

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

Інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)

Транспортних технологій та механіки
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

магістра

(освітній рівень)

на тему: Удосконалення параметрів транспортного потоку
на ділянці магістральної вулиці
у м. Тернопіль



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

напряму підготовки (спеціальності) 275

**Транспортні технології (на автомобільному
транспорті)**

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

	<u>Коваль Я.І.</u> <small>(підпис)</small>	<u>Коваль Я.І.</u> <small>(прізвище та ініціали)</small>
Керівник	<u>Шевчук О.С.</u> <small>(підпис)</small>	<u>Шевчук О.С.</u> <small>(прізвище та ініціали)</small>
<u>Нормоконтроль</u>	<u>Цьонь О.П.</u> <small>(підпис)</small>	<u>Цьонь О.П.</u> <small>(прізвище та ініціали)</small>
Рецензент	<u>Марущак П.О.</u> <small>(підпис)</small>	<u>Марущак П.О.</u> <small>(прізвище та ініціали)</small>
<u>В.о завідувача кафедри</u>	<u>Сташків М.Я.</u> <small>(підпис)</small>	<u>Сташків М.Я.</u> <small>(прізвище та ініціали)</small>

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. Завідувач
 кафедри Стамкіс М.Я.

« ____ » _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Коваль Ярослав Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Удосконалення параметрів транспортного потоку
на ділянці магістральної вулиці
у м. Тернопіль

Керівник проекту (роботи) Шевчук Оксана Степанівна, в.д.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, місце зв'язку)

Затверджені наказом по університету від « ____ » _____ 201__ року № ____

2. Термін подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Існуюча схема організації дорожнього руху

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Аналіз перехрестя по вул. Живова- Шашкевича в м. Тернопіль із застосуванням ТЗОДР;

Дослідження характеристик дорожнього руху на ділянці вулиць Живова та Шашкевича;

Розробка рекомендацій на перехресті Бульного- Винниченка щодо покращення пропускної здатності;

Сучасні технології на транспорті;

Обґрунтування економічної ефективності;

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях;

Екологія.

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

Загальний вигляд перехрестя Живова -Шашкевича;

Схема існуючої організації ділянки ВДМ;

Картограма погодинної інтенсивності руху;

Поперечний переріз профілю вул. Живова -Шашкевича;

Аналіз конфліктних точок на перехресті.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	8
ВСТУП.....	9
1 АНАЛІЗ ПЕРЕХРЕСТЯ ЖИВОВА- ШАШКЕВИЧА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ.....	10
1.1 Оцінка стану ОДР на перехресті вулиць Живова-Шашкевича.....	11
2 ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК РУХУ НА ДІЛЯНЦІ ВУЛИЦЬ ЖИВОВА ТА ШАШКЕВИЧА.....	16
2.1 Опис перехрестя вул. Живова- Шашкевича.....	16
2.2 Визначення основних параметрів на Живова-Шашкевича транспортного потоку на ділянці вулиці в м. Тернопіль.....	18
2.3 Швидкісні характеристики транспортних і пішохідних потоків на перехресті Живова-Шашкевича.....	20
2.4 Визначення на вулицях Шашкевича-Живова необхідної ширини проїзної частини.....	29
2.5 Розрахунок інтенсивності руху за напрямками на ділянці магістральної вулиці у м. Тернопіль.....	31
2.6 Аналіз взаємодії транспортних потоків на перехресті Живова-Шашкевича.....	33
2.7 Розрахунок рівня аварійності на ділянці вулиць Живова- Шашкевича	35
2.8 Розрахунок рівня аварійності Живова- Шашкевича за допомогою коефіцієнтів відносної аварійності.....	37
3 РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ НА ПЕРЕХРЕСТІ ЖИВОВА-ШАШКЕВИЧА.....	41
3.1 Обґрунтування розробки шляхів вдосконалення регулювання транспортних потоків на перехресті вул. Живова та Шашкевича.....	41
3.2 Визначення структури світлофорного циклу на перетині вулиць Живова та Шашкевича.....	47
3.3 Визначення структури світлофорного циклу.....	50
4 СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ.....	50
4.1 Новий спосіб планування міської мобільності.....	66
5 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	66
5.1 Розрахунок економічних і соціальних показників ефективності проектних рішень після впровадження заходів з організації дорожнього руху.....	73
5.2 Визначення витрат на утримання і експлуатацію системи.....	75
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ..	78
6.1 Правила безпеки при роботі з електроустановками.....	78
6.2 Заземлення струмоведучих частин, загальні вимоги.....	80
6.3 Вимоги безпеки при роботі автотранспорту.....	83

6.4	Вимоги безпеки при складуванні матеріалів.....	84
7	ЕКОЛОГІЯ	86
7.1	Міри по захисту від забруднень автотранспорту.....	86
7.2	Екологічні принципи проектування автомобільних доріг.....	92
	ВИСНОВОК	100
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	101

РЕФЕРАТ

У дипломній роботі розглянуто питання по удосконаленню параметрів транспортного потоку на ділянці магістральної вулиці та обґрунтовано існуючу схему організації дорожнього руху на перехресті вулиць Живова-Шашкевича в м. Тернопіль.

Мета проекту - дослідження та аналіз параметрів транспортного потоку та удосконаленню існуючої організації дорожнього руху.

Об'єкт дослідження - реальна схема організації дорожнього руху на перетині вулиць Живова-Шашкевича.

Предмет дослідження - закономірності впливу проектних рішень на собівартість зміни дорожнього руху та облаштування його технічними засобами організації дорожнього руху.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- дослідження організації дорожнього руху на перетині вулиць Живова-Шашкевича з метою удосконалення параметрів транспортного потоку;
- розробка схеми організації дорожнього руху на перетині вулиць в м. Тернопіль;
- обґрунтування методів вдосконалення дорожнього руху;
- техніко-економічна оцінка запропонованих рішень.

Ключові слова: перехрестя, транспортний потік ,організація руху, ділянка дороги.

Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, семи розділів та висновків, переліку посилань.

ВСТУП

Щороку рівень автомобілізації зростає, що призводить до збільшення транспортних проблем у містах і підвищується складність їх вирішення. До них можна віднести затори, часті ДТП, брак місць для паркування, підвищена шумність, неякісне дорожнє покриття тощо. Ці фактори впливають також на низку інших показників: соціально-культурне життя населення, транспортні витрати, економічний розвиток та розвиток транспортної мережі. Вирішення цих проблем ускладнюється, а то й взагалі неможливе, у старих містах, де інфраструктура давно сформована і не відповідає сучасним вимогам. Організація дорожнього руху потребує кардинальних та ефективних рішень. Є різні методи вдосконалення транспортної мережі. При виборі методу, потрібно, перш за все, керуватись економічною доцільністю та бюджетом, який в багатьох містах досить обмежений. У даному проекті розглянуто питання організації ефективного і безпечного дорожнього руху на перехресті Живова-Шашкевича.

1 АНАЛІЗ ПЕРЕХРЕСТЯ ЖИВОВА- ШАШКЕВИЧА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

У рамках проведеного дослідження слід розуміти, що організація дорожнього руху – це створення умов за допомогою інженерно-технічних і організаційних заходів на існуючій ділянці по вулиці Живова-Шашкевича в м. Тернопіль для досить швидкого, безпечного та зручного руху транспортних засобів і пішоходів.



Рисунок 1.1 – Класифікація методів ОДР

До організації дорожнього руху можна віднести:

- частову реконструкцію існуючої організації дорожнього руху;
- удосконалення окремих ділянок ВДМ;
- перепланування зупинок, соянок , паркувальних майданчиків, будівництво острівців безпеки;

- встановлення нових засобів організації дорожнього руху- дорожні знаки, світлофори дорожні, оновлення або нанесення дорожньої розмітки;
- впровадження автоматизованих систем управління дорожнім рухом
- зміни графіка руху маршрутного пасажирського транспорту
- введення різного роду обмежувачів дорожнього руху.

Безпосередня участь у реалізації розроблених заходів щодо вдосконалення організації руху на перехресті вулиць Живова – Шашкевича в м. Тернопіль, здійснювана в порядку авторського нагляду, дає можливість коректувати при необхідності проектні рішення і одночасно з цим перевіряти їх на практиці. Розробка і реалізація будь-яких заходів з організації руху мають на увазі наявність певних правил, що регламентують поведінку всіх учасників дорожнього руху. Тому Правила дорожнього руху прийнято вважати основою організації дорожнього руху на досліджуваному перехресті. Дорожні знаки та розмітка, світлофорна сигналізація є додатковими засобами, за допомогою яких забезпечується оптимальна організація руху.

1.1 Оцінка стану ОДР на перехресті вулиць Живова-Шашкевича

Обране перехрестя для досліджень знаходиться у м. Тернополі по вулиці Анатолія Живова біля ТЦ «ОРНАВА». Перехрестя не є дуже складним та регульоване, обладнане всіма необхідними технічними засобами для безпеки руху транспортних засобів і пішоходів.

Фотографії перехрестя на перетині вулиць Живова- Шашкевича приведено в рисунках 1.1, 1.2, 1.3, 1.4.



Рисунок 1.1 – Досліджуване перехрестя вул. Шашкевича (напрям 1)



Рисунок.1.2 – Досліджуване перехрестя вул. А. Живова (напрям 2)



Рисунок 1.3 – Досліджуване перехрестя вул. А. Живова (напрям 3)

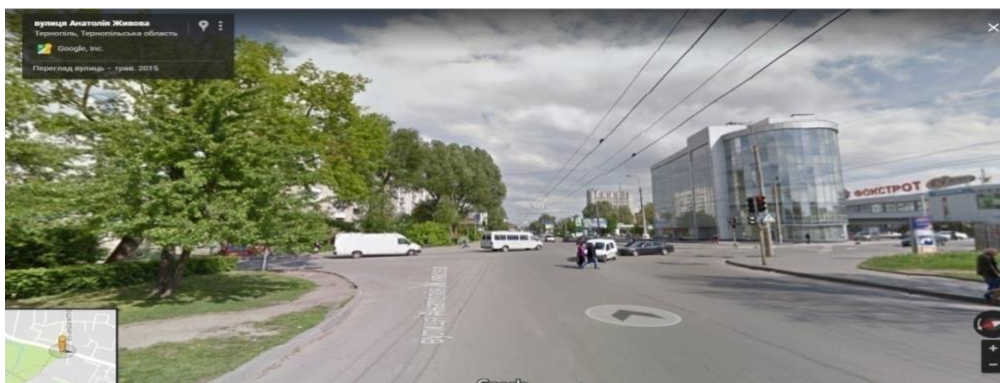


Рисунок 1.4 – Досліджуване перехрестя вул. А. Живова (напрям 4)

Технічні засоби знаходяться у задовільному стані , світлофори і розмітка на дорожньому полотні розташована правильно , а розташування дорожніх знаків дещо не правильне. Дорожні знаки закриваються гілками дерев. Є три фази світлофора , тривалість основних фаз більша від допоміжних у 10 разів.

Транспортні і пішохідні світлофори розташовані у кожному напрямку , що до проїжджої частини і пішохідного переходу. Є дублюючі світлофори. Так є незначні порушення у розташуванні дорожнього знаку. Так пішохідні переходи розташовані за траєкторію руху пішоходів. Ні не йдуть поруч із ним. Пішохідний перехід в хорошому стані , освітлюється у темну пору. Так є пониження бордюру для проїзду колясок. Припаркованих автомобілів немає , маневрування транспортних засобів, конфліктні ситуації не спостерігаються. Інших особливостей не має. Транспорт зупиняється для пропуску пішоходів.

Рух пішоходів по пішохідних доріжках відбувається по сигналу світлофора, пішоходи збираються на тротуарі. Пішоходи чекають зеленого сигналу світлофора і по переході і поруч з ним частково. Автомобілі зупиняються на стоп лінії. Так дистанція достатня між пішоходами і транспортними засобами. Так ідуть на зелений, було б краще збільшити інтервал світлофора в певний час доби. Так є випадки , що не встигають закінчити рух на зелений сигнал світлофора. Спостерігаються поодинокі випадки проїзду автомобілів на червоний сигнал світлофора. Коли на пішохіді немає людей.

Якщо біля перехрестя є зупинка маршрутних транспортних засобів це відволікає інших учасників дорожнього руху. Черга з автомобілів збільшується у час пік, не завжди роз'їжджається у час пік. Так смуги завантажені рівномірно, зупинка транспорту відбувається плавно. Ні немає місця екстремому гальмуванню.

Пошкодження проїзної частини не має. При великих опадах, утворюються великі калюжі. Для стоянки є спеціально відведенні ділянки. Рух пішоходів відбувається тільки на зелений сигнал пішохідного світлофора.

На досліджуваному перехресті Живова- Шашкевича використовуються такі методи визначення характеристик дорожнього руху на автомобільних шляхах та пішохідних переходах міста: документальні, натурні методи та методи моделювання транспортних потоків.

Документальні методи- аналіз статистичних даних, звітів про ДТП та іншої проектно-технічної документації. У даному виді досліджень використовуються анкетні дослідження, які проводять обліковці на обраній ділянці дорожнього руху. При даному виді досліджень визначають:обсяги руху, обсяги виробництва, щільність пішоходів, рухомість населення транспортна. Недоліки транспортних досліджень висока трудомісткість і низька точність отриманих результатів. Натурні дослідження включають в себе вимірювання характеристик дорожнього руху в досліджуваній зоні вулично-дорожньої мережі або за допомогою засобів автоматизації та реєстрації.

На перехресті Живова- Шашкевича проводимо зональні обстеження і вивчають інтенсивність, швидкість, склад транспортного і пішохідного потоків. Дані обстеження є вибірковими.

Більш масштабні - регіональні дослідження проводити не доцільно оскільки їх проводять для реконструкції і будівництва нових об'їздів та доріг.

Порядок визначення складу та інтенсивності транспортних потоків на перехресті вулиць Живова- Шашкевича :

1. Вивчити схему дорожнього руху заданого району(центр міста) у м. Тернопіль.

2. Обране перехрестя Живова- Шашкевича на якому будуть проводитися обстеження, на яке призначено для обрахунку транспортних засобів команда з 2 – 4 чол.

3. Підготувати бланки для проведення обліку напередодні , врахувавши специфіку перехрестя Живова- Шашкевича.

4. Заздалегідь до обстеження побувати на перетині вулиць Живова-Шашкевича, визначити його параметри: кількість підходів до перехрестя, кількість смуг руху, тип дорожньої розмітки її стан, кількість дорожніх знаків, засоби світлофорного регулювання його типи. Побудувати схему перехрестя .

5. У вказаний день і час прибути на перехрестя на примикані Живова-Шашкевича, час проведення обстежень розпочато в 13.30 до 14.30 год. 5.10.2018 р.

6. О 13.30 - визначаємо транспортні засоби, які проїжджають з кожного напрямку руху через перехрестя вулиць Живова- Шашкевича. Кількість автомобілів за типом рухомого складу заносять у картку обліку та будуємо діаграму складу транспортних потоків для наглядності.

7. Після проведення обстеження робимо розрахунки інтенсивності руху за напрямками 1,2,3,4 у фізичних і приведених одиницях.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК РУХУ НА ДІЛЯНЦІ ВУЛИЦЬ ЖИВОВА ТА ШАШКЕВИЧА

2.1 Опис перехрестя вул. Живова- Шашкевича

У дипломній роботі на основі даних про рух ВДМ на перетині вулиць Живова і Шашкевича проводяться розрахунки для визначення ефективності її функціонування.

З отриманих результатів які проводилися в дипломній роботі, можна зробити висновок , що перехрестя по вулиці А. Живова – Шашкевича є одне з простих , але не є зовсім безпечним для пересування транспортних засобів.

