисципліни тощо. Важливо враховувати, що всі ці проблеми посилюються через незавершену трансформацію системи державного управління автомобільними дорогами та їх експлуатаційним утриманням.

Стратегії вирішення питань, пов'язаних з організацією дорожнього руху та підвищенням його безпеки в Україні, включають такі напрямки:

- на державному та місцевому рівнях слід покращити роботу щодо забезпечення відповідної дорожньої інфраструктури для зростаючого транспортного потоку, враховуючи його параметри та якість. Також важливо посилити відповідальність державних та місцевих органів за якість виконання цих завдань;
- спрямовані на виховання високої дисципліни серед всіх учасників дорожнього руху;

Засоби вирішення проблем у сфері організації дорожнього руху в Україні та забезпечення його безпеки охоплюють такі аспекти:

- На рівнях державного та місцевого управління слід удосконалювати діяльність щодо забезпечення зростаючого транспортного потоку відповідними за своїми параметрами та якістю дорогами, а також підвищувати відповідальність державних та місцевих органів за якість цих робіт;
- Формувати високу дисципліну серед всіх учасників дорожнього руху;
- Посилювати вимоги до водіїв у плані їх знань та безумовного дотримання правил дорожнього руху;
- Здійснювати ефективні заходи для боротьби з корупцією в цій сфері;
- Удосконалювати правовий механізм, що гарантує невідворотню відповідальність за порушення безпеки дорожнього руху;
- Створювати систему організаційно-планувальних та інженерних заходів для поліпшення організації транспортного та пішохідного руху в містах;
- Сприяти формуванню серед громадян поважного ставлення до Закону України "Про дорожній рух" та Правил дорожнього руху;
- Підтримувати заходи, спрямовані на усунення місцевого розподілу відповідальності та уникання дублювання функцій у сферах безпеки та організації дорожнього руху;
- Вдосконалювати діюче законодавство про дорожній рух з метою ліквідації прогалин та суперечностей, що в ньому існують.

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ПРОЕКТУВАННЯ

Луцьк — це адміністративний центр Волинської області на заході України. Місто розташоване на річці Стир і має давню історію, яка налічує більше тисячі років. Однією з цікавих пам'яток Луцька є Луцький замок, який був збудований у XII столітті. Замок має неповторний архітектурний стиль і відіграє важливу роль у історії міста.

Місто також відоме своєю культурною спадщиною, архітектурними пам'ятками, та природними цінностями. Луцьк є важливим культурним та освітнім центром регіону, і в ньому розташовані численні музеї, театри та інші культурні заклади.

Місто є важливим транспортним вузлом, зручно розташованим на перехресті автомагістралей і залізничних ліній, що сприяє ефективному зв'язку з іншими регіонами України.

За останні роки також розвивається як культурний центр. Тут проводяться фестивалі, концерти та інші культурні події, що привертають увагу мешканців і гостей міста.

Місто розташоване на перетині важливих автомагістралей і доріг, що сприяє зручному автомобільному руху. Це важливо для логістики, транспортування товарів та забезпечення зручного сполучення з іншими регіонами. Луцьк розташований в рівнинній частині України, а саме на Волинській низовині. Рельєф міста та його околиць взагалі майже плоский. За рахунок відсутності значних гірських формацій або великих висот, територія в іншому переважно характеризується рівнинною ландшафтною структурою. Найбільш значущим природним елементом в рельєфі може бути річка Стир, яка протікає через місто. Річка може впливати на формування певних прибережних рельєфних особливостей.

У зв'язку зі своєю розташованістю в рівнинному регіоні, Луцьк не має характерних для гірських місцевостей значних підйомів чи глибоких ярів, але при цьому він може мати місця з невеликими взгір'ями чи поглибленнями.

Луцьк розташований в західній частині України. Відстань між Луцьком і Києвом автомобільним шляхом може залежати від конкретного маршруту, але найзручніший та швидкий маршрут зазвичай пролягає через автодорогу М06 (Е40). Відстань приблизно складає 360-400 кілометрів.

Місто розміщене на заході України за 50 км від польського кордону. На початок 2022 року приблизна площа міста Вінниця становила близько 40,86 км². Щодо населення, за оцінками на 2022 рік, воно складає приблизно 210 тисяч осіб.

Луцьк розташований на перехресті доріг у північно-західному регіоні України, і в місті є кілька основних автомобільних напрямків. Основні автомобільні дороги, які проходять через Луцьк і забезпечують зв'язок з іншими регіонами, включають:

1. М06 (Е40): Це міжнародний транспортний коридор, який проходить через Луцьк і з'єднує місто з Києвом на південному сході та з кордонами з Польщею на заході.
2. М19: Ця дорога веде на південний схід в напрямку Рівного і Чернігова.
3. М07 (Е373): Це напрямок на захід в сторону Львова та кордону з Польщею.
4. Регіональні дороги: У місті і його околицях також існують регіональні дороги, які забезпечують зв'язок з прилеглими населеними пунктами та областями.

Об'єктом проектування є вулиця Потебня.

У кінці ХІХ століття виникла вулиця, яка пролягає через два мікрорайони - Гнідаву та Красне. Починаючи свій шлях на Красному, вона розпочинається на перехресті вулиць Сеченова та Баранова, перетинає Львівську, а далі простягається через Гнідаву до вулиці Мамсурова та окружної дороги, яка веде через село Рованці на Дубнівську магістраль. Вулиця Потебні має завдовжки 2,5 кілометра.

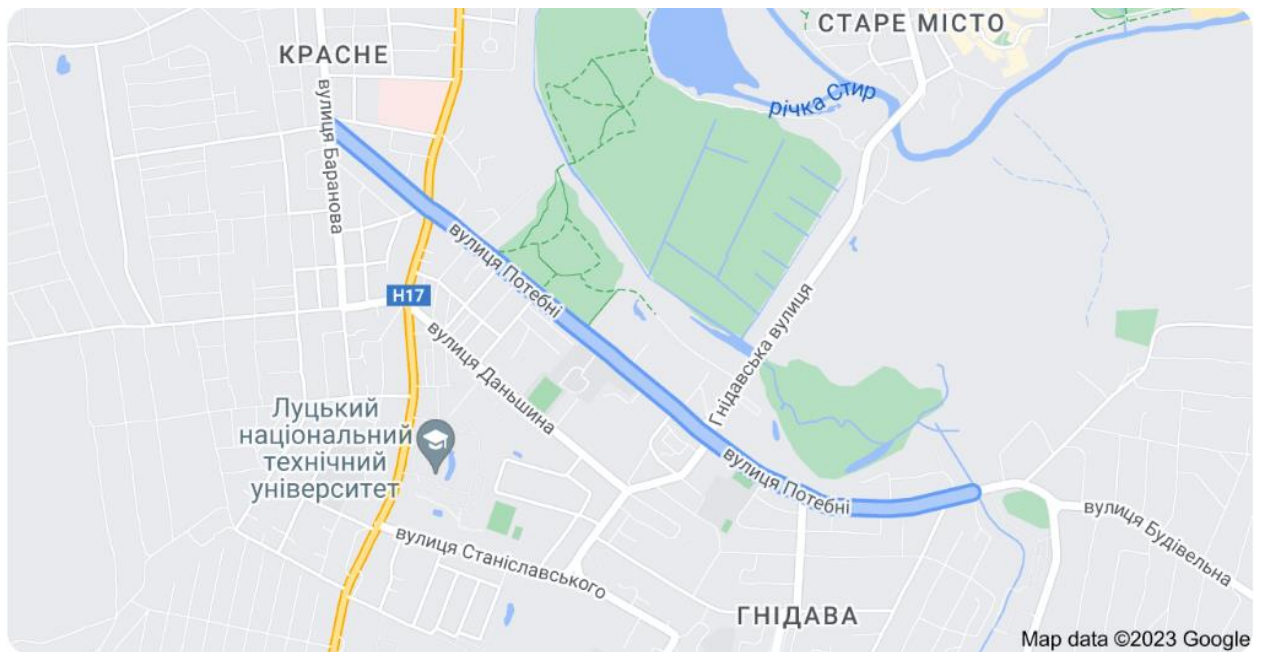


Рисунок 1.1 – План вулиці на карті міста

Вулиця Потебні є вулицею загальноміського значення з рухом, що регулюється. Забезпечує транспортний зв'язок між житловими, промисловими районами та центром міста, виходи на магістральні вулиці та дороги.

Ширина 1-ї смуги руху 3,5 м (2 смуги руху), зона червоних ліній – 24 м.

Основними об'єктами притягання транспортних і пішохідних потоків є магазини, аптека, навчальні заклади, торговельний заклад.

По всій довжині вулиця має освітлення.

Вулиця має два перехрестя, п'ять примикань. Одна ділянка мають світлофорне регулювання. Світлофори працюють по жорсткій програмі. Координація сигналів по суміжним перехрестям відсутня.

На вулиці здійснюється рух маршрутного пасажирського транспорту: тролейбуси №5 та 4А, та маршрутні таксі №5.

2. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ

Вулично-дорожня мережа представляє собою систему транспортних і пішохідних зв'язків між різними елементами планувальної структури міста та його різними частинами. Її основне призначення полягає в організації руху транспорту і пішоходів, прокладанні інженерних комунікацій і благоустрої.

Планувальна структура вулично-дорожньої мережі визначає основні принципи планування міста і є фундаментом генерального плану. Ці принципи спрямовані на досягнення компактності і ефективного використання часу для переміщення.

Транспортна інфраструктура відіграє ключову роль у плануванні, забезпечуючи не лише основні функції міста, але й суттєво впливаючи на зональні рішення у містобудівельному плануванні.

Вулична мережа є одним з найстійкіших елементів міста і повинна бути спроектована з урахуванням тривалого використання без необхідності суттєвих перебудов, які можуть бути дорогими.

При вирішенні задач організації дорожнього руху велике значення мають наступні характеристики вулично-дорожньої мережі [3]:

- щільність ВДМ та її геометричні схеми;
- щільність населення;
- відстань від центра до периферійних точок вулично-дорожньої мережі;
- відстань між периферійними точками та коефіцієнт непрямолінійності ВДМ.

Щільність населення суттєво впливає на концентрацію пішохідних і пасажиропотоків. Чим більше щільність населення, тим досконалішою повинна бути робота транспортної системи.

Щільність населення:

$$P_n = \frac{N}{S}, \quad (2.1)$$

де N – чисельність населення ($N = 210$ тис.чол.);

S – площа ($S = 40,86$ кв.км.)

$$P_H = \frac{210_{\text{тис.чол}}}{40,86_{\text{кв.км}}} = 5,13$$

Щільність ВДМ:

$$q = \frac{L_g}{S}, \frac{\text{км}}{\text{км}^2}, \quad (2.2)$$

де L_g – довжина основних магістральних вулиць.

$$q = \frac{79,7_{\text{км}}}{40,86_{\text{кв.км}}} = 1,95 \frac{\text{км}}{\text{км}^2}$$

Оптимальна щільність вулично-дорожньої мережі на думку провідних містобудівників повинна складати $2,2 - 2,4 \frac{\text{км}}{\text{км}^2}$ [21].

В нашому випадку $q < q_{\text{opt}}$, таким чином існує можливість розвивати вулично-дорожню мережу.

Коефіцієнт непрямолінійності розраховуємо за формулою:

$$K_n = \frac{L_\phi}{L_n}, \quad (2.3)$$

де L_ϕ – фактична довжина, м;

L_n – лінійно можлива відстань, яка вимірюється по повітряній лінії.

$$K_n = \frac{1700_{\text{м}}}{1400_{\text{м}}} = 1,21$$

В даному випадку коефіцієнт непрямолінійності близький до оптимального ($K_{n \text{ opt}} = 1,2$).

3. ХАРАКТЕРИСТИКИ РУХІВ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ

Транспортний потік — це рух транспортних засобів, таких як автомобілі, автобуси, мотоцикли, велосипеди та інші, по дорогах або інших транспортних магістралях протягом певного часового періоду. Це поняття охоплює рух транспортних засобів в обох напрямках — від одного пункту до іншого.

Транспортні потоки можуть бути різними за щільністю, швидкістю руху, складом транспортних засобів та іншими параметрами. Вони виникають у містах, на автострадах, вздовж вулиць та інших транспортних трас. Управління транспортним потоком важливо для забезпечення безпеки на дорозі, уникнення заторів, оптимізації руху та іншої ефективної організації транспортного руху.

Транспортний потік може бути оцінений за різними характеристиками, які дозволяють зрозуміти його структуру та ефективність. Ось деякі ключові характеристики транспортного потоку:інтенсивність руху;

- часовий інтервал
- склад транспортного потоку;
- щільність руху;
- швидкість руху;
- тривалість затримок руху.