Відомості про організацію руху об'єкту: вул. Живова та вул. Шашкевича приведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Відомості про ТЗОДР на вулицях Живова- Шашкевича

№	Позначення	Найменування	Тип	Кількість
Світлофорне регулювання.				
1	Т1.1	Транспортний.	1	1
2	П1.1	Пішохідний.	1	8
Дорожня розмітка.				
1	1.1	Вузька суцільна.	Горизонтальна	1
2	1.3	Вузька подвійна.	Горизонтальна	3
3	1.6	Штрихова.	Горизонтальна	6
4	1.12	Стоп-лінія.	Горизонтальна	4
5	1.14.2	Пішохідний перехід.	Горизонтальна	8
6	1.18	Напрямок по смугах.	Горизонтальна	4
Дорожні знаки.				
1	2.1	Дати дорогу.	Пріоритету	2
2	2.3	Головна дорога.	Пріоритету	2
3	5.16	Напрямки руху по смугах.	Інф.-вказівний	4
4	5.35.1	Пішохідний перехід.	Інф.-вказівний	4
5	5.35.2	Пішохідний перехід.	Інф.-вказівний	4
6	5.6	Кінець дороги з одностороннім рухом.	Інф.-вказівний	1
7	3.2	В'їзд заборонено.	Заборонні	1

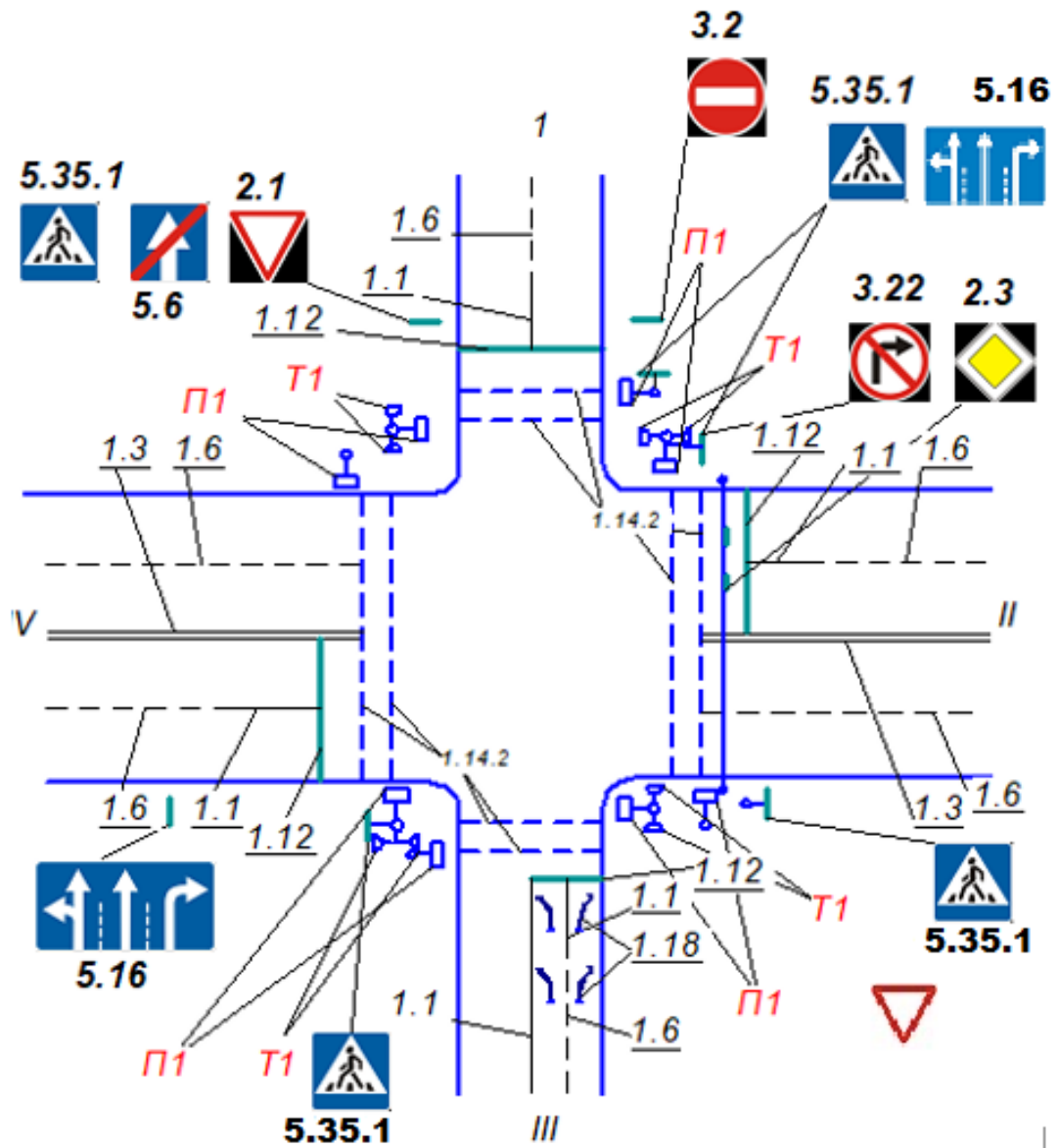


Рисунок 2.1 – Схема перехрестя вулиць Живова- Шашкевича
в м. Тернопіль

2.2 Визначення основних параметрів на Живова-Шашкевича транспортного потоку на ділянці вулиці в м. Тернопіль

На рисунку 1.6 графічно представлено кількість транспорту, що проїхало за його видами та транспортні потоки рухів на дорогах, що проходять через перехрестя в.Живова- Шашкевича у м. Тернопіль в досліджувані часи доби, з причини що у певні години там є спостерігалися значні перенапруження в русі з причини локації вивчаемого перехрестя, воно розміщене біля Ексімбанку і торгового центру з міським непродовольчим ринком.



Рисунок 2.2 – Добова кругова діаграма за структурою потоку на локальному перехресті Живова- Шашкевича

КАРТКА**обліку інтенсивності.**

Пост № 1 . Місце знаходження поста.: вул. А. Живова
Час проведення обліку. з 13.30 до 14.30 год. 5.10.2018 р.

Прізвище, ім'я студента.: Коваль Ярослав

Назва транспортних засобів	Напрямок руху.						Всього у фізичних . од/год.	Всього приведених . од/год.	Всього у приведених . од/добу
	1-2	3-4	3-1	3-2	4-1	4-2			
Легкові автомобілі. (Кп=1,0)	20	30	25	40	15	45	175	175	4200
Мікроавтобуси і вантажні автомобілі. Вантажопідйомністю до 2 т.(Кп=1,5)	10	10	5	12	8	15	60	90	1440
Вантажні автомобілі. Вантажопідйомністю 2–5 т.. (Кп=2,0)	4	6	3	5	4	8	30	60	720
Вантажні автомобілі. Вантажопідйомністю 5–8 т. (Кп=2,5)	4	6	3	5	4	8	30	75	720
Вантажні автомобілі. Вантажопідйомністю більше 8т. (Кп=3,5)	1	5	0	4	2	8	20	70	480
Автобуси всіх марок . (Кп=2,5)	0	0	0	0	0	24	24	60	576
Тролейбуси. (Кп=3,0)	0	0	0	0	0	10	10	25	240
Мотоцикли. Мопеди (Кп=0,5)	1	2	1	3	2	4	12	6	288
Всього:							361	561	7944

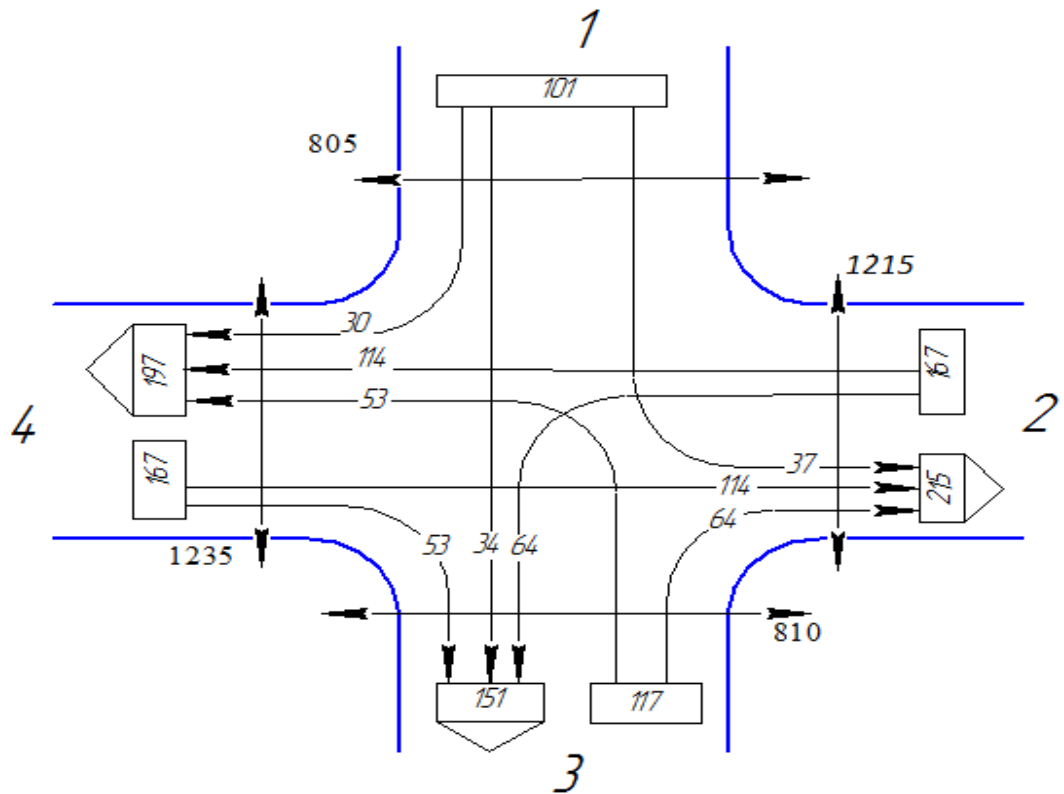


Рисунок 2.3 -Картограми транспорту і пішохідних Живова- Шашкевича

2.3 Швидкісні характеристики транспортних і пішохідних потоків на перехресті Живова-Шашкевича

Дослідження величин швидкостей руху транспортних засобів вимагають підвищеної концентрації спостерігача, години пік в даній локації будуть з дев'ятої ранку і аж до п'ятої вечора з причини розташування поблизу перехрестя великої кількості таких громадських місць як, зокрема продуктові два ринки і один ринок непродовольчих товарів, пташиний ринок, Укрексімбанк, ряд соціальних аптек також автобусна станція, дослідження і заміри здійснюються безпосередньо на перехресті Живова-Шашкевича, заміри фіксуються зручним спостерігачу способом і через телеграм канал в той же день передаються і фіксуються обліковцями старостами.

Інтенсивність руху автомобілів на протязі доби досить часто змінюється. Залежно від часу доби інтенсивність також може бути піковою,

наприклад вранці та ввечері. У великих областях чи у центрі міст такі зміни не дуже помітні так як кількість автомобілів там значно більша. Тижнева інтенсивність також має свої піки, це зазвичай вівторок та четвер. Під час того як люди виїжджають на відпочинок відбувається значне збільшення інтенсивності на виїзних дорогах. В таких випадках відношення кількості автомобілів на дорогах в двох напрямках може бути 1 до 15. Під час досліджень руху створюються гістограми. Вони можуть бути добовими, тижневими, місячними та річними. З них можна визначити наступне: склад потоку, інтенсивність, РСДІ, середню максимальну та мінімальну годину в році, характерні години. Регулярні дослідження проводять досить рідко через їх складність. Після обробки даних на певних ділянках можна дізнатись: інтенсивність, склад транспортного потоку, та різні коефіцієнти за допомогою яких можна робити перерахунки. Якщо на протязі року немає змоги слідкувати за пунктами обрахунку, то використовують автоматичні прилади за допомогою яких можна порахувати тільки деякі потрібні місця.

Під час дослідження руху потоків транспорту на перехресті, потрібно визначити ціль для якої проводиться це дослідження. Зазвичай їх проводять для проектування світлофорних об'єктів. Облік проводиться на протязі тижня по 16 годин кожного дня з інтервалами по 5 хвилин. Після дослідження складається графік або таблиця, а якщо до кожного стовпця вписати транспортні засоби то можна отримати склад цього потоку.

Коли дослідження проводять по всьому місту, то можна дізнатись наступне:

- інтенсивність потоку;
- його склад і зміни на протязі певного часу;
- кількість ТЗ на дорозі;
- кількість поїздок наприклад між районами, чи в межах одного району;
- пікові години на протязі дня;
- місця стоянки;

пасажиропотік;

Коли дані обробляють за допомогою табличок чи графіків то вони показують: як розподіляються певні поїздки, наскільки завантажені дороги та вулиці. При обробці є два види оцінки первинна та вторинна. На первинній оцінці хибні дані відсіюються але не більше 5-7%. Вибірка повинна відповідати математичній статистиці. Також на первинній обробці визначаються такі показники як мода, медіана, коефіцієнти варіації, діапазони, скошеність, та ще деякі величини які є обов'язково потрібними для дослідження. Вторинна оцінка створена для того щоб дізнатись чи є обрана функція оптимальною, вона виражає відношення між змінними величинами.

Після оцінки результатів вимірювань швидкостей потоку, їх вимірюють з певними проміжками в 5-15 хвилин, або години, також важливу роль повинна відігравати мета з якою проводиться оцінка. Зазвичай обирають інтервал в 5-10 км\год а потім ведеться підрахунок усіх визначених величин. В кінці дослідження будують діаграми, гістограми або ж криві швидкостей потоку транспорту у певний момент. Миттєву швидкість на перехресті можна визначити дізнавшись за який час автомобілі можуть звільнитися перехрестя від дозвільного сигналу світлофора до заборонного, тобто такі дослідження можуть проводитись лише на перехрестях які регулюються. Також важливим є те як розміщений автомобіль на дорозі, на якому саме місці він знаходиться перед стоп лінією, так як для обліку в черзі він повинен бути на нульовому місці. Між самими автомобілями також можуть бути інтервали, але в часі які виміряються або на самому перехресті або на проміжках між перехрестями. В таких випадках вимірювання можуть проводитись на некерованих перехрестях щоб визначити критичний інтервал. На керованому – щоб встановити час коли автомобіль входить на перехрестя зі стоп лінії.

Дистанції які вимірювались правильно згруповують в певні інтервали і коли проводиться первинна оцінка то розраховуються потрібні

величини. До них відноситься дистанція, різні відхилення та розсіювання. Після цього створюють загальну криву інтервалів часу по цих даних, вони можуть будуватись від найбільшого значення до найменшого та навпаки.

Коли обробляють результати затримки, на перехрестях до стоп лінії також використовують номерні знаки автомобілів по яких можна реєструвати коли транспортний засіб знаходиться перед перехрестям яке регулюється світлофором, а після цього коли він проїхав стоп лінію. Всі записи потрібно внести в польовий лист де також потрібно записати як він розташований відносно стоп лінії. Також ці записи допомагають визначити динамічний габарит транспорту та склад транспортного потоку, всі вони відносяться до первинної оцінки, але використовуються і у вторинній наприклад тоді коли потрібно вирахувати залежності затримки.

Залежно від того де розміщений транспортний засіб на початку(джерело) свого руху та в кінці (мета) всі переміщення можна розділити на:

Транзит – це тоді коли початок маршруту та його закінчення є поза межами даної області та проходить її наскрізно.

Зовнішній – коли початок знаходиться за даною областю а закінчення в середині, або навпаки.

Внутрішній – коли і джерело і мета знаходяться в середині області.

Також зовнішній рух розділяється на зовнішньо цільовий та зовнішньо вихідний. Часто на практиці роблять помилки коли називають зовнішній рух вихідним і цільовим. Це дійсно помилка тому що кожен з цих рухів має і початок і закінчення. Залежно від шляху розташування джерела та мети можна виділити транзитний об'їзний та проїзний рух. Транзитний об'їзний рух – це коли дорога не проходить через потрібну заплановану територію і навпаки. В селищах внутрішній рух автомобілів є не дуже великим а при значному русі майже нульовим. Чим більше місто чи населений пункт тим більшим буде внутрішній рух а не транзитний. Після того як буде вибраний певний транзитний рух, обов'язково потрібно вказати

області джерела та мети. Це потрібно для планувальної території. Ці траси поділяються на:

Радіальні – вони напрямлені до центру від окраїн

Діаметральні – йдуть поперек планувальної території.

Тангенціальні – можуть мати будь який маршрут головною умовою якого буде дотикання до території планування.

Обхідні – вони не дотикаються до планувальної території а обходять її по кругу або півкругу.

Ці схеми можна використовувати не лише для міст а і для областей чи будь яких інших потрібних територій.

Важливим також є виключення небажаних територій з маршруту руху. Це зазвичай території на яких немає джерела та мети. Непотрібний рух класифікують за трьома ступенями. Перший ступінь – це рух де немає початку та закінчення. В такому випадку якщо потрібно проїхати певну територію міста для скорочення витрат можна обрати транзитно об'їзний маршрут а не транзитно наскрізний (рух через саме місто). Для запобігання транзитно проїзного руху у містах встановлюють певні обмеження.

Другий ступінь – коли на території розміщене джерело чи мета але в дуже не зручному місці. Для виправлення такої ситуації є рекомендованим перенесення джерела чи мети у інше місце.

Третій ступінь – коли джерело та мета розміщені зручно, маршрут складено раціонально але рух виконують транспортним засобом який не підходить до даних умов. На даний момент таке поняття як «непотрібний рух» є ще не прийнятим для широкого використання.

Карта
Обліку швидкості руху.
Місце проведення обстеження.: вул. А. Живова - Шашкевича
Час проведення обліку. з 21,00 до 22,00 Дата 8.10.2019р.
Прізвища І.Б. обліковців. : Коваль Ярослав

Категорія транспортного засобу.	Час проходження мірної ділянки. ,с	Швидкість.
		км/год
Легкові автомобілі.	6.5	56
	6.6	54
Мікроавтобуси та вантажівки. до 2 т.	6.9	52
	7.1	50
Вантажні автомобілі .2-5 т.	7.2	50
	7.3	49
Вантажні автомобілі. 5-8 т.	7.5	48
	7.6	47
Вантажні більше. 8 т.	9.1	40
	8.6	42
Автобуси.	9.5	38
	9.3	39
Тролейбуси.	10.7	33
	10.6	34
Мотоцикли , мопеди.	5.7	64
	5.5	66

Параметри для обчислень та розрахунків стосовно досліджуваних вулиць доцільно враховувати з показниками категорійності для систематизації і узагальнення всього масиву одержаних даних, причому при розрахунках та обчисленнях; t_{ij} – час проходження ділянки; L_m – довжина мірної ділянки і швидкості обчислено за нижче приведеною оптимальною залежністю

$$V_{ij} = 3,6 \cdot \frac{L_m}{t_{ij}},$$

Схему ділянки вулиць Живова та Шашкевича зображено на рисунку 2.8.

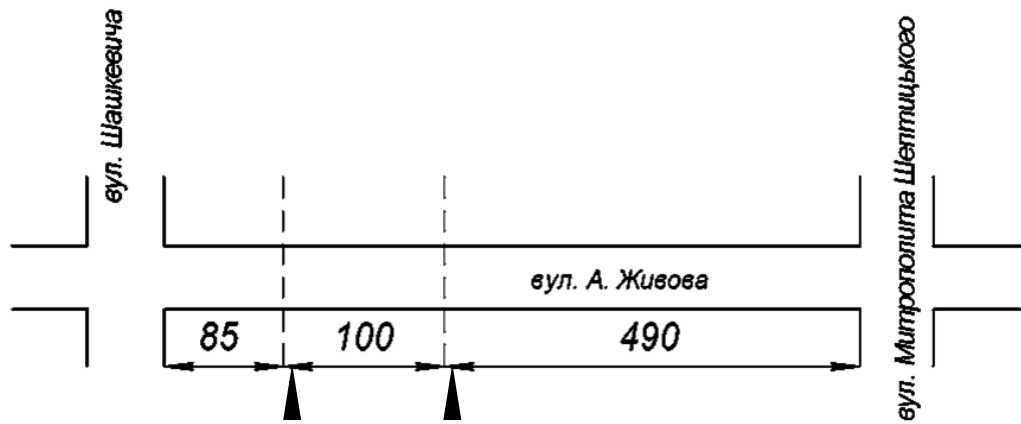


Рисунок 2.4 – Ділянка вулиць Живова та Шашкевича для проведення дослідних замірів: - - - - - межі ділянки, ▲ - місця

Далі необхідно для руху і моделювання далі знати значення середніх швидкостей з обов'язковою кількістю замірів n в кожній з категорій k , не менше трьох на досліджуємих вулицях, отже

$$V_{катj} = \frac{\sum_{j=1}^k V_{ij}}{n}, \quad (1.2)$$

$$V_{кат1} = \frac{56 + 54}{2} = 55 \text{ км/год}$$

Швидкість транспортного потоку по вулицях Живова та Шашкевича залежить від суми швидкостей компонентів, також категорійності з числом для кожної з встановлених нами категорій замірів

$$V_{\Pi} = \frac{\sum_{j=1}^k V_{\text{кат}j}}{k}, \quad (1.3)$$

$$V_{\Pi} = \frac{55 + 51 + 49.5 + 47.5 + 41 + 38.5 + 33.5 + 65}{8} = 47.6 \text{ км/год}$$

Миттєва швидкість руху на вулицях Живова і Шашкевича є функціоналом що враховує середньоквадратичне як найдільш зручний вид для обчислень відхилення σ також враховано при розрахунку значення функції довірчої ймовірності яке становить 0,954 і, звичайно впливає на кінцевий результат величина попередньо почисленої похибки що у формулі позначена Δ

$$n = \frac{t_p^2 \cdot \sigma^2}{\Delta^2}, \quad (1.4)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{15} (V_i - V_{\Pi})^2}{8}} \quad (1.5)$$

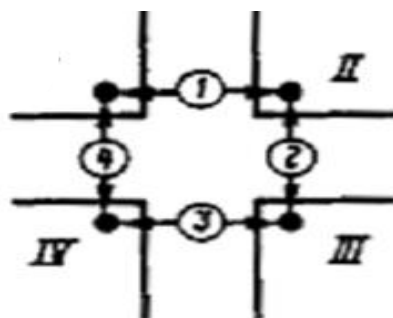
$$\sigma = \sqrt{\frac{(55 - 47,6)^2 + (51 - 47,6)^2 + (49,5 - 47,6)^2 + (47,5 - 47,6)^2 + (41 - 47,5)^2 + (38,5 - 47,5)^2 + (33,5 - 47,5)^2 + (65 - 47,5)^2}{8}} = 9,5 \text{ км/год}$$

$$\sigma = 9,5$$

$$n = \frac{2^2 \cdot 9,5^2}{1^2} = 361$$

Отже, доведено, для адекватності подальшого моделювання і обґрунтування пропозицій щодо організації дорожнього руху на перехресті

вулиці Живова з вулицею Шептицького в місті Тернопіль необхідно зробити заміри не менше як для 361 транспортного засобу.



Рисунку 2.5 – Розташування постів обліковців на вулицях Живова та Шашкевича

Бланк обліку руху пішоходів.

Назва пункту спостереження.

вул. А. Живова - Шашкевича

Дата спостереження. 9.10.2019р

Час спостереження. : початок 14.00 закінчення 15.00

№ п/п		Пішохідні потоки				Всього рух пішоходів за годину часу	Кількість пішоходів
		00-15	15-30	30-45	45-60		
1	14.00-15.00	120	100	80	100	400	900
		90	120	70	125	405	
2	14.00-15.00	150	120	180	150	600	1568
		120	100	212	180	615	
3	14.00-15.00	100	80	120	100	400	1000
		70	90	130	120	410	
4	14.00-15.00	190	110	160	155	615	1440
		105	135	200	180	620	

Обстеження проводяться тривалістю не менше 15-хвилин по людях які пройшли по пішохідному переходу а також по дорозі навіть з порушенням правил дорожнього руху на перетині вулиць Живова-Шашкевича в обох напрямках , інтенсивність по Живова- Шашкевича наведено стрілками на схемі, зображеної на рис. 2.10.

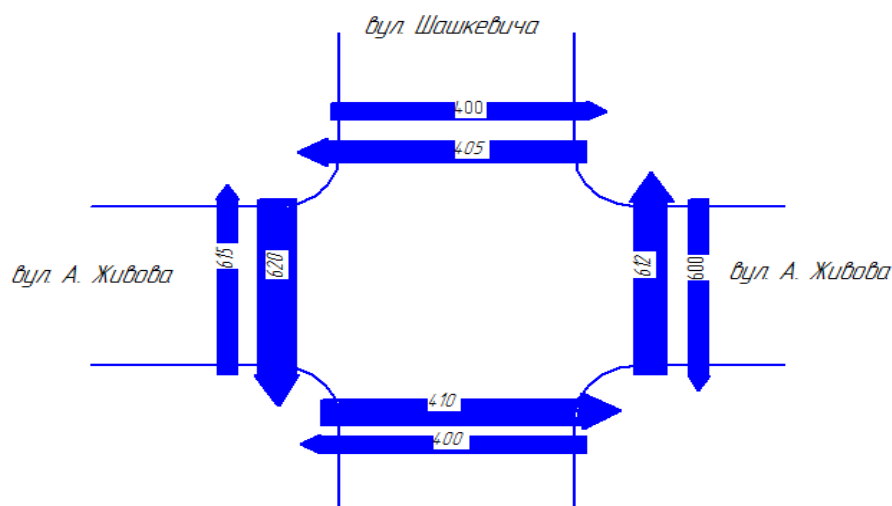


Рисунок 2.6 – Картограма годинної інтенсивності Живова та Шашкевича

2.4 Визначення на вулицях Шашкевича-Живова необхідної ширини проїзної частини

Ширина проїзної частини Живова та Шашкевича:

$$Впч = 3,75 * (n + m) + 2 * 0,5$$

$$В_2 = 3,75 \cdot (2 + 2) + 2 \cdot 0,5 = 16 \text{ м}$$

На перехресті Живова-Шашкевича:

$$В_3 = 3,75 \cdot (2 + 1) + 2 \cdot 0,5 = 12,25 \text{ м}$$

$$В_1 = 3,75 \cdot (2 + 0) + 2 \cdot 0,5 = 8,5 \text{ м}$$

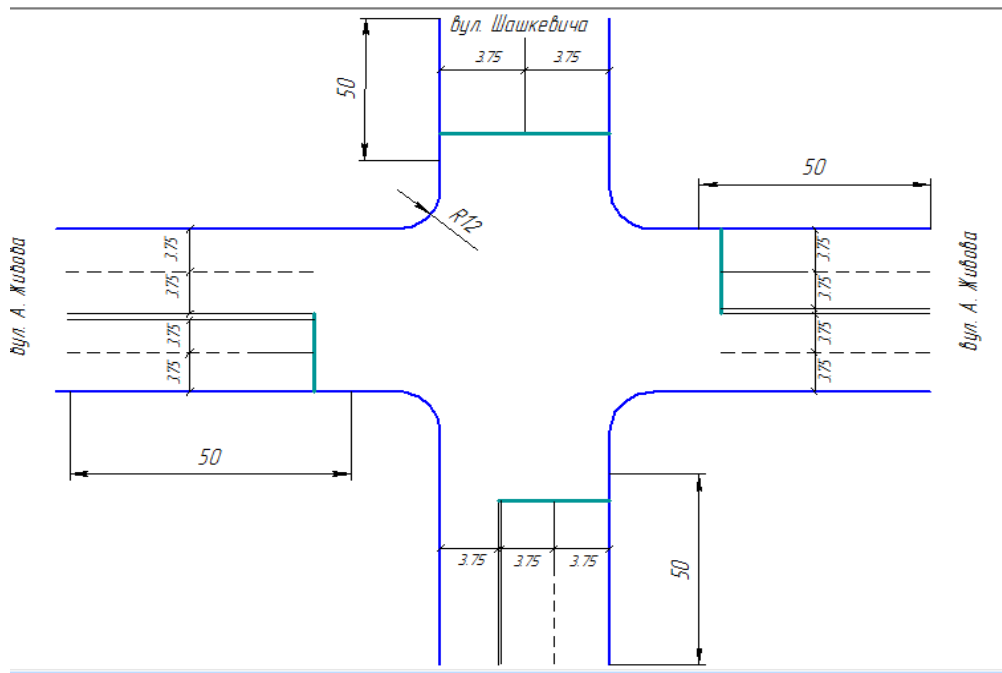


Рисунок 2.7 – Геометричні параметри перехрестя Живова та Шашкевича

Поперечний профіль доріг Шашкевича і Живова за 1,2,3,4 напрямками .

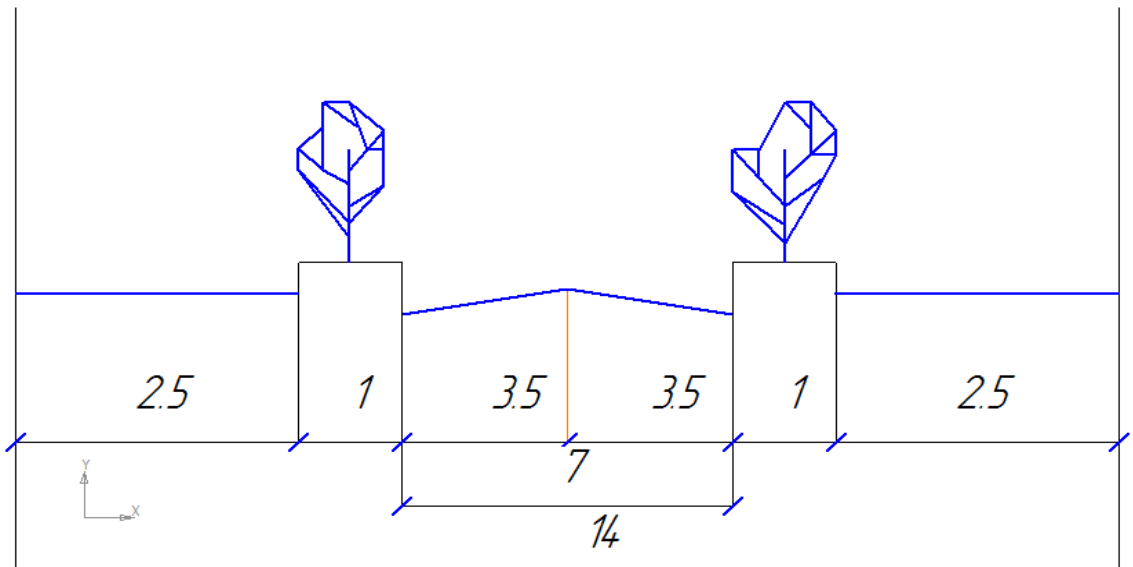


Рисунок. 2.8 – Поперечний профіль вулиці Шашкевича 1 напрямком

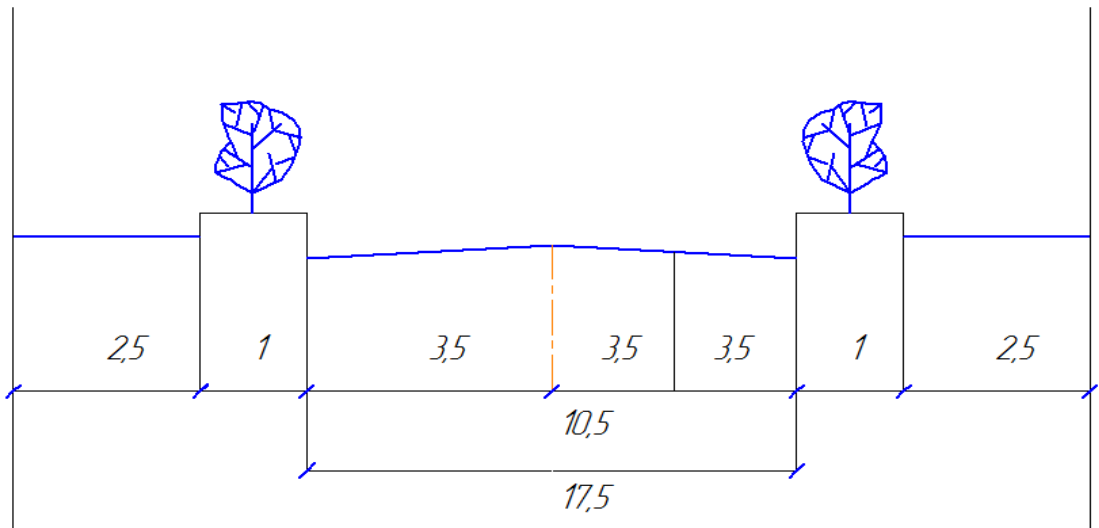


Рисунок. 2.9 – Поперечний профіль вулиці Живова 3 напрямом

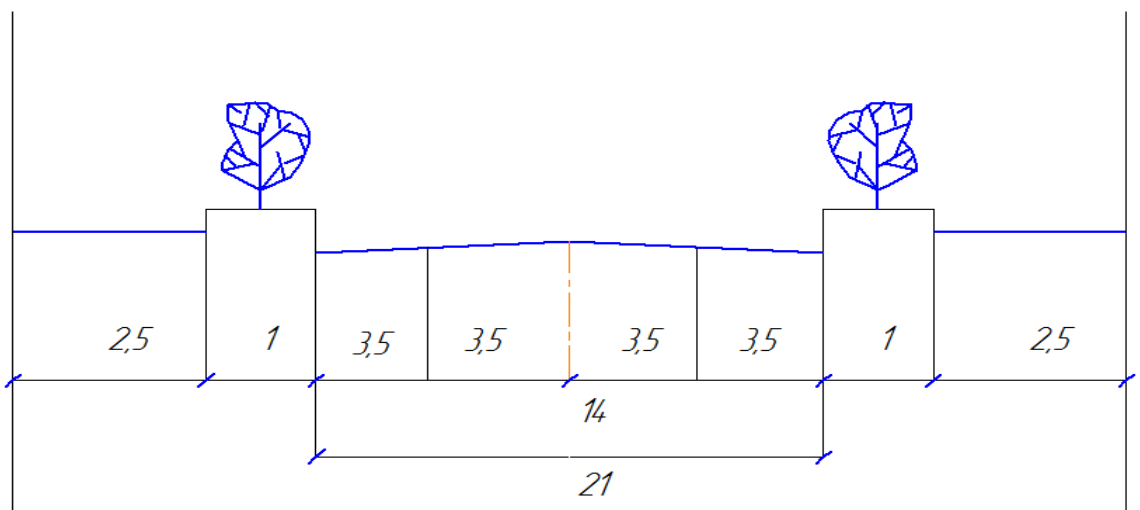


Рисунок 2.10 – Поперечний профіль вулиці Живова 2, 4 напрямом

2.5 Розрахунок інтенсивності руху за напрямками на ділянці магістральної вулиці у м. Тернопіль

Обчислену на в. Живова і Шашкевича інтенсивність потоку U_{ij} при частках транспорту у відсотках з коефіцієнтами приведення $K_{прз}$ використовуємо надалі в розрахунках

$$U_{npj} = U_{ij} \cdot \frac{\sum (K_{npj} \cdot \%z)}{100} \text{ прив.авт./ год} , \quad (1.6)$$

Таблиця 2.1 – Коефіцієнт приведення транспорту в центральному районі м. Тернополя

Тип <u>автомобіля.</u>	<u>$K_{пр}$</u>
<u>Легкові.</u>	1,0
<u>Вантажні.</u>	2,0 - 3,5
<u>Автопоїзди.</u>	3,0 - 6,0
<u>Зчленовані автобуси.</u>	4,0
<u>Тролейбуси.</u>	3,5
<u>Автобуси.</u>	2,0 - 3,0
<u>Мотоцикли , мопеди.</u>	0,5

По вулиці Шашкевича інтенсивність руху перший напрямок

$$U_{npA1} = 37 \cdot (1 \cdot 20 + 2,5 \cdot 19 + 0,5 \cdot 1) / 100 \approx 25 (\text{прив.авт./ год})$$

$$U_{npB1} = 34 \cdot (1 \cdot 25 + 2 \cdot 11 + 0,5 \cdot 1) / 100 \approx 17 (\text{прив.авт./ год})$$

$$U_{npC1} = 30 \cdot (1 \cdot 15 + 2,5 \cdot 18 + 0,5 \cdot 2) / 100 \approx 18 (\text{прив.авт./ год})$$