3.1Інтенсивність руху

На рисунку 3.1. показана картограма сумарної інтенсивності руху транспортного потоку по вулиці Потебні. Інтенсивність руху наведена у кількості одиниць транспортних засобів, які рухаються через певний сегмент дороги, на одиницю часу та одиницю довжини.

<i>вул. Львівська</i>	<i>вул. Грабовського</i>	<i>вул. Тимірязєва</i>	<i>вул. Гнідівська</i>	<i>вул. Шота Руставелі</i>
3510	3380	3300	3540	3350

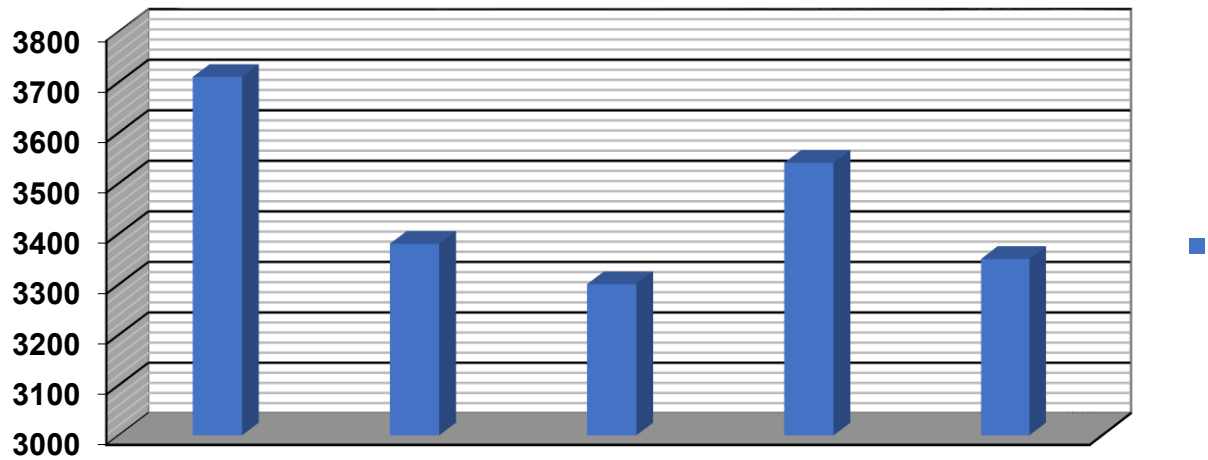


Рисунок 3.1 – Картограма сумарної інтенсивності руху по вул. Потебні

Як видно рисунка 3.1, інтенсивність по вулиці Потебні – нерівномірна. Найбільша вона – в районі вулиці Львівська, а найменша – в районі вулиці Тимірязєва.

Важливе значення при вирішенні проблем організації дорожнього руху має нерівномірність руху на протязі доби. Крива розподілу інтенсивності руху на протязі доби показана на листі графічної частини роботи.

Інтенсивність руху по вулиці Потебні характеризується нерівномірністю протягом року. Так, в літній період інтенсивність значно вища ніж зимою. Також є нерівномірність розподілу інтенсивності руху по днях тижня: в робочі дні вона значно вища ніж у вихідні дні.

3.2. Швидкість руху

Важливим показником дорожнього руху є швидкість руху, так як вона характеризує його цільову функцію. Практично ОДР прийнято характеризувати швидкість руху транспортних засобів миттєвими значеннями швидкості V_a , а також середньою швидкістю потоку V .

Швидкість руху на вулиці Потебня визначалася нами на під'їзді до вулиці Воробкевича. Швидкість визначалася при русі автомобілів на підйом та спуск. Нами було проведено 50 замірів миттєвих швидкостей при русі на підйом та на спуск. Вимірювання проводилися при ясній погоді та при сухому покритті проїзної частини.

Визначаємо середні швидкості за формулою:

$$V = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n V_i, \quad (3.1)$$

де n – кількість вимірювань;

V_i – значення миттєвої швидкості i -того автомобіля.

В результаті замірів та підрахунків були отримані наступні значення середніх швидкостей:

- при русі автомобілів на спуск:

$$V = 48,2 \text{ км/год};$$

- при русі автомобілів на підйом:

$$V = 39,4 \text{ км/год}.$$

3.3. Склад транспортного потоку

Склад транспортного потоку визначається співвідношенням транспортних засобів різних типів у цьому потоці. Це визначається вагою різних типів транспортних засобів у загальному потоці, оскільки різні типи транспортних засобів мають різні динамічні та габаритні характеристики, що впливають на параметри руху транспортного потоку. Для порівняння різних типів транспортних засобів їх приводять до умовного однорідного потоку, складеного з легкових автомобілів. Це досягається за допомогою коефіцієнтів приведення, які визначають відношення кожного типу транспортного засобу до легкового автомобіля. Наприклад, для легкових автомобілів коефіцієнт приведення дорівнює 1,0, для автобусів - 2,5, для автопоїздів - 3,5 і так далі. Ці

коефіцієнти використовуються для розрахунку інтенсивності руху в умовних одиницях.

Важливо зауважити, що склад транспортного потоку і коефіцієнти приведення (Кп) є змінними величинами, які змінюються у просторі і часі. В літературі не наводяться дані щодо розподілу складу потоку, так само як і для інтенсивності руху. З цієї причини для оптимального регулювання дорожнього руху на певній ділянці потрібно не лише інформацію про зміни інтенсивності руху, але й про зміни складу транспортного потоку.

Склад транспортного потоку визначався в районі вулиці Мамсурова.

3.4. Характеристики міського громадського транспорту

По вулиці Потебніа курсує тролейбус №5 .

Оснoву рухомого складу на маршруті складають чеські тролейбуси марки «Шкода». Останніми роками у місті з'явилися сучасні тролейбуси виробництва м. Львова.

Інтервал руху тролейбусів на даному маршруті в години пік 5-10 хвилин, в інший час – 10-15 хвилин.

Маршрутне таксі № 5 дублює маршрут руху тролейбуса № 5. Інтервал руху практично аналогічний до інтервалу руху тролейбуса (години пік 5-10 хвилин, в інший час – 10-15 хвилин). В якості рухомого складу використовуються автобуси марки «ГАЗ», «Богдан», «Мерседес».

4. ХАРАКТЕРИСТИКА ДОРОЖНІХ УМОВ ТА ЇХ АНАЛІЗ

Характеристика геометричних параметрів вулиці Потебня

Вулиця Потебня відноситься до категорії вулиць загальноміського значення.

Забезпечує транспортний зв'язок між житловими, промисловими районами та центром міста, виходи на магістральні вулиці та дороги.

Відповідність фактичних значень геометричних параметрів вулиці Потебня нормативним для даної категорії вулиць можна наведена у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Відповідність геометричних параметрів нормативним

Величини параметрів	Ширина смуги руху, м	Кількість смуг руху	Максимальний повздовжній нахил, %	Мінімальні радіуси кривих в плані, м
нормативні	3,75	4-6	50	400
реальні	3,75	4	45	420

З таблиці видно, що ширина смуг руху та їх кількість відповідають нормативним значенням. Максимальний повздовжній нахил та радіуси кривих в плані хоч і відповідають нормативним, але майже до них наближаються.

Тротуари розміщені по обидва боки від проїзної частини, їх ширина становить по 2,5 м, що також фактично відповідає вимогам.

При порівнянні розмірів елементів поперечного профілю з нормативними можна зробити наступні висновки:

- ширина та кількість смуг проїзної частини відповідають вимогам;
- ширина тротуарів відповідає нормативним значенням;
- ширина технічних смуг по 10 м з кожного боку вулиці і також вкладається у вимоги нормативів.

Оцінка пропускної здатності ВДМ

Одним з основних показників, які дають можливість оцінити транспортно-експлуатаційні якості мережі є пропускна здатність міської вулично-дорожньої мережі.

Пропускна здатність міської вулично-дорожньої мережі є ключовим показником для оцінки транспортно-експлуатаційних характеристик цієї мережі. Визначення пропускної здатності мережі базується на спроможності основних напрямків на їх в'їздах і виїздах. Кожен напрямок розглядається як окремий елемент мережі, і його оцінка проводиться індивідуально. Для ефективної роботи кожного елемента важливо виключити ділянки з меншою пропускною здатністю, ніж на в'їздах-виїздах, оскільки інакше може виникнути неефективність та систематичні затори на "вузьких" ділянках.

Показником якості функціонування цих елементів є непродуктивні витрати часу для всіх видів транспорту. Загальні витрати часу можуть бути значними, і для оцінки ефективності мережі рекомендується використовувати тривалість поїздки як основний критерій. Аналіз роботи вулично-дорожньої мережі може бути проведений за допомогою методів імітаційного моделювання та використання обчислювальної техніки. У цьому випадку загальний час у дорозі можна розділити на окремі інтервали, протягом яких автомобіль рухається від одного елемента до іншого, від однієї зони до іншої та від одного перехрестя до іншого.

Пропускна здатність визначається за формулою:

$$P = \frac{3600V}{L}, \quad (4.1)$$

де L – динамічний габарит

$$L = Vt + S_m + \ell_a + \ell_o, \quad (4.2)$$

де ℓ_a – довжина автомобіля

$$\ell_a = S_m;$$

де V_t – шлях, що проходить автомобіль за час реакції водія

t – час реакції, $t = 1\text{с}$;

де S_m – шлях гальмування;

де ℓ_o – зазор безпеки, $\ell_o = 1\text{м}$.

Відомо, що

$$S_T = \frac{V^2(\tau_1 + \tau_2)}{2g(y+1+2)}, \quad (4.3)$$

де τ_1 та τ_2 – коефіцієнти експлуатаційного стану гальм автомобіля, що рухається попереду, а також автомобіля, що рухається за ним.

$$\tau_1 - \tau_2 = \Delta = 0,25$$

Тоді

$$P = \frac{3600V}{V_t + \frac{V^2 \Delta}{2g(y+1+2) + \ell_a + \ell_a}} + 6 \quad (4.4)$$

При русі автомобіля на спуск:

$$P = \frac{3600 \times 50}{50 \times 1 \frac{50^2 \times 0,25}{2 \times 9,81(0,6 + 0,02 + 0,055)}} + 6 = 1743 \text{ авт/год}$$

$$P_c = \frac{P_1 E_1 + P_2 E_2 + P_3 E_3}{3}, \quad (4.5)$$

де E – коефіцієнт, що враховує розташування смуг руху;

$$E_1 = 1; \quad E_2 = 0,85; \quad E_3 = 0,7.$$

$$P_c = \frac{1744 \times 1 + 1744 \times 0,85 + 1744 \times 0,7}{3} = 1482 \text{ авт/год}$$

При русі автомобіля на підйом:

$$P = \frac{3600 \times 60}{60 \times 1 \frac{60^2 \times 0,25}{2 \times 9,81(0,6 + 0,02 + 0,055)}} + 6 = 1466 \text{ авт/год}$$

$$P_c = \frac{1467 \times 1 + 1467 \times 0,85 + 1467 \times 0,7}{3} = 1246 \text{ авт/год}$$

5.СТАТИСТИКА ДТП ТА ЇЇ АНАЛІЗ

Кількісний аналіз дорожньо-транспортних пригод

Дорожньо-транспортна пригода (ДТП) – зіткнення транспортного засобу з іншими об'єктами. При цьому можуть загинути або одержати поранення люди, можуть бути ушкоджені транспортні засоби, спорудження, вантажі або заподіяний інший матеріальний збиток. Традиційно до списку «небезпечних для здоров'я водія факторів» відносять:

- порушення правил дорожнього руху, у тому числі:
- алкогольне сп'яніння;
- розмови по мобільному телефону;
- паління;
- їжа за кермом;
- керування електронними пристроями (наприклад радіо, CD програвачем або GPS) під час руху;
- прослуховування музики.

До основних абсолютних показників ДТП відносяться:

- кількість дорожньо-транспортних пригод ($N_{ДТП}$);
- кількість загиблих (N_z);
- кількість поранених (N_n).

Значення цих показників по вулиці Потебня за останні п'ять років заносимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1

Розподіл ДТП по роках

роки показник	2013	2015	2017	2019	2021
$N_{ДТП}$	5	7	9	8	10
N_n	3	2	3	3	5
N_3	2	1	2	1	1
$K_T = \frac{N_3}{N_{ДТП}}$	0,4	0,14	0,22	0,125	0,1

На листі графічної частини роботи показана статистика дорожньо-транспортних подій за останніх 6 років.

Розподіл дорожньо-транспортних пригод по годинах доби, днях тижня та місяцях року показано в таблицях 5.2, 5.3, 5.4, а також на листі графічної частини.