По вулиці Живова інтенсивність руху третій напрямок

$$U_{npAIII} = 53 \cdot (1 \cdot 30 + 2,5 \cdot 27 + 0,5 \cdot 2) / 100 \approx 52 (\text{прив.авт./ год})$$

$$U_{npCIII} = 64 \cdot (1 \cdot 40 + 2,5 \cdot 27 + 0,5 \cdot 3) / 100 \approx 70 (\text{прив.авт./ год})$$

По вулиці Живова інтенсивність руху другий напрямок:

$$U_{npAII} = 64 \cdot (1 \cdot 40 + 2,5 \cdot 26 + 0,5 \cdot 3) / 100 \approx 68 (\text{прив.авт./ год})$$

$$U_{npBII} = 114 \cdot (1 \cdot 45 + 2.5 \cdot 39 + 0,5 \cdot 4 + 2 \cdot 24 + 3,5 \cdot 10) / 100 \approx 259 \text{ (прив.авт./год)}$$

По вулиці Живова інтенсивність четвертий напрям

$$U_{npBIV} = 114 \cdot (1 \cdot 45 + 2.5 \cdot 39 + 0,5 \cdot 4 + 2 \cdot 24 + 3,5 \cdot 10) / 100 \approx 259 \text{ (прив.авт./год)}$$

$$U_{npCIV} = 53 \cdot (1 \cdot 30 + 2,5 \cdot 27 + 0,5 \cdot 2) / 100 \approx 52 \text{ (прив.авт./год)}$$

Результати розрахунків Живова- Шашкевича за напрямками 1, 2, 3, 4 подано в таблиці 1.3




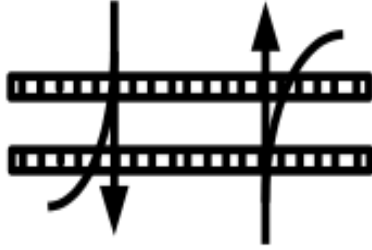
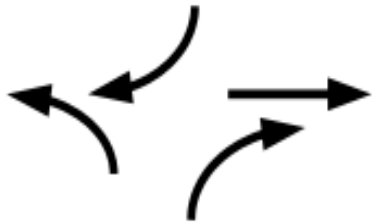

Таблиця 2.2– Інтенсивність руху по Живова- Шашкевича

I			II			III			IV		
<i>npAI</i>	<i>npBI</i>	<i>npCI</i>	<i>npAII</i>	<i>npBII</i>	<i>npCII</i>	<i>npAIII</i>	<i>npBIII</i>	<i>npCIII</i>	<i>npAIV</i>	<i>npBIV</i>	<i>npCIV</i>
25	17	18	68	0	295	52	70	0	0	295	52
$\sum I = 60$			$\sum II = 363$			$\sum III = 122$			$\sum IV = 347$		

2.6 Аналіз взаємодії транспортних потоків на перехресті Живова-Шашкевича

На досліджуваному перехресті Живова- Шашкевича встановлено види основних маневрів транспортних засобів, отже досліджуємо можливі варіанти конфліктних точок для даної частини м. Тернополя.

Таблиця 2.3 - Варіанти конфліктних точок Живова- Шашкевича

Взаємодія потоків	Схема руху	Небезпека конфліктної точки, ДТП на 10 млн. автомобілів
Розділення: повороти без перешкод із смуги прямого або поворотного руху		0,000100
Лівий поворот при наявності перешкод з інших смуг		0,000102
Пересічення лівоповоротного потоку з прямим		0,000048
Пересічення автомобільних потоків з трамвайним рухом		0,000207
Злиття на одній смузі		0,000968
Наїзд на автомобілі при підході до стоп-лінії		0,012425*

Схему конфліктних точок Живова- Шашкевича подано на рисунку 1.16.

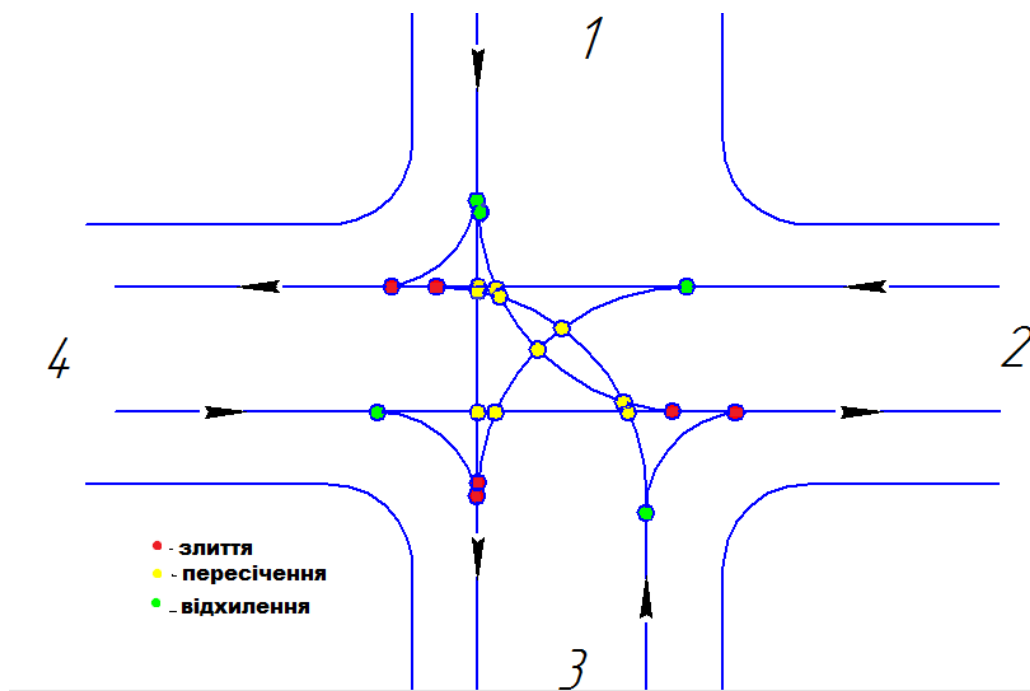


Рисунок 2.11 – Схема конфліктних точок на перехресті вулиць Живова- Шашкевича

2. 7 Розрахунок рівня аварійності на ділянці вулиць Живова-Шашкевича

Визначаємо небезпеку Живова- Шашкевича:

$$m = 5 + 3 \cdot 6 + 5 \cdot 10 = 73 \quad (1.7)$$

Одержано, $m = 73$ вузол класифікуємо складним, він має 21 конфліктну точку.

Рівень аварійності Живова Шашкевича за індексом інтенсивності:

Через перехрестя вулиць Живова- Шашкевича рухаються 9 транспортних потоків,кожна має інтенсивність: 1 – 30авто/год; 2 – 34; 3 – 37; 4 – 114; 5 – 64; 6 – 64; 7 – 53; 8 – 53; 9 – 114 авто/год.

У точці 1 взаємодіють 1 та 2 потоки, у 2 точці – 2 та 3 потоки, у точці 3 – 6 та 7 потоки, у точці 4 – 2 та 7 потоки, у точці 5 – 2 та 6 потоки, у точці 6 –

2 та 7 потоки, у точці 7 – 3 та 6 потоки, у точці 8 – 3 та 4 потоки, у точці 9 – 6 та 7, у точці 10 – 3 та 7, у точці 11 – 4 та 6, у точці 12 – 8 та 9, у точці 13 – 2 та 8, у точці 14 – 7 та 8, у точці 15 – 4 та 8, у точці 16 – 3 та 4, у точці 17 – 3 та 8, у точці 18 – 5 та 8, у точці 19 – 2 та 7, у точці 20 – 9 та 2, у точці 21 – 4 та 5.

На перехресті вулиць Живова –Шашкевича сума інтенсивностей:

$$30 + 34 = 64(\text{од./год});$$

$$34 + 37 = 71(\text{од./год});$$

$$64 + 53 = 117(\text{од./год});$$

$$34 + 53 = 87(\text{од./год});$$

$$34 + 64 = 94(\text{од./год});$$

$$34 + 53 = 87(\text{од./год});$$

$$37 + 64 = 101(\text{од./год});$$

$$37 + 114 = 151(\text{од./год});$$

$$64 + 53 = 117(\text{од./год});$$

$$53 + 37 = 90(\text{од./год});$$

$$114 + 64 = 178(\text{од./год});$$

$$53 + 114 = 167(\text{од./год});$$

$$34 + 53 = 87(\text{од./год});$$

$$53 + 53 = 106(\text{од./год});$$

$$114 + 53 = 167(\text{од./год});$$

$$37 + 114 = 151(\text{од./год});$$

$$37 + 53 = 90(\text{од./год});$$

$$64 + 53 = 117(\text{од./год});$$

$$34 + 53 = 87(\text{од./год});$$

$$114 + 34 = 148(\text{од./год});$$

$$114 + 64 = 178(\text{од./год}).$$

Точки відхилення:

$$A_{\text{відх}}(N_{ai} + N_{ak}), \quad (1.8)$$

$$A_{\text{відх}} = 1 * (64 + 71 + 167 + 178) = 480(\text{авто / год}).$$

Точки злиття:

$$A_{\text{зл}}(N_{ai} + N_{ak}), \quad (1.9)$$

$$A_{\text{зл}} = 3 * (117 + 87 + 90 + 117 + 87 + 148) = 1938(\text{авто / год}),$$

Точки пересічення

$$A_{\text{перес}}(N_{ai} + N_{ak}), \quad (1.10)$$

$$A_{\text{перес}} = 5 \cdot (94 + 87 + 101 + 151 + 90 + 178 + 87 + 106 + 167 + 151) = 6060(\text{авто / год}).$$

Отже,

$$M_{\sigma N} = A(N_{ai} + N_{ak}), \quad (1.11)$$

$$M_{\sigma N} = 0,01 \cdot (480 + 1938 + 6060) = 85$$

2.8 Розрахунок рівня аварійності Живова- Шашкевича за допомогою коефіцієнтів відносної аварійності

З отриманих у попередніх розділах роботи результатів і, можна зробити виснз певними конфліктами у результаті того що локацією є міський ринок в

Тернополі, перехрестя по вулиці А. Живова – Шашкевича є одне з відносно простих за проектом, але не є зовсім безпечним для пересування. Необхідно виконати додатково аналіз для вулиць Живова- Шашкевича конфліктології.

Таблиця 2.5 – Перехрестя вулиць Живова- Шашкевича, результати аналізу конфліктних точок

№ точки	Класифікація точки	Потоки, що утворюють точку	Кут взаємодії	Коефіцієнт відносної аварійності	Приведені інтенсивності	$\sum N_{np}$
1	2	3	4	5	6	7
1	Розділення (лівий поворот)	1-2	10м. <R<25м	0,0045	30+34	64
2	Розділення ПП	2-3	R≥15	0,005	34+37	71
3	Злиття (лівий поворот)	1-7	10м. <R<25м	0,004	64+53	117
4	Злиття (лівий поворот)	4-7	R≥15	0,004	34+53	87
5	Пересічення	2-7	900	0,0056	34+64	94
6	Пересічення	2-4	1200	0,210	34+53	87
7	Пересічення	3-7	1200	0,210	37+64	101
8	Пересічення	3-4	900	0,0056	37+114	151
9	Розділення ЛП	6-7	R≤15	0,025	64+53	117
10	Пересічення	3-6	900	0,0045	53+37	90
11	Пересічення	4-6	1200	0,210	114+64	178
12	Розділення ПП	8-9	R≥15	0,0056	53+114	167
13	Пересічення	2-8	1200	0,210	34+53	87
14	Пересічення	6-8	900	0,0056	53+53	106
15	Пересічення	4-8	900	0,0056	114+53	167
16	Пересічення	3-4	1200	0,210	37+114	151
17	Злиття ЛП	3-8	10м. <R<25м	0,0056	37+53	90
18	Злиття ПП	5-8	R≥15	0,210	64+53	117
19	Злиття (лівий поворот)	2-6	10м. <R<25м	0,0045	34+53	87
20	Злиття ПП	2-9	R≤15	0,025	114+34	148
21	Розділення ПП	4-5	R≥15	0,0056	114+64	178

Робимо розрахунки щоб знайти і обґрунтувати рівень небезпеки при русі автомобілів та пішоходів по дорогах і тротуарах на перетині вулиць Живова- Шашкевича:

$$\begin{aligned}q_1 &= (0,0045 \cdot 30 \cdot 34 \cdot 25 \cdot 10^{-7}) / 0,99 = 0,00011 ; \\q_2 &= (0,005 \cdot 34 \cdot 37 \cdot 25 \cdot 10^{-7}) / 0,99 = 0,00016 ; \\q_3 &= (0,004 \cdot 64 \cdot 53 \cdot 25 \cdot 10^{-7}) / 0,99 = 0,00034 ; \\q_4 &= (0,004 \cdot 34 \cdot 53 \cdot 25 \cdot 10^{-7}) / 0,99 = 0,00018 ; \\q_5 &= (0,0056 \cdot 34 \cdot 64 \cdot 25 \cdot 10^{-7}) / 0,99 = 0,0003 ; \\q_6 &= (0,210 \cdot 34 \cdot 53 \cdot 25 \cdot 10^{-7}) / 0,99 = 0,00095 ; \\q_7 &= (0,210 \cdot 37 + \cdot 64 \cdot 25 \cdot 10^{-7}) / 0,99 = 0,00125 ; \\q_8 &= (0,0056 \cdot 37 \cdot 114 \cdot 25 \cdot 10^{-7}) / 0,99 = 0,0006 ; \\q_9 &= (0,025 \cdot 64 \cdot 53 \cdot 25 \cdot 10^{-7}) / 0,99 = 0,00021 ; \\q_{10} &= (0,0045 \cdot 53 \cdot 37 \cdot 25 \cdot 10^{-7}) / 0,99 = 0,0022 ; \\q_{11} &= (0,210 \cdot 114 \cdot 64 \cdot 25 \cdot 10^{-7}) / 0,99 = 0,00387 ; \\q_{12} &= (0,0056 \cdot 53 \cdot 114 \cdot 25 \cdot 10^{-7}) / 0,99 = 0,00085 ; \\q_{13} &= (0,210 \cdot 34 \cdot 53 \cdot 25 \cdot 10^{-7}) / 0,99 = 0,00095 ; \\q_{14} &= (0,0056 \cdot 53 \cdot 53 \cdot 25 \cdot 10^{-7}) / 0,99 = 0,0004 ; \\q_{15} &= (0,0056 \cdot 114 \cdot 53 \cdot 25 \cdot 10^{-7}) / 0,99 = 0,00085 ; \\q_{16} &= (0,210 \cdot 37 \cdot 114 \cdot 25 \cdot 10^{-7}) / 0,99 = 0,00224 ; \\q_{17} &= (0,0056 \cdot 37 \cdot 53 \cdot 25 \cdot 10^{-7}) / 0,99 = 0,00027 ; \\q_{18} &= (0,210 \cdot 64 \cdot 53 \cdot 25 \cdot 10^{-7}) / 0,99 = 0,0018 ; \\q_{19} &= (0,0045 \cdot 34 \cdot 53 \cdot 25 \cdot 10^{-7}) / 0,99 = 0,00021 ; \\q_{20} &= (0,025 \cdot 114 \cdot 34 \cdot 25 \cdot 10^{-7}) / 0,99 = 0,000244 ; \\q_{21} &= (0,0056 \cdot 114 \cdot 64 \cdot 25 \cdot 10^{-7}) / 0,99 = 0,0001 ;\end{aligned}$$

Підсумовуючи:

$$G = \sum_{i=1}^{21} qi \quad (1.12)$$

$$G = 0.0162$$

При шуканому значенні k_a на перехресті вулиць Живова-Шашкевича потрібно визначитися яким чином і як змінювати організацію дорожнього руху, отже розраховуємо показники аварійності

$$k_a = \frac{G \cdot k_p \cdot 10^7}{25(M_\Sigma + N_\Sigma)} \quad (1.13)$$

$$k_a = \frac{0.0162 \cdot 0.99 \cdot 10^7}{25 \cdot 536} = 11.9$$

$$k_a = 11.9$$

При значенні $k_a = 11.9$ пересічення є не дуже безпечним і потребує змін в організації дорожнього руху, а саме розставлення дорожніх знаків, розмітка проїжджої частини, освітлення поверхні пересічення.

3 РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ НА ПЕРЕХРЕСТІ ЖИВОВА- ШАШКЕВИЧА

3.1 Обґрунтування розробки шляхів вдосконалення регулювання транспортних потоків на перехресті вул. Живова та Шашкевича

Для врегулювання окремих проїзних частин міського середовища була внесена ідея зональних обмежень. Вулично-дорожня мережа (ВДМ) забезпечує сполучення вантажних та пасажирських потоків у внутрішньому периметрі міста.

Ця мережа має структуровану систему, яка складається з павутини доріг та вулиць, які в свою чергу реалізують транспортне сполучення. В залежності від планування певної ділянки застосовується відповідний метод ВДМ фахівцем щодо організації руху.

На практиці, виділяють два основних методи – «осередковий» і «лінійний», в яких не враховується функціональний потенціал ділянок. У цих методах використовується аналіз даних на окремих перехрестях, стиках вулиць, примиканнях, а також на усій її довжині.

Для даного підходу притаманний ряд недоліків: 1) практично відсутній вектор уваги на мережі міських доріг, які мають визначений функціонал 2) надлишкове навантаження на другорядні дороги, де немає відповідної потреби у транспортній функції. 3) вплив автомобільного транспорту у спальних та житлових ділянках міста. З цього витікають досить негативні наслідки, які несуть собою екологічне та соціальне значення.