Таблиця 5.2

Розподіл дорожньо-транспортних пригод по годинах доби

Години доби	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
$N_{ДТП}$	1	-	-	1	-	-	1	-
Години доби	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
$N_{ДТП}$	5	7	6	7	7	8	10	4
Години доби	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
$N_{ДТП}$	9	5	9	5	4	3	5	-

Таблиця 5.3

Розподіл дорожньо-транспортних пригод по днях тижня

Дні тижня	Понеділок	Вівторок	Середа	Четвер	П'ятниця	Субота	Неділя
$N_{ДТП}$	8	7	4	6	6	8	5

Таблиця 5.4

Розподіл дорожньо-транспортних пригод по місяцях року

Місяць року	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень
$N_{ДТП}$	5	4	5	5	6	4
Місяць року	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
$N_{ДТП}$	6	3	4	8	4	5

Аналіз даних таблиці 5.1 дозволив встановити, що за останні роки кількість дорожньо-транспортних пригод різко зросла. Так з 2013 року по 2021 рік вона збільшилася у 2 рази.

З таблиці 5.2 видно, що найбільша кількість дорожньо-транспортних пригод виникає між 9-10 годинами, тобто в ранковий пік. Існують ярко виражені обідній та вечірній піки.

Найчастіше дорожньо-транспортні пригоди виникають через перехід проїзної частини пішоходами у невстановленому місці, їхня неуважність, розмова по мобільному телефону. При цьому інтенсивність в дані години максимальна.

З таблиці 5.3 можна зробити висновки, що найбільша кількість дорожньо-транспортних пригод виникає в понеділок та суботу.

З таблиці 5.4 видно, що найбільша кількість дорожньо-транспортних пригод виникає в осінній та зимовий період. Це пояснюється тим, що багато

водії мають низьку кваліфікацію управління транспортними засобами у несприятливих погодних умовах. Також збільшенню дорожньо-транспортних подій сприяє і незадовільна робота дорожніх служб, які не забезпечують своєчасне прибирання снігу, посипання проїзної частини спеціальними сумішами.

Якісний аналіз дорожньо-транспортних пригод

Видами ДТП є: а) наїзд транспортного засобу на пішоходів, велосипедистів, гужовий транспорт і тварин; б) зіткнення транспортних засобів; в) перекидання транспортного засобу; г) наїзд транспортного засобу на перешкоду; д) падіння пасажирів; е) інші ДТП.

Дорожньо-транспортні пригоди (ДТП) класифікуються за різними критеріями, що дозволяє отримати розширений розуміння їхніх особливостей. Основні класифікації включають:

1. За типом події:

- Аварія (зіткнення): Зіткнення між транспортними засобами.
- Наїзд: Наїзд на пішоходів, велосипедистів або інші об'єкти.
- Об'єкт, що виїхав: ДТП, спричинене рухом об'єкта, який виїхав на дорогу.

2. За кількістю учасників:

- Одномісні: За участю одного транспортного засобу.
- Двомісні: За участю двох транспортних засобів.
- Багатомісні: За участю трьох або більше транспортних засобів.

3. За видом транспортних засобів:

- Автопригода: Зіткнення між автомобілями.
- Мото ДТП: Пригода, в яку втягнуті мотоцикли чи мопеди.
- Пішохідське ДТП: Наїзд або інший тип пригоди, в якій постраждали пішоходи.
- Велосипедистське ДТП: Пригода, в яку втягнуті велосипеди.

4. За ступенем серйозності травм:

- Смертельні: 3 пригод, що призвели до смерті або призвели до смерті протягом короткого періоду.
- Тяжкі травми: 3 травмами, які вимагають госпіталізації та медичної допомоги.
- Легкі травми: 3 травмами, які не потребують термінової госпіталізації.

5. За причинами:

- Порухення ПДР: Зумовлені порушеннями Правил дорожнього руху.
- Технічний збій: Спричинені несправністю або відмовою технічних систем.

Ці класифікації сприяють кращому розумінню та аналізу причин та наслідків ДТП, а також розробці ефективних заходів для підвищення безпеки дорожнього руху.

Таблиця 5.5

Розподіл ДТП по видах

Вид ДТП	Зіткнення	Наїзд на пішохода	Наїзд на нерухомий автомобіль	Наїзд на перешкоду	Інші
$N_{дтп}$	39	16	2	5	6

Розподіл дорожньо-транспортних пригод по видах також показано на листі графічної частини роботи.

З таблиці 5.5 видно, що найбільшу частину дорожньо-транспортних пригод становлять керування транспортним засобом в стані алкогольного сп'яніння та наїзд на пішохода.

Серед основних причин дорожньо-транспортних пригод за останні 5 років виявлено наступні:

- вина водія – 60%;

- вина пішохода – 30%;
- інші (недоліки організації дорожнього руху, несправність транспортних засобів, незадовільні дорожні умови) – 10%.

Хоч серед причин аварійності недоліки ОДР мають невеликий відсоток, але як супутній фактор ДТП недоліки ОДР наявні майже в кожній дорожньо-транспортній пригоді.

Основні причини дорожньо-транспортних пригод по вині водіїв та пішоходів наведені в таблиці 5.6.

Аналіз таблиці 5.6 дозволяє зробити висновки про те, що практично в кожному порушенні водіями правил дорожнього руху присутні і недоліки організації дорожнього руху. Наприклад:

недотримання почерговості проїзду нерегульованих перехресть пов'язано з недостатньою видимістю, відсутністю ліній розмітки, відповідних дорожніх знаків;

алкогольне сп'яніння – відсутністю належного контролю із сторони органів національної поліції за безпекою дорожнього руху.

Таблиця 5.6

Основні причини та фактори ДТП по вині водіїв та пішоходів

Вина	Причина ДТП	%
Вина водія	Перевищення швидкості	42
	Маневрування	18
	Алкогольне сп'яніння	15
	Недотримання почерговості проїзду	20
	Інші	5
Вина пішохода	Перехід в недозволеному місці	63
	Алкогольне сп'яніння	7

	Вихід із-за транспортного засобу	26
	Інші	4

Перехід пішоходів проїзної частини в недозволеному місці часто пов'язано з нераціональним розташуванням зупинок маршрутних транспортних засобів, пішохідних переходів.

Так наприклад відсутність відповідного обладнання в районі Луцького ВПУ будівництва та архітектури (рис. 5.1)

Пішохідний перехід біля навчального закладу є важливим елементом для забезпечення безпеки пішоходів, особливо дітей.



Рисунок 5.1 – Елемент вулиці поблизу навчального закладу

Топографічний аналіз дорожньо-транспортних пригод

Одним із методів представлення підсумкових даних щодо дорожньо-транспортних пригод є їх графічне відображення у формі карт. Цей вид аналізу, відомий як топографічний аналіз ДТП, включає три основні види: карта ДТП, лінійний графік ДТП та масштабна схема (ситуаційний план) ДТП.

Для виявлення небезпечних зон, де відбуваються дорожньо-транспортні пригоди, і визначення їхніх причин рекомендується позначати кожен випадок

умовним знаком на міському плані. Методика нанесення цих знаків може бути реалізована двома способами. Якщо мета - визначити місця концентрації пригод у просторі, то протягом 2-3 років слід наносити умовні знаки на план міста.

Для виявлення небезпечних зон, де відбуваються дорожньо-транспортні пригоди, і визначення їхніх причин рекомендується позначати кожен випадок умовним знаком на міському плані. Методика нанесення цих знаків може бути реалізована двома способами. Якщо мета - визначити місця концентрації пригод у просторі, то протягом 2-3 років слід наносити умовні знаки на план міста.

Для вивчення тенденцій концентрації або зменшення подій після проведення заходів на кожен нову карту слід наносити пригоди, що сталися протягом року. Порівнюючи щорічні карти, можна визначити кількість пригод на вулицях за ряд років.

У деяких випадках карту дорожньо-транспортних пригод облаштовують транспортні підприємства, зокрема трамвайно-тролейбусні. Вони ведуть карту обліку ДТП на схемі транспортної мережі та альбом, де ситуацію на вулицях, дорожньо-сигнальні знаки, регулювання руху та інше наносять на план в масштабі. Такий облік дозволяє чітко визначати причини подій та вживати заходів до усунення місцевих проблем.

Критерії віднесення до місця концентрації дорожньо-транспортних пригод наведені в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7

Критерії віднесення до місця концентрації ДТП

Міста	Кількість населення, тис. чол	Кількість ДТП		
		За 1 рік	за 2 роки	за 3 роки
Найзначніші	Більше 1000	3	5	6
Значні	250-1000	3	4	5

Великі	100-250	-	3	4
Середні та малі	До 100	-	-	3

На момент збирання даних на вулиці Потебні було зафіксовано п'ять місць концентрації ДТП.

Зокрема це:

- пересічення вулиці Потебня з вулицею Львівською;
- пересічення вулиці Потебня з вулицею Гнідівською;
- пересічення вулиці Потебня з вулицею Грабовського;
- пересічення вулиці Потебня з вулицею Шота Руставелі;

Конкретні дані про кількість скоєних дорожньо-транспортних пригод по місцях концентрації наведені в таблицях 5.8-5.12.

Таблиця 5.8

Кількість ДТП та їх наслідки у місці концентрації дорожньо-транспортних пригод: перехрещення з вулицею Львівська

Рік	Кількість ДТП	Поранено	Загинуло
2015	4	4	1

Таблиця 5.9

Кількість ДТП та їх наслідки у місці концентрації дорожньо-транспортних пригод: перехрещення з вулицею Гнідівська

Рік	Кількість ДТП	Поранено	Загинуло
2015	2	2	0
2017	3	3	1
2019	3	2	0
2021	3	2	1

Таблиця 5.10

Кількість ДТП та їх наслідки у місці концентрації дорожньо-транспортних пригод: перехрещення з вулицею Грабовського

Рік	Кількість ДТП	Поранено	Загинуло
2016	2	2	0
2018	1	1	0

Таблиця 5.11

Кількість ДТП та їх наслідки у місці концентрації дорожньо-транспортних пригод: перехрещення з вулицею Тимірязєва

Рік	Кількість ДТП	Поранено	Загинуло
2016	1	1	0
2018	1	0	0

Таблиця 5.12

Кількість ДТП та їх наслідки у місці концентрації дорожньо-транспортних пригод: перехрещення вул. Шота Руставелі

Рік	Кількість ДТП	Поранено	Загинуло
2016	2	2	0
2018	3	2	1

6 ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА РАЙОНУ ПРОЕКТУВАННЯ

6.1 Розрахунок середніх про бігових викидів оксиду вуглецю, вуглеводнів, оксидів азоту

Середні викиди небезпечних речовин під час руху визначаються окремо для легкових і вантажних автомобілів на основі розрахункових потоків транспорту, що рухається вздовж ділянок автомагістралі, включаючи злітно-посадкові смуги та регульовані перехрестя. Розрахунок виконується для одного напрямку руху [14].

Використовуйте коефіцієнт зменшення, щоб зменшити заданий обсяг автомобільного руху до розрахункової кількості легкових і вантажних автомобілів.

Розрахунковий легковий автомобіль являє собою усереднену за характеристиками модель типу ЗАЗ «Сенс». Розрахунковий вантажний автомобіль наближений до автомобіля типу MAN L2000.

Середнє значення викиду СО одним автомобілем розрахункового іншого типу на ділянці магістралі, що складається з перегону та регульованого перехрестя, визначається за залежністю, г/км:

$$g_j^{co} = \{\delta_{oi} L_n^{-1} [d_j V_j + b_j T_{\text{ц}} (1 - \lambda) C_j] + d_j V^{-1} + e_j\} \times PR_j^{co} \quad (6.1)$$

де δ_{oi} – частка автомобілів, що зупинилися на даному підході до перехрестя;

a_j, b_j, c_j, d_j, e_j – постійні коефіцієнти, значення яких наведені в таблиці.

Розрахунковий автомобіль	a_j	b_j	c_j	d_j	e_j
Легковий	0,171	0,041	-2,74	68,0	9,65
Вантажний	0,656	0,125	-7,5	-604,8	49,0

V_i – середня швидкість установленого руху на перегоні, км/год;

PR_j^{co} – добуток поправочних коефіцієнтів, які враховують вплив ряду факторів на зміну кількості СО, що виділяється автомобілем j-го типу;

L_n – довжина перегону, км.

Частка автомобілів, що зупинилися на даному підході до перехрестя, визначається як:

$$\delta_{oi} = \frac{1-\lambda_i}{1-y_i} \quad (6.2)$$

де λ_i – ефективна частка іншої фази в циклі регулювання;

де y_i – фазовий коефіцієнт іншої фази регулювання.

$$\lambda_i = \frac{t_{\text{еф.і}}}{T_{\text{ц}}} \quad (6.3)$$

$t_{\text{еф.і}}$ – ефективна тривалість зеленої фази з урахуванням стартових затримок, с.

$$y_i = \frac{N}{M_{\text{н}}}, \quad (6.4)$$

N – інтенсивність руху, авт/год;

$M_{\text{н}}$ – потік насичення, який визначається з урахуванням складу транспортного потоку, авт/год:

$$M_{\text{н}} = \frac{3600}{3,45-1,15\Delta_{\pi}}, \quad (6.5)$$

Δ_{π} - частка легкових автомобілів і вантажних автомобілів, які рухаються сумісно в транспортному потоці.

Середня швидкість руху легкових автомобілів і вантажних автомобілів, які рухаються сумісно в транспортному потоці:

$$V_{\pi} = [1 + 0,24(1 - \Delta_{\pi})(1 - z)] \times V \quad (6.6)$$

$$V_{\text{в}} = [1 - 0,24\Delta_{\pi}(1 - z)] \times V, \quad (6.7)$$

де z – коефіцієнт завантаження дороги рухом,

$$z = \frac{N}{N_{\text{max}}}, \quad (6.8)$$

N_{max} – максимальна інтенсивність руху на одній смузі, авт/год,

$$N_{max} = (1070 + 530 \times \Delta_d) \psi, \quad (6.9)$$

де ψ – параметр, який враховує сумісний вплив світлофорного регулювання та довжини перегону на зміну щільності потоку,

$$\psi = \lambda + \frac{1}{2} (1 - \lambda) L_n \quad (6.10)$$

Значення коефіцієнта PR_j^{co} можна визначити за формулами:

$$PR_j^{co} = 2,07 - 0,09 (T-2001), \quad (6.11)$$

$$PR_j^{co} = 2,26 - 0,07 (T-2001), \quad (6.12)$$

де T – розрахунковий рік визначення викиду CO .

Розрахунки для перегону вулиці Потебня:

$$M_n = \frac{3600}{3,45 - 1,15 \times 0,75} = 1390 \text{ авт/год}$$

$$y = \frac{575}{1391} = 0,42$$

$$\lambda = \frac{22}{44} = 0,5$$

$$\psi = 0,5 + \frac{1}{2} (1 - 0,5) \times 0,16 = 0,632$$

$$N_{max} = (1070 + 530 \times 0,75) \times 0,632 = 926 \text{ авт/год}$$

$$z = \frac{575}{926} = 0,62$$

$$\delta_o = \frac{1 - 0,5}{1 - 0,41} = 0,88$$

$$V_n = [1 + 0,24(1 - 0,75) (1 - 0,62)] \times 50 = 51,15 \text{ км/год}$$

$$V_g = [1 - 0,24 \times 0,75) (1 - 0,62)] \times 50 = 46,57 \text{ км/год}$$

$$PR_j^{co} = 2,07 - 0,09 (2012-1997) = 0,63$$

$$PR_j^{co} = 2,26 - 0,07 (2015-2000) = 1,14$$

$$q_{\pi}^{co} = \left\{ \frac{0,88}{0,16} \times [0,171 \times 51,14 + 0,041 \times 44(1 - 0,5) + (-2,74)] + 68 \times 51,14^{-1} + 9,65 \right\} \times 0,63 = 26,28 \text{ г/км}$$

$$q_B^{co} = \left\{ \frac{0,88}{0,16} \times [0,656 \times 46,58 + 0,125 \times 44(1 - 0,5) + (-7,5)] + (-604,8) \times 46,58^{-1} + 49 \right\} \times 1,14 = 170,8 \text{ г/км}$$

Пробіговий викид азоту також визначається окремо для легкових і вантажних автомобілів окремо за залежностями:

$$q_{\pi}^{NO} = 2,3 + 0,1(51,14 - 34) - 0,05 \times 16 = 3,20 \text{ г/км}$$

$$q_g^{NO} = 8,00 + 0,17(46,58 - 34) - 0,05 \times 16 = 7,73 \text{ г/км}$$

Оскільки розрахунок був приведений для одного напрямку руху, то визначимо значення про бігового викиду шкідливих речовин для двох напрямків:

$$q_{\pi}^{NO} = 26,29 \text{ г/км} \times 2 = 52,57 \text{ г/км}$$

$$q_g^{NO} = 170,9 \text{ г/км} \times 2 = 341,7 \text{ г/км}$$

$$q_{\pi}^{NO} = 3,21 \times 2 = 6,41 \text{ г/км}$$

$$q_g^{NO} = 7,74 \times 2 = 15,48 \text{ г/км}$$

6.2. Визначення середнього значення інтенсивності викидів шкідливих речовин

Викиди чадного газу за одиницю часу на ділянці магістралі одиничної довжини від транспортного потоку, що рухається в одному напрямі, становить мг/(мс):

$$Q_{co} = 2,78 \times 10^{-4} \sum_{j=1}^2 q_j^{co} \times N_{pj}, \quad (6.13)$$

де N_{pj} – інтенсивність іншого виду автомобілів.

$$Q_{co} = 2,78 \times 10^{-4} (52,58 \times 554 + 341,8 \times 555) = 45,3 \text{ мг/(мс)}$$

$$N_{pl} = (1 \times 0,75 + 1,5 \times 0,05 + 1,4 \times 0,1) \times 575 = 553 \text{ авт/год}$$

$$N_{pe} = (1 \times 0,01 + 1,85 \times 0,03 + 2,5 \times 0,2 + 1 \times 0,2 + 2,25 \times 0,2) \times 575 = 554 \text{ авт/год}$$

Для двох напрямків:

$$Q_{co} = 45,35 \times 2 = 90,7 \text{ мг/(мс)}$$

Викиди вуглеводнів C_nH_m [мг/(мс)] від транспортного потоку в одному напрямі на ділянці магістралі:

$$Q_{cm} = 2,78 \times 10^{-5} [1,57 - 0,08(T - 2000)] \times (q^{-co}_l N_l + q^{-co}_e N_e), \quad (6.14)$$

де q^{-co} – умовний пробіговий викид СО від автомобіля розрахункового типу без урахування добутку коефіцієнтів.

$$q_i^{-co} = \frac{q_i^{co}}{PIR_i^{co}} \quad (6.15)$$

$$N_l = 3450 \times 0,75 = 2586 \text{ авт/год}$$

$$N_e = 3450 - 2586 = 862 \text{ авт/год}$$

$$q_{\pi}^{-co} = \frac{26,29}{0,63} = 41,6$$

$$q_{\text{с}}^{-\text{co}} = \frac{170,9}{1,14} = 145$$

$$Q_{\text{сн}} = 2,78 \times 10^{-5} [1,57 - 0,08(2015 - 2000)] \times (41,7 \times 2587 + 146 \times 863) = 1,87 \text{ мг/(мс)}$$

Для всього потоку автомобілів:

$$Q_{\text{сн}} = 1,88 \times 2 = 3,75 \text{ мг/(мс)}$$

Викиди окислів азоту, мг/(мс):

$$Q_{\text{NO}} = 2,78 \times 10^{-4} (q_{\text{л}}^{\text{NO}} N_{\text{л}} + q_{\text{с}}^{\text{NO}} N_{\text{с}}) \times 2 \quad (6.16)$$

$$Q_{\text{NO}} = 2,78 \times 10^{-4} (3,21 \times 2587 + 7,74 \times 863) \times 2 = 4,15 \text{ мг/(мс)}$$

6.3 Обчислення концентрації токсичних компонентів в навколишньому середовищі

Середньодобова концентрація забруднюючих речовин, які виділяються разом із вихлопними газами транспортних засобів біля краю дороги, обчислюється за допомогою такого відношення:

$$C = \frac{D \Psi Q Z}{V A_1}, \quad (6.17)$$

де D – коефіцієнт, який враховує вплив кількості поверхів забудови (при магістральній) на турбулентність вітрового потоку;

Ψ – коефіцієнт стабільності вітрового потоку, який враховує вплив поривчатості вітрового потоку на зміну концентрації;

Q – інтенсивність викиду забруднюючої речовини від потоку автомобілів для розрахункового періоду, мг/(мс);

Z – комплексний параметри, який враховує зниження концентрації з віддаленням розрахункової точки від лінійного джерела викиду, м-1;

A_1 – коефіцієнт ажурності, який враховує вплив щільності забудови при магістральній території.

Значення поправочного коефіцієнта D в нашому випадку рівне 0,8.
Значення коефіцієнта A_1 залежно від відносної довжини розривів $\Delta \ell$ приймаються у відповідності з розрахунком $\Delta \ell$.

$$\Delta \ell = 100 \left(1 - \sum_{k=1}^n \frac{\ell_k}{L} \right), \quad (6.18)$$

де ℓ_k – довжина фасаду іншого будинку, м:

$$\Delta \ell = 100 \left(1 - \frac{30}{160} + \frac{90}{160} + \frac{50}{160} + \frac{45}{160} + \frac{35}{160} \right) = 37,4 \%,$$

Отже $A_1 = 0,85$

Коефіцієнт стабільності вітрового потоку:

$$\Psi = \frac{Q}{\Delta V}, \quad (6.19)$$

де Q – коефіцієнт, що враховує повторення різних напрямків вітрового потоку відносно осі магістралі, $Q = 0,6$

ΔV – параметр, який враховує нерівномірність швидкості вітрового потоку – поривчастість, $\Delta V = 0,8$

$$\Psi = \frac{0,6}{0,8} = 0,75$$

Значення параметра z : біля краю проїзної частини $z = 1$, на лінії забудови $z = 0,53$.

Визначення концентрації шкідливих речовин CO , C_nH_m , NO_x біля краю проїзної частини.

Швидкість вітру при розрахунках приймемо – 3 м/с, кут між напрямом вітру і магістраллю – 60° .

$$C_{co} = \frac{0,8 \times 0,75 \times 90,8}{3 \times 0,85} = 21,35 \text{ мг/м}^3$$

$$C_{cn} = \frac{0,8 \times 0,75 \times 3,76}{3 \times 0,85} = 0,21 \text{ мг/м}^3$$

$$C_{NO} = \frac{0,8 \times 0,75 \times 4,16}{3 \times 0,85} = 0,35 \text{ мг/м}^3$$

Визначення концентрації шкідливих речовин CO , C_nH_m , NO_x на лінії забудови:

$$C_{co} = \frac{0,8 \times 0,75 \times 90,8 \times 0,5}{3 \times 0,85} = 10,67 \text{ мг/м}^3$$

$$C_{cn} = \frac{0,8 \times 0,75 \times 3,76 \times 0,5}{3 \times 0,85} = 0,10 \text{ мг/м}^3$$

$$C_{NO} = \frac{0,8 \times 0,75 \times 4,16 \times 0,5}{3 \times 0,85} = 0,17 \text{ мг/м}^3$$

Враховуючи те, що кут між напрямом вітру і магістраллю становить 60%, то необхідно визначити параметр z для значень розрахункових точок:

$$X_p = \frac{14}{\sin 60} = 16 \text{ м,}$$

тоді $z = 0,5$

Розраховані параметри шкідливих речовин на відрізку дороги в межах зони забудови із максимально допустимими концентраціями (ГДК), які подані в таблиці 6.1.

ГДК шкідливих речовин

Шкідливі речовини	ГДК, мг/м ³
Окис вуглецю, CO	3
Окис азоту, NO_x	0,1
Вуглеводи, C_nH_m	0,05

Якщо у повітрі присутні декілька токсичних речовин, їх загальна відносна концентрація не повинна перевищувати одиницю:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i} \leq 1, \quad (6.20)$$

де C_i – кількість забруднюючих речовин у повітрі в одній і тій же точці.

$$\frac{C_{co}}{ГДК_{co}} = \frac{10,68}{3} = 3,55$$

$$\frac{C_{ch}}{ГДК_{ch}} = \frac{0,11}{0,05} = 2,1$$

$$\frac{C_{No}}{ГДК_{No}} = \frac{0,36}{0,1} = 3,5$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i} = 3,57 + 2,23 + 3,59 = 9,35$$

Порівнюючи дані щодо викидів забруднюючих речовин з ГДК, приходимо до висновку, що вони перевищують гранично допустимі.

7. АНАЛІЗ УМОВ РУХУ

7.1. Визначення рівня завантаження окремих ділянок

Інтенсивність руху на міських вулицях визначається кількістю транспортних засобів, що рухаються через певний сегмент дороги протягом певного часу. Цей параметр є важливим для оцінки ефективності транспортної інфраструктури та вирішення проблем транспортного руху в місті.

Інтенсивність руху може бути визначена різними способами, включаючи встановлення лічильників транспортних засобів, використання систем відеоспостереження, аналіз сигналів світлофорів та інших технологічних засобів. Вимірювання інтенсивності руху допомагає виявляти пікові часи навантаження, розробляти стратегії регулювання руху та планувати розвиток транспортної системи міста.

Важливо враховувати інтенсивність руху при проектуванні нових доріг, реконструкції існуючих магістралей та розробці громадського транспорту для забезпечення оптимального руху та зменшення транспортних заторів. Інтеграція сучасних технологій та інновацій у системи управління транспортом також сприяє покращенню інтенсивності руху та загального транспортного досвіду в місті. [6].