Головним фактором вище вказаних недоліків є саме недосконалість ефективного використання методів ОДР окремих та загальних мереж міста. Варто зазначити, що ключовою функцією міського центру тяжіння населення є саме транспортна і цільова.

Для забезпечення потужного та ефективного зонального обмеження руху, яке буде підходити під вимоги нормативів та стандартизації міського планування доцільно використовувати функціональне зонування із використанням спорідненого сполучення функціональних зон.

Це передбачає собою ділянку з відносно схожим цільовим призначенням. В свою чергу, організатор руху повинен враховувати загально- суспільні комплекси різного призначення, а також районні центри та загальноміську інфраструктуру.

Кожна міська зона несе собою певні характерні функціональні особливості, які в свою чергу визначають недосконалість розподілу транспортного сполучення та дозволяють відокремлювати їх за типом обмеження руху. В світі практиці в основному використовуються уніфіковані зональні обмеження, які класифікуються як:

- Пішохідні зони
- Житлові зони
- Зони обмеженої швидкості руху
- Зони обмежених стоянок транспортних засобів
- Зони обмеженого в'їзду окремих категорій транспортних засобів у різні райони міста

Міста із застарілими та стиснутими плануваннями дорожнього руху не дозволяють доцільно забезпечувати безпечного та зручного проходження пішоходів, особливо у центрах тяжіння населення. Типовими ділянками для створення пішохідних зон є території, на яких відсутні транспортні потоки, і які повністю виділяються для пішоходів: зелені ділянки міста, історичні центри, будівлі соціального значення. Їх мета передбачає усунення негативного фактору впливу активного та пасивного транспортного потоку, покращення умов перебування людини у відповідних центрах їх скупчення. Варто виділити та надати значенню центри тяжіння, які знаходяться у центральних ділянках та районах міста. Заходи повинні включати в себе: 1) ефективну організацію територій, на яких знаходяться концентровані потоки

людей 2) створення кільцеподібних доріг навколо пішохідних зон, для подальшого зменшення активності транспортного потоку на магістралі 3) інфраструктура у вигляді ефективного сполучення транспортом громадського призначення та пішохідних ділянок 4) сполученість шляхів доставки вантажів 5) загальне задоволення потреб відповідних прилягаючих зон

В свою чергу, пішохідні зони можуть бути розділені на:

- зони к локальних мікрорайонах міста, з чітко визначеними межами, де відбуваються заходи для підвищення відвідуваності та її покращення; створюється система паркування ззовні та всередині зони, засоби для організації дорожнього руху, а також графіки безпосереднього доступу на ці території
- пішохідні зони центральної значимості, які мають тотожні характеристики з вище описаним типом, але даються біль глобальні чинники, типу зв'язку з громадським транспортом та вантажної логістики, а також організовується дорожній рух із врахуванням його обмеження.

Створення пішохідних зон позитивно впливає на благоустрій міського ландшафту, балансує архітектурну гаму, яка перетинається із транспортним потоком, і також є необхідним елементом, який супроводжує реставрацію будинків. При цьому, покращуються умови руху самих пішоходів, виділення нового простору поживляє активні потоки на цих ділянках, а також соціальних заходів (торгівля, розважальні послуги тощо).

Необхідно зауважити, що для різних категорій учасників руху потрібна спеціальна розмітка, яка буде чітко вказувати межі смуг руху. Важливим фактором буде приділення уваги на зони потенційної небезпеки зіткнення пішоходів і транспорту, тому в першу чергу вони обладнуються для забезпечення безпечного руху. Для цього встановлюються інформаційні табло, які відображають дані щодо наявності на ділянці стоянок для транспорту, а також соціально-значимих елементів(пункти послуг, історичні

пам'ятки). Також доцільним буде розміщення елементів заборон для в'їзду певного транспорту.

Відповідно до норм чинного законодавства, доступ громадському транспорту в пішохідні ділянки можливий за умови збереження швидкості не вище 20 км/год., при ширині вулиці більше ніж 15 м. Якщо рух односторонній, то ширина вулиці може бути меншою.

Пішохідна зона може бути введена за умови мінімального зниження ефективності транспортного руху та явною потребою забезпечення пішохідного руху у ній. Негативна сторона включає в себе підвищення часу сполучення транспорту, його навантаження руху на окремих ділянках, зміну економічних показників.

В сучасному темпі зростання транспортного руху у містах, збереження зеленої зони та соціально-значимих об'єктів, створення пішохідних ділянок є одними із найголовніших питань урбаністики. Тому при оцінці релевантної потреби щодо встановлення пішохідної зони варто аналізувати умови руху на потенційній ділянці, ступінь можливої зміни в сусідніх ділянках та визначення даних щодо транспортних та пішохідних потоків. Основними елементами розрахунку недоліків створення пішохідної зони є перенавантаження на магістралі загального значення, які знаходяться на прилеглих територіях. Це безпосередньо перерозподіляє транспортні потоки ВДМ. Важливою умовою створення пішохідної зони є той випадок, коли загальна інтенсивність руху незалежно від перерозподілу транспортних потоків залишається не перенавантаженою. Також слід врахувати санітарні норми, які повинні бути в межах допустимого. На це може безпосередньо впливати підвищення рівня шуму та загазованості ділянок вулиць.

Також варто взяти до уваги аспект планування житлових кварталів (житлові зони), в яких на проїзній частині одночасно відбувається рух транспорту та пішоходів, але з пріоритетом для останніх. При тому, що досить важливим фактором при плануванні є врахування доступу транспорту спеціального (службового) призначення. Існують фактори, котрі

безпосередньо генерують у різній ступені руху транспорту. Окрім самих житлових будинків це можуть бути навчальні заклади (школи, дитсадки), соціальні центри, інфраструктурні будівлі, магазини тощо. Судячи з цього, інтенсивність на даних ділянках повинна бути досить низькою навіть у час «пік». Планування проїзної частини також повинно включати в себе ділянки для паркувань, так як це є одною з найголовніших проблем сучасної урбаністики, особливо у кварталах із старим плануванням. Також для збереження безпеки пішохідних зон, повинні бути вмонтовані спеціальні фізичні перешкоди, різкі повороти, звуження дороги. Це все обмежує швидкість транспорту у цих територіях, яка встановлена відповідно до чинного законодавства і становить 15-20 км/год. Аналізуючи вище описане, потрібно віддавати належну увагу пішохідним зонам. Винятком можуть бути певні території, які насичені підприємствами із постійною потребою під'їзду до них.

Для визначення доброго функціонування руху пішоходів та транспортних засобів на тротуарах та дорогах перехрестя Живова-Шашкевича в м. Тернополі визначаємо ступінь насичення вказаних розглянутих вище напрямків руху одних і других.

Потік насичення з i – номер фази регулювання, j – номером напрямку руху, числом замірів n а також кількістю приведених ТЗ m_z можна розрахувати з залежності, що враховує дані величини і таким чином забезпечує адекватність моделювання і розрахунків

$$M_{H_{i-j}} = \frac{3600}{n} \sum_{z=1}^n \frac{m_z}{t_z} \quad (3.1)$$

Тоді

$$t_z \text{ од. } 400 \ 0,1 \ 0,3 \ 0,20,1 \ 0,4 \ 0,2 \ 0,2 \ 0,1 \ 0,2$$

$$M_{H_{1-3}} = \frac{3600}{9} \cdot \left(\frac{2}{7} + \frac{1}{6} + \frac{2}{10} + \frac{3}{7} + \frac{2}{11} + \frac{2}{7} + \frac{1}{8} + \frac{1}{6} + \frac{3}{9} \right) = 840 \text{ авт./год}$$

$$M_{H_{1-4}} = \frac{3600}{9} \cdot \left(\frac{1}{7} + \frac{3}{10} + \frac{1}{6} + \frac{2}{13} + \frac{3}{7} + \frac{2}{9} + \frac{1}{5} + \frac{1}{7} + \frac{2}{8} \right) = 740 \text{ авт./год}$$

$$M_{H_{3-4}} = \frac{3600}{9} \cdot \left(\frac{3}{7} + \frac{2}{9} + \frac{1}{8} + \frac{2}{6} + \frac{2}{7} + \frac{3}{5} + \frac{3}{11} + \frac{1}{6} + \frac{2}{10} \right) = 1000 \text{ авт./год}$$

$$M_{H_{3-2}} = \frac{3600}{9} \cdot \left(\frac{2}{7} + \frac{1}{8} + \frac{2}{7} + \frac{2}{5} + \frac{3}{9} + \frac{3}{10} + \frac{1}{6} + \frac{2}{7} + \frac{3}{11} \right) = 960 \text{ авт./год}$$

Одержані значення фазових коефіцієнтів Y_{ij} є функцією і залежать та одержані при визначених попередньо інтенсивностях руху N_{ij}

$$Y_{ij} = \frac{N_{ij}}{M_{ij}} \quad (3.2)$$

$$Y_{1-3} = \frac{34}{840} = 0,04$$

$$Y_{1-4} = \frac{30}{740} = 0,04$$

$$Y_{3-2} = \frac{64}{960} = 0,07$$

$$Y_{3-4} = \frac{53}{1000} = 0,053$$

Результати проведених у дипломній роботі магістра обчислень та розрахунків фазових коефіцієнтів що стосуються дослідженого перетину вулиць Живова-Шашкевича представлено в табл. 3.1

Таблиця 3.1- Результати розрахунків фазових коефіцієнтів на перетині
вулиць Живова-Шашкевича

Кількість Фаз	Рух за напрямками	Кількість транспортних засобів	Потік насичення	Отриманні значення	Розрахунки
1	1-3	34	840	0,04	0,08
	1-4	30	740	0,04	
2	3-2	64	960	0,07	0,123
	4-3	53	1000	0,053	

3.2 Визначення структури світлофорного циклу на перетині вулиць Живова та Шашкевича

За вказаною залежністю (3.3) для досліджуваного перехрестя визначено тривалість проміжних тактів у кожній фазі t_{Π} :

$$t_{\Pi} = \frac{V_a}{7.2 * a_t} + \frac{3.6(l_j + l_a)}{V_a} \quad (3.3)$$

де V_a – середня швидкість руху автомобіля з обґрунтованої статистичної вибірки, t_a – розраховане середнє уповільнення довільного засобу транспортування: маршруткі, чи легкового автомобіля, мотоцикла, ін. на вулицях Живова і Шашкевича; l_j – відстань від стоп-лінії, l_a – довжина транспортного засобу.

Для першої t_{n1} і другої t_{n2} фаз, див. нижче, після проведення обчислень та розрахунків необхідно буде зробити ряд припущень та заокруглень

$$t_{n1} = \frac{45}{7.2 \cdot 3} + \frac{3.6 (11 + 3.5)}{45} = 3,2 \approx 3\text{с.}$$

$$t_{n2} = \frac{45}{7.2 \cdot 3} + \frac{3.6 (11 + 3.5)}{45} = 3,1 \approx 3\text{с}$$

Тривалість циклу є сумою тривалостей проміжних тактів з поправкою на різницю розрахункових фазових коефіцієнтів Y

$$T_{\text{ц}} = \frac{1,5 \cdot T_{\text{п}} + 5}{1 - Y} \quad (3.4)$$

$$T_{\text{ц}} = \frac{1,5 \cdot 6 + 5}{1 - 0,2} = 17,5 \text{ с}$$

де T – сума тривалості проміжних тактів які також зрозуміло впливатимуть у сторону збільшення загальної тривалості

$$T_{\text{п}} = \sum_{i=1}^k t_{\text{п}i} \quad (3.5)$$

$$T_{\text{п}} = 3 + 3 = 6$$

$$Y = \sum_{i=1}^k Y_i \quad (3.6)$$

$$Y = 0,08 + 0,123 = 0,2$$

де k – число фаз регулювання.

Тривалість основного такту:

$$t_{oi} = \frac{(T_{ц} - T_{п}) * Y_i}{Y} \quad (3.7)$$

$$t_{oi1} = \frac{(30 - (3 + 3)) \cdot 0.08}{0.2} = 9.6 \approx 10 \text{ c}$$

$$t_{oi2} = \frac{(30 - (3 + 3)) \cdot 0.123}{0.2} = 14.8 \approx 15 \text{ c}$$

Для додержання умови безпеки необхідно визначити і встановити тривалість основної фази світла світлофора для вулиць Живова і Шашкевича, отже раціонально є встановлення тривалості не менше 7 с.

Щодо тривалості перехідного інтервалу, призначаємо швидкістю ходьби людей ту , яка подана у загальновідомих медичних та спортивних довідниках, тобто матимемо швидкість руху пішоходів приймемо $V_{пш}=1,3$ м/с:

$$t_{пш} = 5 + \frac{B_{пч}}{V_{пш}} \quad (3.8)$$

$$t_{пш1} = 5 + \frac{7}{1.3} = 10.4 \text{ c}$$

$$t_{пш2} = 5 + \frac{7}{1.3} = 10.4 \text{ c}$$

4 СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ

4.1 Новий спосіб планування міської мобільності

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Комплекс функціонує в реальному часі. Суть його полягає в підстроюванні фаз із складеного заздалегідь плану координації так, щоб вони більш повно відповідали поточним обставинам на контрольованому транспортному об'єкті. Підстроювання полягає в незначних періодичних коригуваннях зміщень фаз (Offset) і секцій регулювання (Split).

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

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

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

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

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

Комплекс спеціально розроблявся для замкнених (закритих, самостійно функціонуючих) систем. Так, наприклад, 90 % систем світлофорної сигналізації в США вважаються системами закритого типу. Вони не призначені для роботи на складних міських транспортних мережах

«матричного» типу або на перетинах декількох головних магістралей. Робота системи тестувалася на магістралі по одному маршруту, маршрути можуть перетинатися, але тоді знадобиться установка декількох комплексів для кожного з маршрутів.

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

Численні польові випробування підтвердили отримання істотної вигоди від використання системи. Якщо оцінити вартість 1 години очікування транспорту в 200 грн., зупинки - 0.23 грн., за зупинку, витрати палива – 16 грн. за літр, то можна підрахувати приблизну величину цієї вигоди на наступних об'єктах (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1- Прогнозований ефект від використання ІТС в США

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

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

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

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

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

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

В якості одного з модулів системи входить INGRID – система автоматичного виявлення аварій в реальному часі. Її робота заснована на використанні двох алгоритмів. Модуль або аналізує інформацію про поточну обстановку на дорогах на раптові зміни в потоці машин і його інтенсивності. Або використовує архівну довідкову інформацію з бази даних ASTRID. Він виявляє аварії, порівнюючи поточну транспортну ситуацію з очікуваною з бази ASTRID [14].

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

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

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

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

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

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

У SaoPaulo в 1997 році спостереження виявило, що *SCOOT зменшила затримки автотранспорту в середньому на 20 % в одній області експерименту і на 38 % в іншій в порівнянні з жорсткими планами, розробленими за допомогою Traffic Network Study Tool (TRANSYT)*. Було підраховано, що фінансова вигода в Сан-Паулу, отримана як результат зменшення цих затримок, склала близько 24 мільйонів грн. в рік [15].

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

Ранні результати показали, що використання SCOOT дозволило досягти в середньому близько 12 % скорочення витрат порівняно з сучасними жорсткими планами координації, складеними за допомогою TRANSYT. Результат, якого вдалося добитися, дуже важливий, тому що комплекс TRANSYT використовується всюди у світі і відомий тим, що задає

високий стандарт якості, який інші системи адаптивного управління транспортом не змогли перевершити.

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

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

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

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

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

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

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

Зведемо усі вищевикладені відомості про ІТС в таблицю 3.2, приділивши увагу лише ключовим аспектам і додавши приблизні вартості установки кожної з систем.

Таблиця 4.2 - Приблизна величина витрат і отриманого ефекту від використання закордонних аналогів впроваджуваної системи

Показник	Модель ІТС		
	SCOOT	ACS - Lite	UTOPIA
Покоління	3	3	4
Витрати			
Ціна за одне перехрестя, грн.	Від 501952	Від 640000	Від 56000
Інтеграція одного перехрестя в систему, грн.	Не вимагається	Не вимагається	Від 480 000
Показник	Модель ІТС		
	SCOOT	ACS - Lite	UTOPIA
Отриманий ефект			
Найбільше скорочення затримок автотранспорту, %	29	50	25
Найбільше скорочення часу зупинки, %	25	15	50
Зниження витрати палива, %	5,7	10	-
Зниження шкідливих викидів в атмосферу, %	3,7	5	10
Збільшення швидкості сполучення громадського транспорту, %	-	35	-

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

У сучасних умовах, на тлі посилення урбанізаційних тенденцій, особливо актуалізуються проблеми, пов'язані з ефективним плануванням та управлінням муніципальним розвитком. Світовий досвід успішного

управління містом засвідчує необхідність використання концепції логістики для побудови ефективної системи планування міського простору. Новітнім інструментарієм планування розвитку міста є план сталої міської мобільності (ПСММ), який інтегрує та узгоджує інші плани міського та регіонального розвитку, забезпечує стратегічне бачення пріоритетів розвитку, передбачає ефективну систему моніторингу та оцінювання виконання плану. Аналіз останніх досліджень та публікацій. Огляд останніх публікацій щодо особливостей планування сталої міської мобільності свідчить про те, що стратегічне бачення міського розвитку формується на основі звітів стосовно перспектив світової урбанізації та сталого розвитку . Однак доволі часто планування міської мобільності асоціюється винятково з плануванням транспортної системи міста , тому практичні аспекти планування сталої міської мобільності є недостатньо висвітленими у вітчизняній науковій літературі.