Ступінь використання пропускної здатності вулиці характеризується відношенням фактичного обсягу транспортного руху до максимально можливого (теоретичного) обсягу, який ця вулиця може обслужити без створення заторів. Це відношення називається ступенем використання (або ступенем наповнення) пропускної здатності.

Формула для розрахунку ступеня використання пропускної здатності може виглядати наступним чином:

$$z = \frac{N}{P} \quad (7.1)$$

Де N – інтенсивність потоку;

P – пропускна здатність вулиці.

Це співвідношення називається рівнем завантаження вулиці рухом. Ступінь використання $0 < z < 1$. Чим більший рівень завантаженості, тим більша ймовірність утворення транспортних заторів, зниження середньої швидкості руху та погіршення загальної ефективності транспортної системи вулиці. Розуміння рівня завантаженості є важливим для раціонального планування і управління транспортною інфраструктурою в місті.

По зручності і комфортності руху завантаження вулиці рухом ділять на наступні п'ять рівнів, що називаються рівнями обслуговування:

- А – існує при рівні завантаження менше 0,3. Автомобілі в потоці не впливають суттєво один на одного, обгони та зміна смуг руху не обмежені;
- Б – рівень завантаження рухом до 0,45. Це найбільш стійкий по умовам руху стан потоку. В автомобілі рухаються вільно. Зміна смуг руху практично не обмежена;
- В - рівень завантаження рухом від 0,45 до 0,8.
- Г – граничне насичення потоку, рівень завантаження більший 0,8. Рух потоку нестійкий, постійно утворюються затори, зміна смуг руху ускладнена. Транспортні витрати в порівнянні з рівнем Б зростають в 3-4 рази. Експлуатація вулиць при такому рівні завантаження не доцільна.
- Д – утворився затор руху. Рівень завантаження $z=1-0$. При заторі $z=0$, при русі $z=1$.

Рівень завантаження на перегоні до вулиці Львівській:

$$z = \frac{3510}{8187} = 0,43$$

Рівень завантаження на перегоні до вулиці Грабовського:

$$z = \frac{3380}{8187} = 0,41$$

Рівень завантаження на перегоні до вулиці Тимірязєва:

$$z = \frac{3300}{8187} = 0,4$$

Рівень завантаження на перегоні до вулиці Гнідівська:

$$z = \frac{3540}{8187} = 0,43$$

Рівень завантаження на перегоні до вулиці Шота Руставелі:

$$z = \frac{3350}{8187} = 0,41$$

Оцінюючи результати розрахунків приходимо до висновку, що рівень завантаження рухом по вулиці Потебні не перевищує 0,45. І він відноситься до рівня Б, який є найбільш стійким по умовам руху станом потоку.

7.2 Технічні засоби організації дорожнього руху

До технічних засобів організації дорожнього руху відносять:

- Дорожні знаки;
- Дорожню розмітку;
- Світлофори, в тому числі прилади, що здійснюють керування їх роботою;
- Напрямні пристрої;
- Острівці безпеки;
- Напрямні острівці;
- Пішохідні огороження;
- Стопчикки.

Технічні засоби організації дорожнього руху є виконавчими органами в процесі управління дорожнім рухом і їх задача полягає в трансляції управляючої інформації учасникам дорожнього руху через візуальний шлях.

Як показали натурні дослідження дорожня розмітка по вулиці Потебня, як вертикальна так і горизонтальна, майже відсутні (знищена з часом, а на деяких ділянках не наносилась взагалі).

Є недоліки і в установці дорожніх знаків.

В даній дипломній роботі ми будемо намагатись усунути недоліки у нанесенні дорожньої розмітки і установці дорожніх знаків. Результати

виконаної роботи будуть показані на листи графічної частини «Удосконалена схема організації дорожнього руху».

Ефективність роботи світлофорного обладнання буде розглянуто в нижче.

Проведемо обґрунтування застосування світлофорного регулювання на перехрестях на перегоні вулиці Потебня.

Введення світлофорного регулювання ліквідує конфліктні точки і тим самим підвищує безпеку руху. Разом з тим застосування світлофорів на перехресті пов'язано з виникненням затримок навіть на головній дорозі.

Таким чином застосування світлофорного регулювання не завжди виправдане і потребує певного обґрунтування для його впровадження.

Відповідно до національного стандарт України ДСТУ 4092-2002 «Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги, правила застосування та вимоги безпеки» транспортні світлофори типу 1 та типу 2, а також пішохідні світлофори застосовують на перехрестях залежно від конкретних обставин за наступних умов, що називаються критеріями введення світлофорного регулювання.

Критерій 1. Введення СФР виправдане, якщо на перехресті інтенсивності ТП, що конфліктують, протягом будь-яких 8 годин звичайного робочого дня не менші за сполучення, наведені в таблиці 7.1.

Критерій 2. У тому випадку, коли напротязі кожної із будь-яких вісьми годин звичайного робочого дня по дорозі в обидвох напрямках здійснюють рух більше 600 од/год транспортних засобів, доцільно вводити світлофорне регулювання. Для доріг з роздільною смугою 1000 од/год доцільно встановлювати СФР коли одночасно цю дорогу в одному, найбільш завантаженому напрямку, переходять не менше 150 чол/год. Для населених пунктів з населенням менше 10 тис. чоловік значення критичних інтенсивностей у критеріях 1, 2 знижуються на 30 відсотків.

Критерій 3. Введення СФР виправдане, якщо умови 1,2 цілком не виконуються, але обидві виконуються не менше, як на 80 відсотків.

Критерій 4. Введення світлофорного регулювання виправдане у тих випадках, якщо за останні дванадцять місяців на перехресті виникло не менше 3-х ДТП (яким могло запобігти введення СФР), і одна з умов 1 чи 2 виконується не менше як на 80 відсотків.

Таблиця 7.1

Кількість смуг руху в одному напрямку		Інтенсивність руху на головній дорозі у двох напрямках, од/год	Інтенсивність руху на другорядній дорозі в одному, найбільш завантаженому напрямку, од/год
головна дорога	другорядна дорога		
1	1	750	75
		670	100
		580	125
		500	150
		410	175
		380	190
2 або більше	1	900	75
		800	100
		700	125
		600	150
		500	175
		400	200
2 або більше	2 або більше	900	100
		825	125
		750	150
		675	175
		600	200

		525	225
		480	240

Перехід транспортних світлофорів до режиму пробліскового жовтого сигналу або застосування транспортних світлофорів типу 7 здійснюється при зниженні інтенсивності руху до 50 відсотків від норм, що наведені в критеріях 1,2. Крім того, світлофори типу 7 можуть застосовуватися при більш низьких інтенсивностях руху на небезпечних ділянках доріг, де не забезпечена видимість на відстані, достатній для зупинки транспортного засобу у випадку необхідності

Дотримання наведених критеріїв у принципі повинно забезпечити економічну доцільність введення СФР. Але все-таки в кожному конкретному випадку бажано проводити окреме техніко-економічне обґрунтування. Його зміст полягає в порівнянні сумарних річних приведених витрат, пов'язаних з рухом через перехрестя транспортних і пішохідних потоків, що конфліктують, для випадків відсутності та наявності СФР.

Світлофорне регулювання на перехресті вулиці Потебня з вулицею Львівська

На перехресті встановлено одно програмний дорожній контролер УК-1У1.Тривалість циклу становить 40 секунд.

Циклограма роботи СФР перехресті вулиці Потебня з вулицею Львівська

СТ 1, СТ 2, СТ 4, СТ 5	3	ж	4	ч/ж
СТ 3, СТ 6	4	ч/ж	3	ж
СП 2, СП 3, СП 6, СП 7	3	з/м	4	
СП 1, СП 4, СП 5, СП 8	4		3	з/м

В даному місці діє двофазне регулювання. Причому друга фаза виклична – для безконфліктного переходу пішоходів через проїзну частину.

Встановлено дорожній контролер ДКЛ.

Тривалість циклу регулювання становить 45 секунд.

Мінімальна тривалість зеленого сигналу для транспортних засобів становить 25 секунд.

Циклограма роботи СФР показана на рис.7.2.

Циклограма роботи СФР перехресті вулиці Потебня з вулицею Гнідівською

СТ 1, СТ 2	3	ж	4	ч/ж
СП 1, СП 2	4		3	з/м

м : 1с=2мм

8. ЗАХОДИ З УДОСКОНАЛЕННЯ СХЕМИ ОДР

8.1 Усунення недоліків в установці дорожніх знаків та нанесенні дорожньої розмітки

На під'їзді до Луцького ВПУ будівництва та архітектури необхідно нанести дорожню розмітку, та встановити пішохідний перехід, так як в цьому місці знаходиться зупинка громадського транспорту. Встановлення пішохідного регулювання біля навчального закладу має велику важливість з погляду безпеки пішоходів, особливо дітей, які є однією з найвразливіших груп учасників дорожнього руху.

Встановити ДЗ 5.41.1 поблизу Луцького ВПУ будівництва та архітектури. (рис. 8.1). Попереджувальні таблички "Увага! Діти" 1.33. Знак "Обмеження швидкості" 3.29, що вказує на обмеження швидкості у зоні, де знаходиться навчальний заклад.



Рисунок 8.1 – Зупинка громадського транспорту на вулиці Потєбня



Рисунок 8.2 - Зупинка громадського транспорту на вулиці Потебня

На зупинці автобуса №5 потрібно встановити ДЗ 5.41.1, також рекомендується обладнати зупинку ТЗ з покриттям, та заїзною кишенею. (рис. 8.2)

На перехресті вул. Гнідівська та Потебня необхідно нанести дорожню розмітку, яка позначає регульовані пішохідні переходи (дорожня розмітка 1.14.1). Оскільки дане перехрещення є місцем концентрації ДТП, то також розмістимо над проїзною частиною на розтяжці дорожні знаки 4.4 та 4.1 для додаткового інформування водіїв про дозволені напрямки руху.

На приляганні з вул. Чекаліна необхідно влаштувати пішохідний перехід за допомогою горизонтальної дорожньої розмітки 1.14.1 та установки дорожнього знака 5.35. (рис. 8.3)

По всій довжині вулиці Потебня відсутня суцільна осьова розмітка, що забороняє виїзд на смугу зустрічного руху. Яку необхідно нанести.



Рисунок 8.3 – Прилягання вулиці Чекаліна до вулиці Потебня

Також необхідно нанести на суцільну осьову розмітку, яка позначатиме край проїзної частини для кращого її розпізнання у темну пору доби.

Зі сторони другорядних доріг на під'їздах до вулиці Потебня наносимо горизонтальну дорожню розмітку 1.12 «Стоп-лінія».

Для позначення зупинок громадського транспорту необхідно нанести дорожню розмітку 1.17.1

Відомість встановлення ДЗ

Тип ДЗ	Кількість	Ціна, грн
Наказові 4.2	3	2 301
Наказові 4.1	3	2 301
Наказові 4.4	3	2 301
Заборонні 3.29	2	1 534

Інформаційно-вказівні 5.35	4	5 248
Інформаційно-вказівні 5.38.1	2	1 932
Інформаційно-вказівні 5.41.1	2	1 932
Попереджувальні знаки 1.32	2	1298
Увага діти 1.33	2	1298

Всього 23

Сума 18 213 грн

Вартість ДЗ вказана без врахування ПДВ (20%) і витрат на монтаж (195.5 грн на ДЗ). Загальна вартість встановлення 23 ДЗ:

$$18\,213 \times 1,2 + 23 \times 295,5 = 28\,652 \text{ гривні}$$

Відомість нанесення ДР

Горизонтальна

Тип	Одиниці вимірювання	Кількість	Ціна, грн./км
1.1	км	0,25	3363
1.5	км	1.94	1605
1.6	км	0.41	2895

Сума 7215.7 грн.

Тип	Одиниці вимірювання	Кількість	Ціна, грн./100м ²
1.12	м ²	20	3101
1.14.1	м ²	59	7974
1.17.1	м ²	7	2101

Всього 152

Сума 7858.18 грн.

Загальна вартість нанесення ДР:

$$15073 \times 1,2 = 18087,6 \text{ грн}$$

Дані про вартість встановлення ДЗ і нанесення ДР взяті на підприємстві «Фабрика знаків» (проспект Слобожанський, 37, м. Днепропетровськ).

8.2. Техніко-економічне обґрунтування інженерно-планувальних рішень при проектуванні

Міські АСУР є подальшим розвитком локальних і магістральних систем управління рухом. Їхня відмінність від магістральних полягає не лише у масштабі обхвату ВДМ, а й більш розвинутій структурі та гнучкості управління завдяки наявності спеціального управляючого обчислювального центра.

Параметри транспортних та пішохідних потоків і магістральних ВДМ істотно впливають на структуру та рівень АСУР. Визначення доцільного рівня системи проводять, ґрунтуючись на таких стратегічних показниках:

- чисельність населення міста;
- кількість транспортних засобів у місті;
- добова інтенсивність транзитного руху у місті;
- структура ВДМ міста.

Показник рівня АСУР обчислюють за формулою:

$$z = \frac{[0,45 + 0,35 \arctg 80(x_1 - 0,04)^2]}{10^3 x_1} \times \left\{ 12 + 43x_1^{1,3} \exp \left[(6,5 \times 10^{-3} x_2 + qx_3)(1 - 0,11x_1^2) \right] \right\}, \quad (8.1)$$

де x_1 – чисельність населення об'єкту, млн.чол.;

x_2 – об'єм зареєстрованих транспортних засобів у місті, тис.пр.од.;

x_3 – транзитна інтенсивність руху через об'єкт проектування, тис.прив.од. за добу;

q – коефіцієнт структури ВДМ.

Значення коефіцієнта q в залежності від структури ВДМ наведені в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1

Структура ВДМ	Значення q
Прямокутна	0,015
Лінійна	0,010
Радіальна	0,005
Вільна, змішана	0,0025

Різним рівням управління відповідають різні межі зміни показника z (таблиця 8.2).

Таблиця 8.2

Значення z	Рівень АСУР
< 2	1-1, 1-2, 1-3
2...3,5	2-1
3,5...6,5	2-2
- 6,5	3

При обґрунтуванні рівня системи під об'єкт управління обов'язково необхідно враховувати динаміку зміни наступних параметрів:

- чисельність населення x_1 ;
- кількість зареєстрованих транспортних засобів x_2 ;
- транзитну інтенсивність руху x_3 ,

тому що час розробки і впровадження системи займає від двох до десяти років. Тому значення цих параметрів, для конкретних підрахунків прогнозують методом степінного прогнозування наступним чином:

$$x_1(t) = x_1(o)(1 + \alpha)^t, \quad (8.2)$$

де $x_1(t)$ – значення параметра, що прогнозується на період t років вперед;

$x_1(o)$ – відоме на даний рік значення цього параметра;

α – показник приросту населення; $\alpha = 0,03$.

$$x_2(t) = x_2(o)(1 + \alpha + \beta)^t, \quad (8.3)$$

де β – показник приросту автопарку міста; $\beta = 0,05$

$$x_3(t) = x_3(o)(1 + \gamma)^t, \quad (8.4)$$

де γ – коефіцієнт приросту транзиту; $\gamma = 0,015$

По місту Луцьк маємо наступні дані:

$$x_1 = 0,21 \text{ млн.чол.};$$

$$x_2 = 235 \text{ тис.пр.од.};$$

$$x_3 = 115 \text{ тис.пр.од./добу}$$

$$q = 0,0025$$

Прогнозування показників на 10 років:

$$x_1(10) = 0,2635(1+0,03)^{10} = 0,2714 \text{ млн.чол.};$$

$$x_2(10) = 235 (1+0,03 + 0,06)^{10} = 256 \text{ тис.пр.од.};$$

$$x_3(10) = 115 (1+0,015)^{10} = 118 \text{ тис.пр.од/добу}$$

$$z = \frac{[0,45 + 0,35 \arctg 80(3,45 - 0,04)^2]}{10^3 \times 3,54} \times \left\{ 12 + 43 \times 3,54^{1,3} \exp \left[(6,5 \times 10^{-3} \times 710 + 0,0025 \times 162) (1 - 0,11 \times 3,54^2)^2 \right] \right\} = 6,78$$

Оскільки $z > 6,5$, тобто $z = 6,78$, то для міста Луцьк приймаємо АСУР третього рівня.

8.3. Розрахунок параметрів світлофорного регулювання

Як видно з цифрограми на перехресті доцільне введення двофазного світлофорного регулювання, оскільки лівоповоротні маневри не перевищують 120 од/год.

Умова конфліктності з пішоходами також виконується, оскільки $N_n < 900$ чол/год., а N_m , що конфліктує з пішоходами при маневрі < 350 од/год. Інтенсивність пішоходів в найбільш завантаженому напрямі $N_n = 350$ чол/год.

Розрахунок потоків насичення

Для прямолінійного потоку, з шириною проїзної частини від 5,4 до 16 м, величина потоку насичення M_n визначається за емпіричною формулою:

$$M_n = 525H, \quad (8.5)$$

де H – ширина проїзної частини, м.

Отже, $M_{n1} = 11,25 \times 525 = 5905$ авт/год

$M_{n2} = 11,25 \times 525 = 5905$ авт/год

Якщо більше 10% транспортних засобів, які роблять поворот, виконують маневри з загальної смуги руху, то застосовується наступна формула.:

$$M_n^* = \frac{M_n \times 100\%}{\alpha + 1,75\beta + 1,25\gamma}, \quad (8.6)$$

де M_n – максимальний обсяг транспортного руху для прямого напрямку, од/год;

α, γ, β – ТЗ, що рухаються відповідно прямо, ліворуч, праворуч, %.

$M_{n3} = 3,75 \times 525 = 1967$ од/год.

$M_{n4} = 3,75 \times 525 = 1967$ од/год.

$$M_{н3}^* = \frac{1968 \times 100}{65 + 1,75 \times 15 + 1,25 \times 20} = 1691 \text{ од} / \text{год}$$

$$M_{н4}^* = \frac{1968 \times 100}{40 + 1,75 \times 28 + 1,25 \times 32} = 1524 \text{ од} / \text{год}$$

Розрахунок додаткових тактів

Додаткові такти розраховують за формулою:

$$t_{gi} = t_p + \frac{V}{2a^*} + \frac{B_i + \lambda_a}{V} \quad (8.7)$$

де t_p – час реакції водія, с, $t_p = 1$ с;

V – швидкість руху, м/с;

a^* – прискорення уповільнення, $a^* = 3$ м/с²;

B_i – ширина перехрестя між стоп-лініями, м;

ℓa – довжина приведенного автомобіля, м, $\ell a = 5$ м.

$$t_{g1,2} = 1 + \frac{13,9}{2,3} + \frac{18,5 + 5}{13,9} = 3,43 \approx 4 \text{ с}$$

$$t_{g3,4} = 1 + \frac{13,9}{2,3} + \frac{33,5 + 5}{13,9} = 3,93 \approx 4 \text{ с}$$

Втрачений у циклі час:

$$L = \sum_{j=1}^m (t_{gi} - 1), \quad (8.8)$$

де m – кількість фаз регулювання.

$$L = (4-1) + (4-1) = 6 \text{ с}$$

Визначення циклу регулювання

Для кожного з поєднаних у фази напрямків для всіх перехресть розраховують значення фазових коефіцієнтів:

$$y_i = \frac{N_i}{M_{ni}}, \quad (8.9)$$

де N_i – інтенсивність ТП на іншому напрямі, од/год.;

M_{ni} – потік насичення напрямі, од/год.

Наступним етапом є розрахунок коефіцієнтів перехресть, як суми найвищих фазових коефіцієнтів, які допустимі в даній фазі:

$$y_{\kappa} = \sum_{j=1}^m (y_i \max) \quad (8.10)$$

Далі розраховують тривалість циклу регулювання. Оптимальна тривалість циклу для перехресть з будь-яким числом фаз:

$$T = \frac{1,5 L}{1 - Y} \quad (8.11)$$

Оскільки значення N_i транспортних потоків і y_i можуть істотно змінюватися протягом ефективної частини доби, то цей факт істотно впливає на оптимальність режиму світлофорного регулювання [17].

Оскільки на даному перехресті встановлено одно програмний дорожній контролер, то для розрахунку оптимальної програми скористаємося наступною методикою:

- Розрахуємо оптимальну тривалість циклу для кожної години ефективної частини доби і визначимо середнє оптимальне значення тривалості циклу

$$T_o = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m T_{oi}, \quad (8.12)$$

де j – номер години,

m – кількість годин в ефективному періоді доби.

- Для пікового значення N визначимо оптимальну тривалість циклу T_{on} і вирахуємо 75 % від неї : $T_{on} = 0,75$.
- Для реальної програми виберемо більше із вищеприманих значень.

Розрахунок тривалості циклу для 7 години:

$$N_1 = 1410 \text{ авт/год} \quad y_1 = 1410/5906 = 0,23$$

$$N_2 = 1370 \text{ авт/год} \quad y_2 = 1370/5906 = 0,22$$

$$N_3 = 160 \text{ авт/год} \quad y_3 = 160/1692 = 0,12$$

$$N_4 = 210 \text{ авт/год} \quad y_4 = 210/1525 = 0,10$$

$$Y = 0,24 + 0,13 = 0,37$$

$$T_o = \frac{1,5 \times 6 + 5}{1 - 0,37} = 21 \text{ с}$$

Розрахунок тривалості циклу для 8 години:

$$N_1 = 1620 \text{ авт/год} \quad y_1 = 1620/5906 = 0,274$$

$$N_2 = 1560 \text{ авт/год} \quad y_2 = 1560/5906 = 0,264$$

$$N_3 = 180 \text{ авт/год} \quad y_3 = 180/1692 = 0,123$$

$$N_4 = 230 \text{ авт/год} \quad y_4 = 230/1525 = 0,13$$

$$Y = 0,275 + 0,14 = 0,415$$

$$T_o = \frac{1,5 \times 6 + 5}{1 - 0,415} = 23 \text{ с}$$

Розрахунок тривалості циклу для 9 години:

$$N_1 = 1745 \text{ авт/год} \quad y_1 = 1745/5906 = 0,296$$

$$N_2 = 1715 \text{ авт/год} \quad y_2 = 1715/5906 = 0,28$$

$$N_3 = 190 \text{ авт/год} \quad y_3 = 190/1692 = 0,12$$

$$N_4 = 240 \text{ авт/год} \quad y_4 = 240/1525 = 0,163$$

$$Y = 0,297 + 0,164 = 0,461$$

$$T_o = \frac{1,5 \times 6 + 5}{1 - 0,461} = 28 \text{ с}$$

Розрахунок тривалості циклу для 10 години:

$$N_1 = 1640 \text{ авт/год} \quad y_1 = 1640/5906 = 0,278$$

$$N_2 = 1590 \text{ авт/год} \quad y_2 = 1590/5906 = 0,26$$

$$N_3 = 190 \text{ авт/год} \quad y_3 = 190/1692 = 0,12$$

$$N_4 = 230 \text{ авт/год} \quad y_4 = 230/1525 = 0,13$$

$$Y = 0,279 + 0,14 = 0,419$$

$$T_o = \frac{1,5 \times 6 + 5}{1 - 0,419} = 23 \text{ с}$$

Розрахунок тривалості циклу для 11 години:

$$N_1 = 1540 \text{ авт/год} \quad y_1 = 1540/5906 = 0,25$$

$$N_2 = 1440 \text{ авт/год} \quad y_2 = 1440/5906 = 0,23$$

$$N_3 = 170 \text{ авт/год} \quad y_3 = 170/1692 = 0,17$$

$$N_4 = 220 \text{ авт/год} \quad y_4 = 220/1525 = 0,134$$

$$Y = 0,26 + 0,135 = 0,395$$

$$T_o = \frac{1,5 \times 6 + 5}{1 - 0,395} = 22 \text{ с}$$

Розрахунок тривалості циклу для 12 години:

$$N_1 = 1290 \text{ авт/год} \quad y_1 = 1290/5906 = 0,21$$

$$N_2 = 1190 \text{ авт/год} \quad y_2 = 1190/5906 = 0,19$$

$$N_3 = 160 \text{ авт/год} \quad y_3 = 160/1692 = 0,10$$

$$N_4 = 200 \text{ авт/год} \quad y_4 = 200/1525 = 0,123$$

$$Y = 0,344$$

$$T_o = 20 \text{ с}$$

Розрахунок тривалості циклу для 13 години:

$$N_1 = 1140 \text{ авт/год} \quad y_1 = 1140/5906 = 0,21$$

$$N_2 = 1040 \text{ авт/год} \quad y_2 = 1040/5906 = 0,19$$

$$N_3 = 150 \text{ авт/год} \quad y_3 = 150/1692 = 0,10$$

$$N_4 = 190 \text{ авт/год} \quad y_4 = 190/1525 = 0,123$$

$$Y = 0,312$$

$$T_O = 19 \text{ с}$$

Розрахунок тривалості циклу для 14 години:

$$N_1 = 1115 \text{ авт/год} \quad y_1 = 1115/5906 = 0,188$$

$$N_2 = 1015 \text{ авт/год} \quad y_2 = 1015/5906 = 0,167$$

$$N_3 = 140 \text{ авт/год} \quad y_3 = 140/1692 = 0,1$$

$$N_4 = 170 \text{ авт/год} \quad y_4 = 170/1525 = 0,10$$

$$Y = 0,299$$

$$T_O = 19 \text{ с}$$

Розрахунок тривалості циклу для 15 години:

$$N_1 = 1190 \text{ авт/год} \quad y_1 = 1190/5906 = 0,19$$

$$N_2 = 1090 \text{ авт/год} \quad y_2 = 1090/5906 = 0,185$$

$$N_3 = 170 \text{ авт/год} \quad y_3 = 170/1692 = 0,117$$

$$N_4 = 210 \text{ авт/год} \quad y_4 = 210/1525 = 0,12$$

$$Y = 0,33$$

$$T_O = 20 \text{ с}$$

Розрахунок тривалості циклу для 16 години:

$$N_1 = 1410 \text{ авт/год} \quad y_1 = 1410/5906 = 0,23$$

$$N_2 = 1370 \text{ авт/год} \quad y_2 = 1370/5906 = 0,22$$

$$N_3 = 160 \text{ авт/год} \quad y_3 = 160/1692 = 0,10$$

$$N_4 = 210 \text{ авт/год}$$

$$y_4 = 210/1525 = 0,12$$

$$Y = 0,37$$

$$T_O = 21 \text{ с}$$

Розрахунок тривалості циклу для 17 години:

$$N_1 = 1620 \text{ авт/год}$$

$$y_1 = 1620/5906 = 0,274$$

$$N_2 = 1560 \text{ авт/год}$$

$$y_2 = 1560/5906 = 0,264$$

$$N_3 = 180 \text{ авт/год}$$

$$y_3 = 180/1692 = 0,123$$

$$N_4 = 230 \text{ авт/год}$$

$$y_4 = 230/1525 = 0,13$$

$$Y = 0,415$$

$$T_O = 23 \text{ с}$$

Розрахунок тривалості циклу для 18 години:

$$N_1 = 1690 \text{ авт/год}$$

$$y_1 = 1690/5906 = 0,286$$

$$N_2 = 1590 \text{ авт/год}$$

$$y_2 = 1590/5906 = 0,26$$

$$N_3 = 180 \text{ авт/год}$$

$$y_3 = 180/1692 = 0,123$$

$$N_4 = 230 \text{ авт/год}$$

$$y_4 = 230/1525 = 0,13$$

$$Y = 0,427$$

$$T_O = 23 \text{ с}$$

Розрахунок тривалості циклу для 19 години:

$$N_1 = 1540 \text{ авт/год}$$

$$y_1 = 1540/5906 = 0,25$$

$$N_2 = 1440 \text{ авт/год}$$

$$y_2 = 1440/5906 = 0,23$$

$$N_3 = 170 \text{ авт/год}$$

$$y_3 = 170/1692 = 0,17$$

$$N_4 = 220 \text{ авт/год}$$

$$y_4 = 220/1525 = 0,134$$

$$Y = 0,395$$

$$T_O = 22 \text{ с}$$

Розрахунок тривалості циклу для 20 години:

$N_1 = 1410 \text{ авт/год}$	$y_1 = 1410/5906 = 0,23$
$N_2 = 1370 \text{ авт/год}$	$y_2 = 1370/5906 = 0,22$
$N_3 = 160 \text{ авт/год}$	$y_3 = 160/1692 = 0,10$
$N_4 = 210 \text{ авт/год}$	$y_4 = 210/1525 = 0,12$

$$Y = 0,37$$

$$T_o = 21 \text{ с}$$

$$T_o = \frac{1}{14} \sum_{j=1}^{14} T_{oi} = \frac{1}{14} \times 319 = 23 \text{ с}$$

$$T_o = 23 \text{ с}$$

$$0,75 T_o \max = 17 \text{ с}$$

Отже, приймаємо тривалість циклу регулювання 23 секунди.

Тривалість зеленого сигналу на магістральному напрямку:

$$t_3^m = \frac{y_{\max}^m}{Y} (T - L) - 1 \quad (8.13)$$

$$t_3^m = \frac{0,279}{0,419} (24 - 6) - 1 = 10 \text{ с}$$

Тривалість зеленого сигналу на другорядному напрямку:

$$t_3^{\partial p} = \frac{y_{\max}^{\partial p}}{Y} (T - L) - 1 \quad (8.14)$$

$$t_3^m = \frac{0,14}{0,419} (24 - 6) - 1 = 15 \text{ с}$$

Отримані розрахункові значення $t_{очн}$ мають перевірятися на пропуск пішоходів, якщо ці маневри здійснюються в тій же фазі. Час необхідний для перепуску пішоходів:

$$t_{очн.n} = \frac{B_n}{V_n} + 5 \quad (8.15)$$

де B_n – довжина переходу, м;

V_n – швидкість пішохода, $V_n = 1,3$ м/с.

Для переходу через вулицю Потебня:

$$t_{осн.н} = \frac{21,5}{1,3} + 5 = 21 \text{ с}$$

Для переходу через вулицю Львівська:

$$t_{осн.н} = \frac{7,4}{1,3} + 5 = 10 \text{ с}$$

Як видно з розрахунків, якщо горить зелений сигнал для транспортних засобів по в напрямку головної дороги, пішоходи встигають перейти вулицю Потебня, а якщо зелений сигнал горить на другорядній дорозі, пішоходи не встигають перейти вул. Львівська. Отже t^{dp}_3 приймаємо рівним 21 с, тобто збільшуємо його тривалість у 2 рази. У 2 рази ми повинні збільшити тривалість зеленого сигналу і на головному напрямку:

$$t^m_3 = 11 \times 2 = 22 \text{ с},$$

тоді тривалість циклу:

$$T_o = t^m_3 + t^{dp}_3 + t^m_o + t^{dp}_o \quad (8.16)$$

$$T_o = 22 + 10 + 4 + 4 = 40 \text{ с}$$

Циклограма роботи світлофорного регулювання перехресті вул. Потебня з вул. Львівська

СТ 1, СТ 2, СТ 4, СТ 5	3	ж	4	ч/ж
СТ 3, СТ 6	4	ч/ж	3	ж
СП 2, СП 3, СП 6, СП 7	3	з/м	4	
СП 1, СП 4, СП 5, СП 8	4		3	з/м

м : 1с=1 мм

Додаткові такти для пішоходів розраховуються:

$$t_{дп} = \frac{B_n}{4V_n}, \quad (8.17)$$

при переході через вулицю Львівську:

$$t_{дп} = \frac{7,5}{4 \times 1,3} = 2,43 \approx 3 \text{ с}$$

при переході через вулицю Потебня:

$$t_{дп} = \frac{22,5}{4 \times 1,3} = 4,3 \approx 5 \text{ с}$$

Розрахунок параметрів СФР на перехресті з вул. Гнідівська

В даному місці встановлено дорожній контролер типу ДКЛ, який керує світлофорним регулюванням по одній жорсткій програмі без можливості виклику фази пішоходами.

Умови введення світлофорного регулювання на пішохідних переходах, розміщених на перегонах вулиць, визначаються співвідношенням інтенсивностей транспортних і пішохідних потоків. Але можуть бути випадки, коли пішохідна фаза буде повністю ненасиченою. Такі випадки спостерігаються в місцях де висока інтенсивність пішохідного руху носить епізодичний характер.

При високій інтенсивності транспортних потоків використання жорсткого регулювання з ненасиченими пішохідними фазами пов'язано з не виправданими транспортними затримками.

Будемо використовувати двохфазний цикл, величина якого $T_{ц}$ визначається з урахуванням часу «терпеливого чекання» пішоходів:

$$T_u = 35 + \frac{B}{V_n} \quad (8.18)$$

$$T_u = 34 + \frac{21,5}{1,3} = 51 \text{ с}$$

Час необхідний для пропуску пішоходів через проїзну частину:

$$t_n = 5 + \frac{B}{V_n} \quad (8.19)$$

$$t_n = 5 + \frac{21,5}{1,3} = 21 \text{ с}$$

Додатковий такт для пішоходів:

$$t_{дп} = \frac{B_n}{4V_n} \quad (8.20)$$

$$t_{дп} = \frac{21,5}{4 \times 1,3} = 4,2 \approx 5 \text{ с}$$

Додатковий такт для транспортних засобів:

$$t_{gi} = t_p + \frac{V}{2a^*} + \frac{B_1 + \lambda_a}{V} \quad (8.21)$$

$$t_g = 1 + \frac{13,8}{2,3} + \frac{14 + 5}{13,8} = 3,53 \approx 4 \text{ с}$$

Тоді тривалість такту для пропуску транспортних засобів:

$$t_{mp} = 51 - 22 - 4 - 4 = 21 \text{ с}$$

Циклограма роботи світлофорного регулювання перехресті вул. Потебня з вул. Гнідівська.

СТ 1, СТ 2, СТ 3, СТ 4	3	ж	4	ч/ж
СП 1, СП 2	4		3	з/м

Визначення транспортних затримок

На пересіченнях доріг з жорстким програмним регулюванням річні затрати часу транспортних засобів:

$$T_p = \frac{365(N_{ml} + N_{dp})}{3600K_n}, \quad (8.22)$$

де N_{zl} , N_{dp} – інтенсивність руху відповідно по головній і другорядній дорозі;

t_o – середня затримка одного автомобіля, с;

$K_n = 0,1$

Середня затримка:

$$t_o = \frac{\sum_{j=1}^m t_{oi} N_i}{\sum_{j=1}^m N_i} \quad (8.23)$$

де m – кількість фаз регулювання;

t_{oi} – середня затримка в даній фазі в даному напрямі.

$$t_{oi} = \frac{M_i (T_y - t_s)^2}{2T_y (M_i - N_1)} \quad (8.24)$$

Розрахунок затримок на перехресті з вул. Грабовського при існуючій схемі організації дорожнього руху:

$$t_{01} = \frac{5905(44 - 22)^2}{2 \times 44(5906 - 3480)} = 13,2 \text{ с}$$

$$t_{02} = \frac{1524(44 - 14)^2}{2 \times 44(1525 - 450)} = 14,4 \text{ с}$$

При проектній схемі ОДР транспортні затримки не значно збільшаться. Це пов'язано з тим, що тривалість циклу не є оптимальною, оскільки тривалості основних тактів для транспорту приймалися з врахуванням безпеки руху пішоходів.

8.4 Визначення екологічних характеристик схеми ОДР, що пропонується

Ефективна частка іншої фази в циклі регулювання:

$$\lambda_i = \frac{t_{efi}}{T_y} = \frac{44}{74} = 0,6$$

Частка автомобілів, що зупинилися на підході до перехрестя:

$$\delta_{oi} = \frac{1 - \lambda_i}{1 - y_i} = \frac{1 - 0,6}{1 - 0,41} = 0,66$$

Характеристика, яка ураховує взаємний вплив світлофорного регулювання та довжини ділянки на зміну щільності транспортного потоку:

$$\psi = \lambda + \frac{1}{2} (1 - \lambda) L_n \quad (8.25)$$

$$\psi = 0,6 + \frac{1}{2} (1 - 0,6) 0,16 = 0,48$$

Найвища густота руху на одній смузі, авт/год

$$N_{max} = (1070 + 530 \times 0,75) \times 0,49 = 885 \text{ авт/год.}$$

$$z = N / N_{max} = 0,73 \quad (8.26)$$

Середня швидкість руху легкових та вантажних автомобілів, які переміщаються разом у транспортному потоці:

$$V_{\text{л}} = [1 + 0,24(1 - A_{\text{л}})(1 - z)]v \quad (8.27)$$

$$V_{\text{в}} = [1 + 0,24 \times A_{\text{л}}(1 - z)]v \quad (8.28)$$

$$V_{\text{л}} = [1 + 0,24(1 - 0,75)(1 - 0,74)] \times 50 = 49,2 \text{ км/год}$$

$$V_{\text{в}} = [1 + 0,24 \times 0,75(1 - 0,74)] \times 50 = 44,45 \text{ км/год}$$

8.4.1 Середні пробігові викиди оксиду вуглецю, вуглеводнів, оксиду азоту

Середнє значення викидів СО одним автомобілем, г/км:

$$q_{\text{л}}^{\text{co}} = \left\{ \frac{0,67}{0,16} \times [0,171 \times 49,3 + 0,041 \times 74(1 - 0,6) + (-2,74)] + 68 \times 49,3^{-1} + 9,65 \right\} \times 0,63 = 22,28 \text{ г / км}$$

$$q_{\text{в}}^{\text{co}} = \left\{ \frac{0,67}{0,16} \times [0,656 \times 44 + 0,125 \times 74(1 - 0,6) + (-7,5)] + (-604,8) \times 44,56^{-1} + 49 \right\} \times 1,14 = 130,7 \text{ г / км}$$

Пробіговий викид азоту також визначається окремо для легкових і вантажних автомобілів:

$$q_{\text{л}}^{\text{NO}} = 2,3 + 0,1(49,3 - 34) - 0,05 \times 16 = 2,47 \text{ г/км}$$

$$q_{\text{в}}^{\text{NO}} = 8,00 + 0,17(44,56 - 34) - 0,05 \times 16 = 6,31 \text{ г/км}$$