За даними звіту ООН у 2010 р. 52,7 % всього населення планети проживало у містах і ця частка в перспективі тільки зростатиме. Так, за прогнозами, до 2050 р. 70 % населення світу, що становитиме 9 млрд. людей, проживатиме у великих і малих містах . Це ставить нові виклики не тільки в напрямку забезпечення комфортного життя для мешканців міст, але й визначатиме перспективи економічного зростання, адже переважна частина ВВП (близько 85 %) країн ЄС створюється у містах. Високі темпи приросту населення і урбанізації приводять до стрімкого зростання потреби в транспортуванні та збільшення кількості транспортних засобів. Оптимізація системи організації та експлуатації міського транспорту сприяє дійсному зниженню витрат на енергію, зменшує загрози, шум, забруднення повітря на місцях, небезпеку нещасних випадків і викидів парникових газів у глобальному масштабі, що забезпечує економічне зростання галузі. Завданням сталого розвитку транспорту є підвищення добробуту населення і забезпечення здорової, надійної, економічної, соціальної та екологічної основи розвитку транспортної системи і для сьогодення, і для майбутніх

поколінь. Оскільки істотний відсоток доданої вартості (від 10 до 45 %) створюється саме в логістичних процесах, доцільним видається застосування логістичних підходів для управління логістичною системою міста. Отже, формування програм сталого розвитку міських транспортних систем дає змогу ідентифікувати та інтегрувати у систему комплексного планування питання, що пов'язані з підвищенням ефективності транспортної системи міста, зростанням міської мобільності, екологічними аспектами використання транспорту. Тенденції, що спостерігаються в транспортному секторі за останні кілька років, вказують на необхідність пошуку інноваційних рішень, що враховують проблеми в галузі забезпечення стійкості, доступності та мобільності та дозволяють зробити умови життя в містах привабливішими. Це вимагає постійної уваги до цих проблем на національному, регіональному і місцевому рівнях, а також нового політичного імпульсу до змін внаслідок впливів на навколишнє середовище та здоров'я населення. Транспортні проблеми стають високопріоритетними для міжнародної політики. Вони охоплюють системні елементи, які враховують захист здоров'я населення, дозволяють зберігати ресурси, є енергоефективними, з мінімальним землекористуванням, соціально прийнятними і максимально безпечними, характеризуються найменшими зовнішніми ефектами та впливами на клімат. Зрозуміло, що планування сталого розвитку транспорту об'єднує питання, пов'язані з мобільністю та створенням комфортних умов проживання для мешканців, однак неврахованими залишаються питання узгодження стратегій розвитку транспорту з іншими головними аспектами розвитку міста. Тому стратегічне планування розвитку міста повинне передбачати не тільки планування сталого розвитку транспорту, а інтегрувати транспортне планування в комплексну систему планування міської мобільності, що поєднуватиме в собі планування розвитку транспортної інфраструктури та послуг, планування землекористування, темпів житлового будівництва, планування екологічної складової транспортної політики міста, соціальних

аспектів доступності і мобільності, а також узгодження цих складових стратегічного плану з промисловою політикою.

Головним елементом становлення ефективної системи міської логістики, що забезпечує високу мобільність та комфортні умови проживання його мешканців, є розроблення стратегічного плану сталої міської мобільності (ПСММ). Розроблення плану міської мобільності передбачає взаємодію всіх зацікавлених експертних груп, що беруть участь у транспортних проектах, такі як уряд і органи влади, бізнес-оператори, місцеві і районні громади, інші інституції (дослідницькі інститути, університети, навчальні заклади, експерти з інших міст, фонди). Стала мобільність – це будь-який спосіб або організаційна форма пересування, що дозволяють знизити рівень впливу на навколишнє середовище. До цього можна зарахувати пішо- хідний і велосипедний рух, екологічні автомобілі, транзитно-орієнтоване проектування, оренду транспортних засобів, системи міського транспорту, які є економічними, сприяють збереженню простору та пропаганді здорового способу життя. Цілком очевидно, що екологічний аспект є домінуючим чинником при визначенні пріоритетів сталої мобільності, однак ця концепція – це передусім система інтегрованого довгострокового планування, що робить особливий акцент на залученні до його розроблення громадян та зацікавлених сторін, координації між різними сферами (транспорт, землекористування, екологія, економічний розвиток, соціальна політика, охорона здоров'я тощо), між органами влади різного рівня та суміжними органами влади, дає змогу ефективно управляти транспортною системою міста, зменшуючи його негативний вплив на навколишнє середовище, моніторувати заходи щодо покращення системи міської мобільності та створювати комфортні умови для життя та відпочинку мешканців міських агломерацій. Відмінності традиційного транспортного планування і планування сталої міської мобільності наведені в табл. 1.

Новий спосіб планування міської мобільності

Традиційне транспортне планування	Планування сталої міської мобільності
Акцент на дорожньому русі	Акцент на людях
Першочергові цілі: пропускна здатність та швидкість дорожнього руху	Першочергові цілі: доступність та якість життя, а також сталість, економічна доцільність, соціальна рівність, охорона здоров'я та якість навколишнього середовища
Акцент на видах транспорту	Збалансований розвиток усіх відповідних видів транспорту та перехід до більш екологічних та сталих видів транспорту
Акцент на інфраструктурі	Комплекс заходів для виконання економічно доцільних рішень
Документ галузевого планування	Документ галузевого планування, який стосується та прив'язаний до відповідних сфер політики (таких як землекористування та просторове планування, соціальні послуги, охорона здоров'я, планування тощо)
План коротко- та середньострокового виконання	План коротко- та середньострокового виконання доповнюється довгостроковим баченням та стратегією
Прив'язане до адміністративних одиниць	Прив'язане до функціональних територій на основі моделей транспортної поведінки

Є сферою інженерів дорожнього руху	Міждисциплінарні команди планування
Планування силами експертів	Планування із залученням зацікавлених сторін та використанням прозорого підходу за участі багатьох сторін
Обмежена оцінка впливу	Регулярний моніторинг та оцінка впливу з метою формування структурованого процесу навчання та вдосконалення

Переваги планування сталої міської мобільності: – краща якість життя; – заощадження коштів – створення економічних переваг; – покращення здоров'я населення та навколишнього середовища; – забезпечення безперешкодної мобільності та покращення доступу; – ефективніше використання обмежених ресурсів; – переважна підтримка суспільства; – підготовка кращих планів; – ефективне виконання правових зобов'язань; – використання синергії, підвищення важливості; – рух в напрямку нової культури мобільності.

Етапи планування: 1. Належна підготовка до процесу планування 2. Рациональне в прозоре визначення цілей 3. Розроблення плану 4. Впровадження плану

Очевидно, що головними відмінностями планування сталої міської мобільності від традиційного транспортного планування є стратегічне бачення подальшого розвитку міської мобільності, галузева узгодженість з іншими сферами міської політики, зорієнтованість на мешканцях міста, їхніх потребах, доступності транспорту для людей з обмеженими можливостями, Lviv Polytechnic National University Institutional Repository <http://ena.lp.edu.ua> 46 екологічності транспорту, прив'язка до функціональних територій, що дає змогу планувати більш зорієнтовано потреби мешканців, залучення до планування всіх зацікавлених сторін та подальший постійний моніторинг

ефективності системи. Стала міська мобільність набуває все більшого значення для відносин з нашими сусідами і для світового суспільства, яке все більше і більше концентрується у міських агломераціях. Успішні дії в межах плану дій з питань міської мобільності можуть допомогти всім дієвим особам у межах ЄС та в його промисловому секторі активно формувати майбутню світову спільноту, у центрі уваги якої потреби громадян, гармонійне життя, якість життя і сталий розвиток. Перевагами планування міської мобільності за допомогою плану сталої міської мобільності є: – краща якість життя; – заощадження коштів – створення економічних переваг; – покращення здоров'я населення та стану навколишнього середовища; – забезпечення безперешкодної мобільності та покращення доступу; – ефективніше використання обмежених ресурсів; – переважна підтримка суспільства; – підготовка кращих планів; – ефективне виконання правових зобов'язань; – використання синергії, підвищення важливості; – рух у напрямку нової культури мобільності.

Отже, план сталої міської мобільності – це стратегічне планування міського розвитку в напрямку забезпечення сталої мобільності з концентрацією на мешканцях і їх потребах, що передбачає сприяння комплексній політиці (узгодження планів сталої міської мобільності з іншими міськими чи регіональними програмами), оптимізування системи міської мобільності за рахунок впровадження інтелектуальних транспортних систем, озеленення міського транспорту, посилення фінансової підтримки впровадження запланованих дій та подальший моніторинг ефективності системи міської мобільності. Методологія оцінки сталої міської мобільності доволі різниться, однак, на цьому етапі, найбільш всеохопним показником, що враховує оцінку різних аспектів міської мобільності, є показник сталої міської мобільності (I_SUM) , що був розроблений для поєднання основних сфер і характеристик, необхідних для моніторингу мобільності у містах. Він охоплює вісімдесят сім показників, які об'єднані в тридцять сім тем, що характеризують діяльність за дев'яти напрямками: доступність транспортної

системи, екологічні аспекти, соціальні аспекти, політичні аспекти, транспортна інфраструктура, немоторизовані види транспорту, комплексне планування, показники циркуляції міського трафіку, оцінка міських транспортних систем. Аналіз світового досвіду впровадження плану сталої міської мобільності (табл. 2) демонструє хороші результати, що здебільшого пов'язані з ефектом позитивної зміни модальності (інтеграція систем громадського транспорту, створення/розширення інфраструктури, зниження цін на муніципальні послуги, полегшення доступу до громадського транспорту людей з обмеженими можливостями), скороченням використання пального та енергозбереженням (використання вантажних велосипедів, високоякісні автобусні коридори, зміна пального для автобусів, планування пересування, впровадження нової системи управління громадським транспортом), підвищенням популярності серед населення заходів впровадження ПСММ (використання інформації в реальному часі), зменшення кількості нещасних випадків та злочинів (підвищення видимості місць зупинок громадського транспорту, інформування громадськості про можливі випадки вандалізму), озелененням міста (зростання кількості пішохідних зон, зменшення кількості вантажівок), заощадженням коштів за рахунок функціонування центру планування дорожнього руху. Т

Аналіз особливостей планування сталої міської мобільності вказує на те, що під час впровадження плану дій щодо сталої міської мобільності досягаються ефекти, які пов'язані з покращенням індикаторів, що оцінюють функціонування транспортної системи міста, інфраструктури, інженерних мереж, доступність до громадського транспорту людей з обмеженими можливостями, зменшення рівня викидів громадським транспортом. Однак важливими наслідками застосування плану сталої міської мобільності є також зміна поведінкових аспектів мешканців міста в напрямку нової культури транспортного руху, поведінки в громадському просторі, формування позитивного ставлення до заходів, що сприяють підвищенню рівня мобільності. Висновки та перспективи подальших досліджень. Саме

тому використання плану сталої міської мобільності для планування міського розвитку дає змогу підвищити ефективність управління і координацію логістичних процесів у межах міста, поліпшити процеси міського управління інфраструктурою, створити умови для комфортнішого проживання мешканців. Планування сталої міської мобільності також сприяє вирішенню питань, пов'язаних з: – покращенням планування транспортної системи зі стратегічним баченням вектора її розвитку, а не концентрації на вирішенні лише поточних питань; – покращенням оперативного аналізу проблем, що виникають у разі включення/виключення додаткових елементів транспортної системи міста та швидке їх вирішення за допомогою використання інтелектуальних транспортних систем; Lviv Polytechnic National University Institutional Repository <http://ena.lp.edu.ua> 49 – підвищенням безпеки транспортного руху за допомогою покращеного планування руху, а також обладнання нових зупинок, з покращеною видимістю; – зниженням рівня забруднення довкілля за допомогою стимулювання велосипедного руху та зменшення рівня викидів громадським транспортом; – покращенням управління транспортним потоком за рахунок використання програмного забезпечення, доступності на зупинках інформації у реальному часі, введення електронного квитка із заданими можливостями комбінованого пересування, обладнання транспортних вузлів зручними паркуваннями для зміни транспортного засобу. Перспективами подальших досліджень є аналіз показників моніторингу та оцінювання стану виконання планів сталої міської мобільності.

5 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

5.1 Розрахунок економічних і соціальних показників ефективності проектних рішень після впровадження заходів з організації дорожнього руху

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

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

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

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

Характерна особливість дорожнього будівництва – етапність інвестицій (капітальних вкладень) і непостійні, змінювані у часі експлуатаційні (поточні) витрати через безперервне збільшення інтенсивності руху і вантажообігу. У цьому випадку показники ефективності будуть змінюватися

в залежності від того, поточні витрати якого року повинні прийматися у розрахунок.

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

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

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

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

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

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

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

I_A – витрати на амортизаційні відрахування, грн.

Витрати на виконання поточного і профілактичного ремонту визначаємо за формулою:

$$I_p = \frac{K_{\delta} \cdot n_p}{100}, \quad (5.2)$$

де K_{δ} – балансова вартість світлофорного об'єкта, грн.;

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

$$I_p = \frac{500\,000 \cdot 5}{100} = 25\,000 \text{ грн}$$

Витрати на електроенергію визначаємо за формулою:

$$I_{EH} = C_{EH} \cdot k_m \cdot P \cdot T_{pb}, \quad (5.3)$$

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

k_m – коефіцієнт використання встановленої потужності.

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

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

$$I_{EH} = 1,68 \cdot 1 \cdot (60 \cdot 10) \cdot (365 \cdot 24) = 8830080 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизаційні відрахування визначаємо за формулою:

$$I_A = \frac{K_{\delta} \cdot n_a}{100}, \quad (5.4)$$

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

$$I_A = \frac{500\,000 \cdot 13}{100} = 65\,000 \text{ грн.}$$

$$C_E = 25000 + 8830080 + 65\,000 = 8920080 \text{ грн.}$$

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

$$t_{\Delta P_j} = 0,9 \cdot \left[\frac{t_{\Pi} \cdot (1 - \lambda)^2}{2 \cdot (1 - \lambda \cdot x)} + \frac{x^2}{2U \cdot (1 - x)} \right], \quad (5.5)$$

де λ – відношення t_{oi} до t_{Π} ;

x – ступінь насичення напрямку руху;

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

Ступінь насичення для усіх напрямків руху визначають за формулою:

$$x = \frac{N_{ij} \cdot t_{\Pi}}{M_{ij} \cdot t_{oi}}, \quad (5.6)$$

$$x_1 = \frac{486 \cdot 25}{3366 \cdot 9} = 0,33$$

$$x_2 = \frac{426 \cdot 25}{2948 \cdot 9} = 0,32$$

$$x_3 = \frac{479 \cdot 25}{3500 \cdot 8} = 0,34$$

$$x_4 = \frac{374 \cdot 23}{3103 \cdot 8} = 0,30$$

$$t_{\Delta P_1} = 0,9 \cdot \left[\frac{23 \cdot (1 - 10/25)^2}{2 \cdot (1 - 10/25 \cdot 0,33)} + \frac{0,33^2}{2 \cdot 486 \cdot (1 - 0,33)} \right] = 4,3$$

$$t_{\Delta P_2} = 0,9 \cdot \left[\frac{23 \cdot (1 - 10/25)^2}{2 \cdot (1 - 10/25 \cdot 0,32)} + \frac{0,32^2}{2 \cdot 426 \cdot (1 - 0,32)} \right] = 4,2$$

$$t_{\Delta P_3} = 0,9 \cdot \left[\frac{23 \cdot (1 - 9/23)^2}{2 \cdot (1 - 9/25 \cdot 0,34)} + \frac{0,34^2}{2 \cdot 479 \cdot (1 - 0,34)} \right] = 4,5$$

$$t_{\Delta P_4} = 0,9 \cdot \left[\frac{23 \cdot (1 - 9/23)^2}{2 \cdot (1 - 9/25 \cdot 0,30)} + \frac{0,30^2}{2 \cdot 374 \cdot (1 - 0,30)} \right] = 4,1$$

Середньозважену затримку для регульованого перехрестя визначають за формулою:

$$\overline{t_{\Delta p}} = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{\Delta P_j} \cdot U_j)}{\sum_{j=1}^n U_j} \quad (5.7)$$

$$\overline{t_{\Delta p}} = \frac{(4,3 \cdot 486) + (4,2 \cdot 426) + (4,5 \cdot 479) + (4,1 \cdot 374)}{486 + 426 + 479 + 374} = 3,7$$

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

$$T_P = \frac{365 \cdot (N_m + N_s) \cdot \overline{t_{\Delta p}}}{3600}, \quad (5.8)$$

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

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

$$T_P = \frac{365 \cdot (486 + 326 + 479 + 374) \cdot 3.7}{3600} = 662.12$$

Витратитранспортних засобів на регульованому перехресті визначаються за формулою:

$$C_{TP}^P = T_P \cdot \sum_{i=1}^m C_{\text{пості}} \cdot d_i, \quad (5.9)$$

де $C_{\text{пості}}$ – постійні витрати i -ої групи транспортних засобів, грн/км;

d_i – питома вага i -ої групи транспортних засобів у потоці.

$$C_{TP}^P = 662.12 \cdot (1,5 \cdot 71 + 2,5 \cdot 23 + 3,5 \cdot 4 + 4,5 \cdot 1 + 1,5 \cdot 1 + 1,5) = 119314.024$$

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

$$T_{\text{піш}}^P = \frac{365 \sum_{i=1}^k [N_{\text{піш } i} \cdot (t_{\text{Ц}} - t_{oi})^2]}{3600 \cdot 2 \cdot t_{\text{Ц}}}, \quad (5.10)$$

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

$$T_{\text{піш}}^P = \frac{365 \cdot [1230 \cdot (23 - 9)^2 + [480 \cdot (23 - 8)^2]]}{3600 \cdot 2 \cdot 23} = 740.5$$

Вартість витрат часу, що втрачається пішоходами на регульованому перехресті:

$$C_{\text{ПШ}}^P = T_{\text{ПШ}}^P \cdot S_{\text{П}}, \quad (5.11)$$

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

$$C_{III}^P = 740.5 \cdot 0,2 = 148.1$$

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

$$C_{\text{пас}}^P = T_p \cdot S_{II} \cdot (d_a \cdot B_a \cdot \gamma_a + d_l \cdot B_l \cdot \gamma_l)$$

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

d_a, d_l – частки відповідно автобусів і легкових автомобілів у транспортному потоці;

B_a, B_l – номінальні місткості автобусів і легкових автомобілів

γ_a, γ_l – середні коефіцієнти використання місткості відповідно автобусів і легкових автомобілів.

$$C_{\text{пас}}^P = 740.5 \cdot 0,2 \cdot (0,7 \cdot 5 \cdot 0,4 + 0.2.4 \cdot 35 \cdot 0,7) = 1015.96$$

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

$$C_{\text{ДТП}} = K_{II} \cdot C_{II} + K_P \cdot C_P + K_M \cdot C_M, \quad (5.12)$$

де K_{II}, K_P, K_M – кількість ДТП за рік відповідно з загибеллю, пораненнями людей і матеріальним збитком ($K_{II} = 0, K_P = 1, K_M = 2$);

C_{II}, C_P, C_M – народногосподарський збиток від ДТП відповідно з загибеллю, пораненнями людей і матеріальним збитком, грн. ($C_{II}=28890$ грн., $C_P=2945$ грн., $C_M=660$ грн.)

$$C_{\text{ДТП}} = 0 \cdot 28890 + 1 \cdot 2945 + 2 \cdot 660 = 4265 \text{ грн.}$$

Збиток від ДТП для регульованого перехрестя складає:

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{Р}} = \frac{C_{\text{ДТП}}}{k_{\text{П}}}, \quad (5.13)$$

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

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{Р}} = \frac{4265}{0,36} = 11847.22 \text{ грн}$$

Результати розрахунку приведено в таблиці 2.2.