Пробіговий викид шкідливих речовин для двох напрямків:

$$q_{\text{л}}^{\text{co}} = 22,29 \text{ г/км} \times 2 = 44,58 \text{ г/км}$$

$$q_{\text{в}}^{\text{co}} = 130,8 \text{ г/км} \times 2 = 261,6 \text{ г/км}$$

$$q^{NO}_l = 2,48 \times 2 = 4,96 \text{ г/км}$$

$$q^{NO}_g = 6,32 \times 2 = 12,64 \text{ г/км}$$

8.4.2 Визначення середньої інтенсивності викидів шкідливих речовин

Викиди оксиду вуглецю на одиницю часу на відрізьку магістралі одиничної довжини від однаправленого транспортного потоку, мг/(мс):

$$Q_{co} = 2,78 \times 10^{-4} \sum_{j=1}^2 q_j^{co} \times N_{pj}, \quad (8.29)$$

$$Q_{co} = 2,78 \times 10^{-4} (44,58 \times 554 + 261,6 \times 555) = 31,1 \text{ мг/(мс)}$$

Для двох напрямків:

$$Q_{co} = 31,2 \times 2 = 62,4 \text{ мг/(мс)}$$

Викиди вуглеводнів C_nH_m від транспортного потоку в одному напрямі:

$$Q_{cm} = 2,78 \times 10^{-5} [1,57 - 0,08(T - 2000)] \times (q^{-co}_l N_l + q^{-co}_g N_g) \quad (8.30)$$

$$q^{-co}_\pi = \frac{22,29}{0,63} = 35,37$$

$$q^{-co}_g = \frac{130,8}{1,14} = 114,72$$

$$\begin{aligned} Q_{cm} &= 2,78 \times 10^{-5} [1,57 - 0,08(2015 - 2000)] \times (35,38 \times 2587 + 114,73 \times 863) = \\ &= 1,35 \text{ мг/(мс)} \end{aligned}$$

Для всього потоку автомобілів:

$$Q_{CH} = 1,36 \times 2 = 2,72 \text{ мг/(мс)}$$

Викиди оксидів азоту, мг/(мс):

$$Q_{NO} = 2,78 \times 10^{-4} (q^{NO}_L N_L + q^{NO}_G N_G) \times 2 \quad (8.31)$$

$$Q_{NO} = 2,78 \times 10^{-4} (2,48 \times 2587 + 6,32 \times 863) \times 2 = 3,25 \text{ мг/(мс)}$$

8.4.3 Обчислення концентрації токсичних компонентів в атмосферному повітрі

Середньодобовий рівень викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами автомобілів уздовж краю проїзної частини:

$$C = \frac{D \Psi Q Z}{V A_L}, \quad (8.32)$$

де $D = 0,8$; $\psi = 0,75$; $Z = 1$; $V = 3 \text{ м/с}$; $A_L = 0,85$

$$C_{CO} = \frac{0,8 \times 0,75 \times 62,4}{3 \times 0,85} = 14,6 \text{ мг / м}^3$$

$$C_{CH} = \frac{0,8 \times 0,75 \times 2,72}{3 \times 0,85} = 0,15 \text{ мг / м}^3$$

$$C_{NO} = \frac{0,8 \times 0,75 \times 3,26}{3 \times 0,85} = 0,24 \text{ мг / м}^3$$

Визначення концентрації шкідливих речовин CO, SpHm, NOx на лінії забудови: $z = 0,5$

$$C_{CO} = \frac{0,8 \times 0,75 \times 62,4 \times 0,5}{3 \times 0,85} = 7,33 \text{ мг / м}^3$$

$$C_{CH} = \frac{0,8 \times 0,75 \times 2,72 \times 0,5}{3 \times 0,85} = 0,076 \text{ мг / м}^3$$

$$C_{NO} = \frac{0,8 \times 0,75 \times 3,26 \times 0,5}{3 \times 0,85} = 0,124 \text{ мг / м}^3$$

Відносна сумарна концентрація не повинна перевищувати одиниці:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i} \leq 1, \quad (8.33)$$

$$\frac{7,53}{3} + \frac{0,07}{0,05} + \frac{0,131}{0,1} = 5,28$$

При порівнянні викидів шкідливих речовин до і після реконструкції, можна зробити висновок, що після реконструкції вони знизилися приблизно на 30 відсотків.

9. СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА СХЕМИ ОДР, ЩО ПРОПОНУЄТЬСЯ

Для соціально-економічної оцінки роботи необхідно визначити капітальні вкладення та вигоди від реалізації проекту.

До капітальних вкладень входять:

- витрати на установку дорожніх знаків;
- витрати на нанесення дорожньої розмітки;
- витрати на установку світлофорів;
- витрати на установку пішохідних огорожень.

Витрати на встановлення:

- дорожніх знаків – 28 653 гривні;
- нанесення дорожньої розмітки – 18087.6 гривень;
- світлофорів – 360000 гривень;
- огорожень – 67 602 гривень.

Отже, капітальні витрати по проекту реконструкції становлять:

$$K = 28\,652 + 18087.6 + 360000 + 67\,603 = 474342.6 \text{ гривень}$$

Поточні витрати складають 16% від капітальних вкладень:

$$C = 0,16 \times 474342.6 = 75894.8 \text{ гривень}$$

Вигоди B_t від реалізації проекту отримують за рахунок зниження кількості ДТП після введення міроприємств по удосконаленню організації дорожнього руху. Зниження втрат від ДТП за рахунок впровадження вказаних міроприємств можна визначити за формулою:

$$\Delta C = C_{\text{дтп}}(1 - \Delta K), \quad (9.1)$$

де $C_{\text{дтп}}$ – втрати від ДТП при існуючій схемі ОДР;

ΔK – коефіцієнт зниження числа ДТП.

При встановленні:

- пішохідних огорожень $\Delta K = 0,87$;
- дорожніх знаків $\Delta K = 0,67$;
- нанесенні дорожньої розмітки $\Delta K = 0,17$;
- світлофора $\Delta K = 0,62$.

При проведенні декількох міроприємств (двох та більше) по підвищенню безпеки руху очікуване зменшення кількості ДТП:

$$\Delta K = 1 - (1 - \Delta K_1)(1 - \Delta K_2) \dots (1 - \Delta K_n) \quad (9.2)$$

В нашому випадку:

$$\Delta K = 1 - (1 - 0,87)(1 - 0,67)(1 - 0,17)(1 - 0,62) = 0,842$$

За 2016 рік на вулиці Руська було здійснено 10 ДТП. Вартість одного ДТП прийmemo – 40000 гривень, тоді

$$\Delta C = 400000 \times 0,824 = 329600 \text{ гривень}$$

Отже, вигоди вигоди $B_t = 400000 - 329600 = 70400$ гривень

Основні фінансові показники включають чисту приведену вартість (NPV), внутрішню норму рентабельності (IRR) та термін окупності (PBP) [16].

Чиста приведена вартість NPV:

$$NPV = \sum_{t=0}^7 \frac{B_t - C_t}{(1 + R)^t}, \quad (9.3)$$

де B_t – вигоди від реалізації проекту;

C_t – капітальні та поточні витрати;

R – ставка дисконту, що враховує знецінення грошей у часі.

Внутрішня норма рентабельності IRR:

$$O = \sum_{i=0}^7 \frac{B_t - C_t}{(1 + IRR)^t} \quad (9.4)$$

Термін окупності *PBP*:

$$C_n = \sum_{t=0}^7 \frac{B_t - C_t}{(1 + R)^t} \quad (9.5)$$

Враховуючи, що інтенсивність руху постійно зростає, а екологічна система організації дорожнього руху погіршується, здійснимо розрахунки основних фінансових показників проекту враховуючи що дисконтна ставка $R_1 = 13\%$, $R_2 = 25\%$. Припустимо, що ймовірність зниження дохідності проекту складає 5 %.

Для розрахунку вищевказаних показників було застосовано комп'ютерну техніку, з використанням табличного процесора Microsoft Office Excel.

Результати розрахунків наведено в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1

Рік	B_t	K	C	$B_t(K+C)$	$1/(1+R_1)^t$	$1/(1+R_2)^t$	NPV_1	NPV_2
0	23700	24791	3966	-5057	1	1	-5057	-5057
1	22515		3966	18549	0,884	0,800	16393	14839
2	21389		3966	17423	0,783	0,640	13642	11150
3	20319		3966	16353	0,693	0,512	11332	8372
4	19303		3966	15337	0,613	0,409	9401	6272
5	18338		3966	14372	0,542	0,327	7789	4699
6	17421		3966	13455	0,480	0,262	6458	3525
7	16550		3966	12584	0,425	0,209	5348	2630

Сума

385685 гривень

474342.6 гривень

При R_1 Ток.=1,2 року

При R_2 Ток.=1,4 року

Як бачимо із таблиці 9.1 сумарні вигоди за сім років складають 385685 гривень (при ставці дисконту 13%) та 474342.6 гривень (при ставці дисконту 25%), термін окупності становить відповідно 1,2 та 1,4 року.

Зважаючи на швидку окупність проекту не було сенсу розраховувати внутрішню норму рентабельності.

ВИСНОВКИ

В даній дипломній роботі представлено загальну характеристику вуличнодорожньої мережі міста Луцьк, а саме вулиці Потебня. Проведено характеристику рухів транспортних потоків, інтенсивності, швидкості руху та склад транспортних потоків, а також характеристику міського громадського транспорту.

Проведено аналіз дорожніх умов руху на досліджуваній ділянці ВДМ. Встановлено, що найбільша кількість дорожньо-транспортних пригод виникає в понеділок та суботу, а з огляду пори року в осінній та зимовий період. Визначено, що хоч серед причин аварійності недоліки ОДР мають невеликий відсоток, але як супутній фактор ДТП недоліки ОДР наявні майже в кожній дорожньо-транспортній пригоді.

В даній дипломній роботі дані рекомендації по усуненню недоліків в установці дорожніх знаків та пішохідних огорожень, нанесенні дорожньої розмітки. Розраховано параметри світлофорного регулювання.

При проектній схемі ОДР транспортні затримки не значно збільшаться. Це пов'язано з тим, що тривалість циклу не є оптимальною, оскільки тривалості основних тактів для транспорту приймалися з врахуванням безпеки руху пішоходів.

При соціально-економічній оцінці проекту було розраховано, що вигоди при ставці дисконту $R_1 = 13\%$ складають 385685 гривень, а при $R_2 = 25\%$ складають 474342.6 гривень. Термін окупності відповідно при R_1 та R_2 становить 1,2 та 1,4 року.

Отже, проект є економічно ефективним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Поліщук В.П. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / за заг. ред. В. П. Поліщука; О. О. Бакуліч, О. П. Дзюба, В. І. Єресов та ін. – К.: Знання України, 2011. – 467 с.
2. Розмітка дорожня. Технічні вимоги. Методи контролю. Правила застосування: ДСТУ 2587:2010. – [Чинний від 2010–12–27] – 39 с. – (Національний стандарт України).
3. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування: ДСТУ 4100–2002. – [Чинний від 2002–06–03] – 109 с. – (Національний стандарт України).
4. Безпека дорожнього руху. Організація дорожнього руху. Умовні позначення на схемах і планах: ДСТУ 4159:2003. – [Чинний від 2003–04–07] – 13 с. – (Національний стандарт України).
5. Rozum R.I., Shevchuk O. S., Prohnii P. B. Optimization of working processes of internal combustion engines with the purpose of improving their environmentality. Modern engineering and innovative technologies. Sergeieva&Co Karlsruhe (Germany) 2022. – Issue 19. Part 1. – P. 147 - 150. <https://www.moderntechno.de/index.php/meit/issue/view/meit19-01/meit19-01>
6. Попович П.В. Аналітичні технології в забезпеченні економічної ефективності логістичних систем / Попович П. // Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2016. – Вип. № 169. – С. 223 - 225.
7. Попович П. В. Дослідження тенденцій розвитку ринку вантажних автомобільних перевезень в сучасних умовах //Попович П.В., Шевчук О.С. Матвіїшин А.Й., Лотоцька В.Н. /Науковий журнал. Вісник житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки.- Житомир: №2(77)-2016. С. 224-228
8. Popovych P., Shyriaieva S., Selivanova N. Analysis of the interaction of participants freight forwarding system.

Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics, [S.l.], v.1, n. 1, p. 16-22, dec. 2016. <http://jsdtl.sciview.net/index.php/jsdtl/article/view/10>.

9. Karpenko O., Kovalchuk S., Shevchuk O. Prospects on Ukrainian logistics market orientation for international customers. Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 27-33, dec. 2016. <http://jsdtl.sciview.net/index.php/jsdtl/article/view/12>

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

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