Таблиця 5.2 - Витрати на регульованому перехресті

Витрати часу транспортних засобів	Вартість витрат часу, що втрачається пасажирями	Вартість витрат часу, що втрачається пішоходами	Збиток від ДТП	Витрати на експлуатацію світлофорного об'єкта
119314.024	1015.22	148.1	11847.22	8830080

Поточні витрати на регульованому перехресті:

$$C_{\text{ТР}}^{\text{Р}} = C_{\text{ТР}}^{\text{Р}} + C_{\text{ПАС}}^{\text{Р}} + C_{\text{ПШ}}^{\text{Р}} + C_{\text{ДТП}}^{\text{Р}} + C_{\text{Є}}$$

$$C_{\text{ТР}}^{\text{Р}} = 119314.024 + 1015.22 + 148.1 + 11847.22 + 8830080 = 8962404.564$$

За результатами розрахунків поточні витрати на регульованому перехресті проспект Живова-Шашкевича складають 8962404.564грн.

5.2 Визначення витрат на утримання і експлуатацію системи

Витрати на поточний і профілактичний ремонт. Витрати на капітальний, поточний і профілактичний ремонт можуть змінюватися залежно від об'єму ремонтних робіт, їх складності, міри зношеності основних фондів, вартості запасних частин і ремонтних матеріалів, економного їх використання .

Витрати на поточний і профілактичний ремонт устаткування приймаються у розмірі 5 % від загальної вартості устаткування і визначається по формулі

$$U_p = K_6 \cdot 0,05, \quad (5.14)$$

де K_6 – балансова вартість технічних засобів, грн.

Вартість устаткування розрахована в таблиці 3.3.

Таблиця 5.3 - Вартість устаткування на перехресті вул. Живова-Шашкевича

Устаткування	Ціна за од., грн.	Кількість, необхідна для одного перехрестя, шт.	Загальна вартість, грн.
Індуктивний детектор транспорту без обробки інформації (ДТІ) на 8 каналів	17000	2,8	47600
Контролер районного центру (КРЦН) для дротяного зв'язку на 16 ліній	41300	0,35	41300
Облаштування ДТІ	6755	0,35	6750
Програмне забезпечення КРЦН	59500	0,35	59500
Розробка структури і загального опису системи	17500	0,35	17500
Разом			172650

Програмне забезпечення контролер районного центру (КРЦН) отримується один раз на усю ділянку дороги, так само як і розробка структури і загального опису системи. Відповідно, ці статті витрат не включаються в розрахунок поточного і профілактичного ремонту.

Витрати на поточний і профілактичний ремонт устаткування приймаються у розмірі 5 % від загальної вартості устаткування:

$$U_p = (172700 - 59500 - 17500) \cdot 0,05 = 4800 \text{ грн.}$$

Заробітна плата обслуговуючого персоналу системи

Заробітна плата обслуговуючого персоналу системи визначається по формулі:

$$U_{\text{зн}} = 12k_0 \sum_{i=1}^n \mathcal{C}_i Z_i, \quad (5.15)$$

де k_0 – коефіцієнт, що враховує розмір відрахування на соціальне страхування (3.5 %), грн.

\mathcal{C}_i – чисельність персоналу i -ої категорії, чел.;

Z_i – середньомісячна заробітна плата працівників i -ої категорії.

Потреба в персоналі представлена в таблиці 3.4.

Таблиця 5.4- Потреба в персоналі

Посада	Кількість робочих місць	Середньомісячна заробітна плата, грн.
Системний адміністратор сервера	1	6650
ІТС	1	5600
Оператор ІТС	1	8750
Технолог	1	7000
Черговий інспектор	1	28000

Заробітна плата обслуговуючого персоналу системи складу:

$$U_{\text{зн}} = 12 * 3,5 * (6650 * 1 + 5600 * 1 + 8750 * 1 + 7000 * 1 + 12250 * 1) = 1\ 690\ 500 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування

При застосуванні лінійного методу, сума нарахованої амортизації за один місяць визначається як добуток первинної вартості об'єкту основних засобів і відповідної норми амортизації, яка визначається за формулою:

$$K = \frac{1}{n} * 100\%, \quad (5.16)$$

де K – норма амортизації у відсотках до первинної вартості об'єкту;

n – термін корисного використання об'єкту (у місяцях).

В даному випадку ми приймаємо саме такий метод нарахування амортизації, оскільки він найдоцільніший для цього устаткування.

Розрахунок норми амортизації і амортизаційних відрахувань представлений в таблиці 5.5

Таблиця 5.5- Розрахунок амортизаційних відрахувань

Основні засоби	Термін служби, років	Норма амортизації, %	Вартість ОС, грн.	Амортизаційні відрахування в рік, тис. грн.
Індуктивний детектор транспорту без обробки інформації на 8 каналів (ДТІ)	6	16,67	16513	7935
Контролер районного центру КРЦН для дротяного зв'язку на 16 ліній	20	5	41300	2065
Облаштування ДТІ	12	8,33	6755	564
Програмне забезпечення КРЦН	10	10	59500	5950
Разом				16513

Таким чином, витрати на амортизацію усього устаткування в рік складуть 16,5 тис. грн.

Витрати на електроенергію.

Окрім витрат на матеріали, при виготовленні устаткування необхідно визначити кількість витраченої для цієї мети електроенергії. Сюди входить електрика, необхідна для роботи на різних верстатах і для освітлення, у тому числі і місцевого.

Витрати на електроенергію обчислюються, виходячи з потужності устаткування.

Потужність устаткування приведена в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 - Потужність використовуваного устаткування

Основні засоби	Потужність, кВт	Кількість, шт.	Сумарна потужність, кВт
Індуктивний детектор транспорту без обробки інформації ДТІ на 8 каналів	25	8	200
Контролер районного центру КРЦН для дротяного зв'язку на 16 ліній	45	1	45
Облаштування ДТІ	10	1	10
Разом			255

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

6.1 Правила безпеки при роботі з електроустановками

Технічні заходи, що забезпечують безпеку робіт, що виконуються із відключенням напруги. Для підготовки робочого місця при роботах зі зняттям напруги мають бути виконані у вказаному порядку наступні технічні заходи:

а) зроблені необхідні відключення і прийняті заходи, що перешкоджають поданню напруги до місця роботи внаслідок помилкового або мимовільного включення комутаційної апаратури;

б) на приводах ручного і на ключах дистанційного керування комутаційною апаратурою вивішені заборонні плакати;

в) перевірена відсутність напруги на струмоведучих частинах, на яких має бути накладене заземлення для захисту людей від ураження електричним струмом;

г) накладене заземлення (включені заземляючі ножі, а там, де вони відсутні, встановлені переносні заземлення); вивішені застережливі і приписуючі плакати захищені при необхідності робочі місця і якщо залишилися під напругою струмоведучі частини. Залежно від місцевих умов струмоведучі частини захищаються до і після накладення заземлень.

При оперативному обслуговуванні електроустановки двома і більше особами в зміну перераховані в даному пункті заходи повинні виконувати двоє осіб. При одноосібному обслуговуванні їх може виконувати одна особа, окрім накладення переносних заземлень в електроустановках напругою вище 1000 В і виробництва перемикачів, що проводяться на двох і більше приєднаннях в електроустановках напругою вище 1000 В, не мають діючих облаштувань блокування роз'єднувачів від неправильних дій.

На місці виконання робіт зі зняттям напруги в електроустановки напругою вище 1000 В мають бути відключені:

а) струмоведучі частини, на яких виконуватиметься робота;

б) необгороджені струмоведучі частини, до яких можливе наближення людей, використовуваних ними ремонтного оснащення і інструменту, механізмів і вантажопідійомних машин.

Якщо вказані струмоведучі частини не можуть бути відключені, то вони мають бути захищені.

Трансформаторна напруга і силові трансформатори, пов'язані з виділеною для виконання робіт ділянкою електроустановки, мають бути відключені також з боку напруги до 1000 В, щоб виключити зворотну трансформацію.

У електроустановках напругою вище 1000 В для відвертання помилкового або мимовільного включення комутаційних апаратів, якими може бути подана напруга до місця роботи, мають бути виконані наступні заходи:

- у роз'єднувачів, віддільників, вимикачів навантаження ручні приводи у відключеному положенні замкнуті на механічний замок;
- у роз'єднувачів, керованих оперативною штангою, стаціонарні обгороджування замкнуті на механічний замок;
- у приводів перерахованих комутаційних апаратів, що мають дистанційне керування, відключені ланцюги силового і оперативного струму, а у пневматичних приводів, крім того, на трубопроводі стиснутого повітря, що підводиться, закритий і замкнутий на механічний замок клапан і випущене стиснуте повітря, при цьому спускові пробки (клапани) залишені у відкритому положенні;
- у вантажних і пружинних приводів включаючий вантаж або включаючі пружини приведені в неробоче положення.

У електроустановках напругою 6 - 10 кВ з однополюсними роз'єднувачами для запобігання їх помилкового включення дозволяється надівати на ножі спеціальні гумові ковпаки.

У електроустановках напругою до 1000 В із струмоведучих частин, на яких виконуватиметься робота, напруга з усіх боків має бути знята

відключенням комутаційних апаратів з ручним приводом, а за наявності в схемі запобіжників - зняттям останніх.

За відсутності в схемі запобіжників запобігання помилкового включення комутаційних апаратів має бути забезпечене такими заходами, як замикання рукавів або дверцят шафи, укриття кнопок, установка між контактами ізолюючих накладок та ін. Допускається також знімати напругу комутаційним апаратом з дистанційним управлінням за умови від'єднання кінців від включаючої котушки.

Якщо дозволяє конструктивне виконання апаратів і характер роботи, перелічені вище заходи можуть бути замінені розшиновкою або від'єднанням кінців кабелю, дротів від комутаційного апарату або від устаткування, на якому повинна виконуватися робота. З найближчих до робочого місця струмоведучих частин, доступних для неумисного дотику, напруга має бути знята або вони мають бути захищені.

Відключене положення комутаційних апаратів напругою до 1000 В з недоступними для огляду контактами (автомати типу невикочування, пакетні вимикачі, рубильники в закритому виконанні і тому подібне) визначається перевіркою відсутності напруги на їх затисках або на шинах, що відходять, дротах або на затискачах устаткування, отримуючого живлення від комутаційних апаратів.

6.2 Заземлення струмоведучих частин. Загальні вимоги

Заземлення струмоведучих частин робиться в цілях захисту працюючих від поразки електричним струмом у разі помилкового подання напруги до місця роботи.

Накладати заземлення на струмоведучі частини необхідно безпосередньо після перевірки відсутності напруги. Переносні заземлення спочатку треба приєднати до землі, а потім після перевірки відсутності напруги накласти на токоведущі частини.

Знімати переносні заземлення слід в зворотній накладенню послідовності : спочатку зняти їх з струмоведущих частин, а потім від'єднати від землі.

Операції по накладенню і зняттю переносних заземлень виконуються в діелектричних рукавичках із застосуванням в електроустановках напругою вище 1000 В ізолюючої штанги. Закріплювати затиски накладених переносних заземлень слід цією ж штангою або безпосередньо руками в діелектричних рукавичках.

Забороняється користуватися для заземлення провідниками, не призначеними для цього ланцюга, а також приєднувати заземлення за допомогою скручування.

Перевірка відсутності напруги.

Перед початком усіх видів робіт в електроустановках зі зняттям напруги необхідно перевірити відсутність напруги на ділянці роботи. Перевірка відсутності напруги робиться між усіма фазами і між кожною фазою і землею і кожною фазою і нульовим дротом на відключеній для проведення робіт частині електроустановки має бути проведена таким чином, що допускає після вивішування застережливих плакатів.

У електроустановках перевіряти відсутність напруги необхідно показчиком напруги заводського виготовлення, справність якого перед застосуванням має бути встановлена за допомогою призначених для цієї мети спеціальних приладів або наближенням до струмоведущих частин. У електроустановках напругою вище 1000 В користуватися показчиком напруги необхідно в діелектричних рукавицях.

Перевірка відсутності напруги у відключеного устаткування повинна робитися на усіх фазах, а у вимикача і роз'єднувача - на усіх шести входах, затискачах. Якщо на місці робіт є розрив електричного ланцюга, то відсутність напруги перевіряється на струмоведущих частинах з обох боків розриву. Постійні обгороджування знімаються або відкриваються безпосередньо перед перевіркою відсутності напруги.

У електроустановках напругою 35 кВ і вище для перевірки відсутності напруги можна також користуватися ізолюючою штангою, торкаючись нею кілька разів до струмоведучих частин. Ознакою відсутності напруги є відсутність іскріння і потріскування. У електроустановках напругою до 220 кВ перевіряти відсутність напруги показчиком напруги або штангою допускається тільки в суху погоду. У сиру погоду відсутність напруги допускається перевіряти ретельним дослідженням схеми в натурі. В цьому випадку відсутність напруги на лінії підтверджується оперативним персоналом або диспетчером. Якщо при перевірці схеми буде помічено коронування на шинуванні або устаткуванні, що свідчить про наявність на них напруги, або будуть помічені іскри між контактами лінійного роз'єднувача при його відключенні, напруга, що свідчить про наявність, на лінії, то схему треба перевірити повторно, а свої зауваження про стан лінії повідомити оперативний персонал або диспетчера.

Перевірка відсутності напруги шляхом дослідження схеми в натурі допускається в сиру погоду також у КТП і КРУН усієї напруги за відсутності спеціального показчика, призначеного для користування ним у будь-яку погоду. При дослідженні схеми в натурі відсутність напруги на входах ВЛ і КЛ підтверджується персоналом, в чиєму оперативному управлінні знаходяться лінії. На ВЛ дослідження схеми в натурі полягає в перевірці напряму і зовнішніх ознак ліній, а також позначень на опорах, які повинні відповідати диспетчерським найменуванням ліній.

На дерев'яних і залізобетонних опорах напругою 6-20 кВ, а також при роботі з телескопічної вишки при перевірці відсутності напруги показчиком, принцип роботи якого ґрунтується на принципі протікання ємнісного струму, має бути забезпечена його необхідна чутливість. Для цього показчик слід заземляти дротом перерізом не менше 4 мм

У електроустановках напругою до 1000 В із заземленою нейтраллю при застосуванні двополюсного показчика перевіряти відсутність напруги треба як між фазами, так і між кожною фазою і заземленим корпусом устаткування або

заземляючим (зануляючим) дротом. Допускається застосовувати заздалегідь перевірений вольтметр, Користуватися контрольними лампами забороняється.

Пристрої, що сигналізують про відключений стан апаратів, блокуючі пристрої, постійно включені вольтметри і т.п. є тільки допоміжними засобами, на підставі значень або дії яких не допускається робити висновок про відсутність напруги. Вказівка сигналізуючих пристроїв про наявність напруги є безумовною ознакою неприпустимості наближення до цього устаткування.

6.3 Вимоги безпеки при роботі автотранспорту

Рух транспортних засобів по льоду річок і водойм допускається тільки по спеціально позначених маршрутах, що мають покажчики про максимально допустиму вантажопідйомність льодової переправи.

Рух повинен здійснюватися при відкритих дверцятах кабіни водія. При цьому в транспортному засобі не повинні знаходитися люди (за винятком водіїв). Дату відкриття і припинення руху по льодовій переправі встановлює керівник організації, у відомі якого знаходиться переправа. На льодовій дорозі забороняється:

- заправляти автомобілі паливом і мастильними матеріалами щоб уникнути руйнування дороги;
- зливати гарячу воду з системи охолодження на лід;
- міняти самовільно маршрут руху.

У місцях посадки (висадки) людей в транспортні засоби мають бути обладнані спеціальні майданчики або застосовуватися інші пристрої, що забезпечують безпеку людей.

Перед початком руху транспортного засобу водій зобов'язаний переконатися в закінченні посадки, в правильності розміщення людей і попередити їх про початок руху.

Подання автомобіля заднім ходом в зоні, де виконуються які-небудь роботи, повинна робитися водієм тільки по команді одного з працівників, зайнятих на цих роботах.

Вантаж, що виступає за габарити автомобіля спереду або ззаду більш ніж на 1 м або збоку більш ніж на 0,4 м від зовнішнього краю габаритного вогню, має бути позначений розпізнавальним знаком "Великогабаритний вантаж", а в темний час доби і в умовах недостатньої видимості, крім того, спереду - ліхтарем білого кольору, ззаду - ліхтарем червоного кольору.

При завантаженні автомобіля навалювальним або штучним вантажем необхідно дотримуватися наступних вимог:

- навалювальний вантаж повинен рівномірно розподілятися по усій площі кузова автомобіля;
- штучні вантажі, що височіють над бортами кузова, мають бути закріплені;
- ящиківий, бочковий і інший аналогічний штучний вантаж має бути укладений в кузов автомобіля і закріплений так, щоб при пересуванні автомобіля він не міг переміщатися по підлозі кузова.

Причепи, напівпричепи і платформи автомобіля, призначені для перевезення довгомірних вантажів, мають бути обладнані:

- знімними або відкидними стойками і щитами, що встановлюються між кабіною і вантажем;
- поворотними кругами.

Поворотні круги повинні мати пристосування для їх закріплення при русі без вантажу і стопори, що запобігають розвороту причепа при русі назад.

Причепи повинні мати пристрій, що не вимагає їх підтримки для зчеплення з тягачем.

6.4 Вимоги безпеки при складуванні матеріалів

Складування матеріалів, прокладення транспортних шляхів, установка опор повітряних ліній електропередач і зв'язку повинні робитися за межами призми обвалення ґрунту незакріплених виїмок (котлованів, траншей), а їх розміщення в межах призми обвалення ґрунту у виїмок з кріпленням допускається за умови попередньої перевірки стійкості закріпленого укосу по паспорту кріплення або розрахунком з урахуванням динамічного навантаження.

Матеріали (конструкції) слід розміщувати на вирівняних майданчиках, вживаючи заходи щодо запобігання мимовільного зміщення, просідання, осипання і розкочування складованих матеріалів.

Складські майданчики мають бути захищені від поверхневих вод. Забороняється здійснювати складування матеріалів, виробів на насипних неуцільнених ґрунтах.

7 ЕКОЛОГІЯ

7.1 Міри по захисту від забруднень автотранспорту

Автомобілізація приносить людям найрізноманітніші блага, водночас її розвиток супроводжується вкрай негативними явищами. Автомобільні дороги стали місцем загибелі та каліцтва мільйонів людей, транспортні засоби є одними з найактивніших забруднювачів атмосферного повітря, води та ґрунтів, шумового та вібраційного забруднення. Дорожня мережа проходить через цінні сільськогосподарські землі, від шкідливого впливу автомобільного транспорту страждає тваринний та рослинний світ. Будівництво нових та реконструкція існуючих автомагістралей негативно впливає на навколишнє природне середовище, зокрема на земельний фонд, через руйнування природного ландшафту, дорожній пил, важкі складові відпрацьованих газів автомобілів, продукти зносу самих транспортних засобів, акустичний шум тощо. Тому питання виникнення чинників негативного впливу на земельні ресурси та зони їх розповсюдження при будівництві нових та реконструкції існуючих автомобільних доріг вимагає детальнішого вивчення. Виклад основного матеріалу Результати взаємодії автомобільної дороги з довкіллям залежать від інтенсивності руху, характеристики транспортних засобів, розташування та розмірів дороги, її транспортно-експлуатаційних якостей і системи експлуатації. Автомагістраль в екологічному аспекті розглядається не тільки як інженерна споруда, а як витягнуте в лінію підприємство, яке виконує транспортну роботу і взаємодіє з довкіллям.

Вплив автомобільних доріг і автотранспорту, що рухається ними, на навколишнє середовище виявляється у складній взаємодії чинників, які можна розділити на дві групи: дорожні та транспортні. До дорожніх чинників належать: відведення під будівництво автомобільної дороги земельних угідь; порушення єдності й цілісності природного комплексу; зміна природних комплексів і рельєфу місцевості протягом будівництва. До транспортних

чинників належать: шум і загазованість повітря, що виникають внаслідок руху автомобільного транспорту; забруднення прилеглої до дороги смуги шкідливими речовинами, що містяться в відпрацьованих газах автомобілів. Автомобільна дорога порушує існуючі в природі основні баланси: біологічний; водний; гравітаційний; радіаційний [2]. Наведемо схему впливу автомобільних доріг на довкілля (рис. 1).

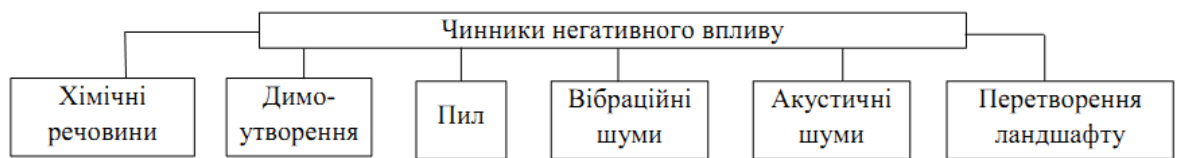


Рисунок 7.1 - Схема впливу автомобільних доріг на навколишнє середовище

Одним з негативних наслідків автомобілізації є транспортний шум, який не менш шкідливий, ніж забруднення повітря чи води. Ця проблема насамперед виникає на дорогах, що перетинають житлову забудову, проходять поблизу лікарень, санаторіїв, будинків відпочинку, на курортних, паркових дорогах і швидкісних дорогах великих міст. Рівень шумового впливу транспорту на довкілля визначають за наявності в зоні впливу дороги сельбищ них і промислових територій населених пунктів, зон масового відпочинку, санітарно-курортних зон, територій сільськогосподарського призначення, об'єктів природно-заповідного фонду, цінних природних угідь і лісових масивів, пам'яток історії та архітектури. Транспортний шум погіршує якість навколишнього середовища на прилеглих до дороги територіях, негативно впливає на нервову систему людини, знижує працездатність, зменшує опірність серцево-судинним захворюванням. Досліджено вплив акустичного шуму на суміжні території при реконструкції автомобільної дороги Київ – Ковель – Ягодин на ділянці км 487+500 – км 490+700 у Волинській області. Загальну характеристику об'єкта дослідження наведено у табл. 1. Підставою для реконструкції автодороги Київ – Ковель – Ягодин на ділянці км 487+500 – км 490+700 у Волинській області є “Програма створення та функціонування національної мережі транспортних коридорів в Україні”, затверджена

постановою Кабінету Міністрів України від 20 березня 1998р. №346, “План першочергових заходів щодо створення національної мережі міжнародних транспортних коридорів в Україні” затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 16 грудня 1996р. №1512 та Додаток до нього “Перелік транспортних коридорів України, які пропонується включити як доповнення до мережі міжнародних транспортних коридорів”. Т

Нормативна ширина смуги відведення автомобільної дороги не завжди покриває зону поширення чинників негативного впливу. Зона поширення критичних рівнів шуму, пилу, вібрації, хімічних речовин в повітрі, ґрунті та воді в багатьох випадках виходить за межі смуги відведення автомобільної дороги. Згідно з ВБН В.2.3 – 218 – 007 – 98 виділяють такі зони впливу автомобільної дороги на довкілля: – зона впливу – територія, де проявляються прямі чи непрямі зміни природних систем внаслідок будівництва та експлуатації доріг; – захисна смуга – територія, що прилягає до смуги відведення. Транспортні забруднення можуть перевищувати встановлені граничнодопустимі концентрації. Можливе виникнення істотних змін у природних системах; – резервно-технологічна смуга – територія, що прилягає до дороги, в межах якої постійно перевищуються санітарні норми забруднення. Ландшафт повністю трансформується. Земля для сільськогосподарського використання та довгострокового перебування людей непридатна . Орієнтовні розміри зони впливу, захисної і резервно-технологічної смуги наведені в табл.

Таблиця 7.1- Орієнтовані розміри зон впливу

Орієнтовні розміри зон впливу

Найменування прилеглої території, що зазнає впливу дороги	Відстань від краю проїжджої частини залежно від екологічного класу дороги, м		
	Екологічний клас		
	I	II	III
Зона впливу	1500 – 3000	1000 – 2000	600
Захисна смуга	200 – 300	90 – 150	30 – 60
Резервно-технологічна смуга	30	12	

Величина еквівалентного рівня транспортного шуму, що утворюється на автомагістралі, залежить від таких факторів: – транспортні фактори: інтенсивність руху, склад руху, експлуатаційний стан транспортних засобів, обсяг і характер вантажу, застосування звукових сигналів; – дорожні фактори: щільність транспортного потоку, поперечний та поздовжній профіль, наявність і тип перетинів і примикань, шорсткість, рівність та вид покриття, кількість смуг руху та наявність розділової смуги, наявність пунктів зупинок транспорту; – природно-кліматичні фактори: атмосферний тиск, температура та вологість повітря, швидкість та напрям вітру, турбулентність повітряних потоків, опади. З метою визначення існуючого та потенційного впливу на населення та довкілля від шуму транспорту, що проїжджає по реконструйованій ділянці, були проведені прогнозні розрахунки згідно з чинними методиками, результати яких наведені в таблиця 7.2

Таблиця 7.2 – Рівень шуму на автомагістралі

Рівень транспортного шуму в розрізі зон впливу автомагістралі

Назва населеного пункту	Транспортний шум, дБА					
	На межі зони впливу		На межі захисної смуги		На межі забудови	
	2005	2025	2005	2025	2005	2025
Любомль	1,8	0	24,7	14,1	59,4	50,9
Вишнів	1,8	0	24,7	14,1	59,4	49,1

З табл. 3 видно, що на межі забудови населених пунктів на найближчі 20 років прогнозується перевищення шумового тиску, хоча проектом реконструкції передбачено значне його пониження відносно сучасного рівня. Допустимі еквівалентні рівні шуму в районі розташування автомобільної дороги не повинні перевищувати показників санітарних норм. Зокрема, граничнодопустимий рівень шуму для сельбищної зони становить 55 дБА вдень та 45 дБА вночі.

Зниження викидів від автотранспорту.

З огляду на виняткову актуальність охорони атмосферного повітря від відпрацьованих автомобілями газів, їхнього впливу на людей першочерговою проблемою є створення екологічно "чистих" видів транспорту. В даний час ведеться пошук більш "чистого" палива, ніж бензин. У якості його заміників

розглядається екологічно чисте газове паливо, метиловий спирт (метанол), малотоксичний аміак і ідеальне паливо - водень.

Довгий час створювалося враження, що застосування дизельних двигунів сприяє екологічній чистоті. Однак, незважаючи на те, що дизельні двигуни більш економічні, таких речовин, як CO , NOx вони викидають не менше, ніж бензинові. Вони істотно більше викидають сажі (очищення від якої дотепер не має кардинальних рішень), діоксиду сірки. У сполученні ж зі створюваним шумом дизельні двигуни не є більш екологічними в порівнянні з бензиновими. Що стосується водневого двигуна, то він є екологічно чистим, тому що при згорянні вугле-водноповітряної суміші утворюється водяна пара і виключається утворення яких-небудь токсичних речовин, крім оксидів азоту, емісія яких також може бути доведена до незначного рівня.

Водень як основне паливо - далека перспектива, пов'язана з переходом автотранспорту на принципово нову енергетичну базу. Більш реальне застосування водневих добавок, що дозволяють поліпшити економічні і токсичні показники автомобільних двигунів.

У порівнянні з воднем, розглядаються поки як перспективний вид газового моторного палива (тому що не розроблені промислові способи його виробництва в достатній для масового застосування кількості) вуглеводні гази - природний і нафтовий - є найбільш прийнятними для автотранспорту альтернативними видами палива, що можуть покрити всезростаючий дефіцит рідкого моторного палива. Испити двигунів на зрідженому газі показують, що в порівнянні з використанням бензину, в них міститься в 2-4 рази менше CO , в 1,4-1,8 рази менше NOx .

З погляду екологічної чистоти найбільш перспективним є електромобіль. У дослідно-конструкторських бюро створені пробні моделі автомобілів, що працюють на енергії електричних акумуляторів у межах міста, а за його межами перехід на роботу на звичайних карбюраторних двигунах. Ідуть роботи по створенню ідеального виду транспорту - автомобіля на сонячних батареях.

Загальний екологічний стан у містах визначається також правильною організацією руху автотранспорту. Найбільший викид уразливих речовин відбувається при гальмуванні, розгоні, додатковому маневруванні. Тому створення дорожніх "розвилок", швидкісних магістралей з мережею підземних переходів, правильна установка світлофорів, регулювання руху транспорту за принципом "зеленої хвилі" багато в чому скорочує надходження в атмосферу шкідливих речовин і сприяє збереженню транспорту.

Захист від шуму

Шум від автомобільного транспорту - це найбільш розповсюджений вид несприятливого екологічного впливу на організм людини. У містах до 60% населення проживає в зонах з підвищеним рівнем шуму, пов'язаного саме з автомобільним транспортом. Зниження рівня шуму від автотранспорту може бути досягнуто виключенням проходження гучних магістралей через житлові масиви; організація зелених насаджень, особливо уздовж доріг; прокладка магістралей у тунелях; пристрій шумозахисних насипів і інших поглинаючих шум перешкод на шляхах розподілу шуму. Архітектурно-планувальні міри передбачають створення шумозахисних будинків, тобто таких будинків, що забезпечені приміщеннями нормального акустичного режиму за допомогою конструктивних, інженерних і інших мір (герметизація вікон, подвійні двері з тамбуром, облицювання стін поглинаючим звук матеріалом і ін.).

Визначений внесок у захист середовища від шумового впливу вносять заборона звукового сигналу автотранспорту, авіаційних польотів над містом, обмеження злетів і посадок літаків у нічний час.

Однак зазначені міри навряд чи дадуть належні екологічні ефекти, якщо не буде зрозуміло головне: захист від шумового впливу - проблема не тільки технічна, але і соціальна, вона потребує виховання звукової культури у населення.

7.2 Екологічні принципи проектування автомобільних доріг

Оцінка впливу автомобілізації на навколишнє середовище повинна враховувати те, що за останні два десятиліття масштаби антропогенної діяльності значно зросли і в окремих регіонах земної кулі вже співвіднесені з величиною природних ресурсів. Забезпечуючи комфортні умови для людини, автомобілізація як категорія суспільного прогресу прямо або побічно, але неминуче негативно впливає на екологічну систему. Прямий негативний вплив транспортної системи виявляється в підвищеному шумові, різноманітних випромінюваннях, викиді шкідливих речовин і дорожньо-транспортних пригодах. Непрямий вплив транспортних засобів виявляється в тому, що автомобіль щорічно забирає все більше необхідного життєво важливого для людини простору. Залежно від джерела впливу у взаємодії з навколишнім середовищем автодорожній комплекс може змінювати географічний ландшафт, викликати забруднення внаслідок функціонування транспортних засобів, дії спеціалізованого транспорту, від використання засобів проти пилю та ожеледиці, від матеріалів ремонту створювати шумове забруднення (табл. 1). Спрямованість та характер впливу автомобільної дороги на навколишнє природне середовище залежно від джерел впливу характеризує рис. 1. При проектуванні автомобільних доріг оцінюванню підлягають усі джерела впливу автомобільної дороги на навколишнє середовище, хоча масштаби їх дії значно відрізняються. Автомобільна дорога як інженерна споруда. Інтереси збереження природи і ландшафту повинні враховуватися на всіх етапах проектування, будівництва й утримання доріг згідно із законодавчими актами, нормативними документами і з необхідним дотриманням вимог до технологій. При цьому необхідно: 1) передбачити шкідливий вплив дороги на природу та ландшафт шляхом необхідного трасування й опорядження доріг; 2) компенсувати неминучий шкідливий вплив на природу та ландшафт заходами охорони природи й ландшафту, щоб після завершення втручань не залишалося значних або стійких негативних наслідків для природного балансу і щоб

природний ландшафт був відновлений або заново сформований з контролем відповідних вимог; 3) підтримувати реалізацію цілей охорони природи та ландшафту в рамках повноважень відповідних дорожніх служб.

Таблиця 7.3 - Вплив автомобільної дороги на навколишнє природне середовище

Джерело впливу	Спрямованість	Характер
Автомобільна дорога як інженерна споруда	Зміни географічного ландшафту	Не пов'язаний із транспортними засобами, постійний, широкого охоплення, прямий та побічний
Транспортний рух	Забруднення внаслідок транспортних викидів. Шумове забруднення. Пилове забруднення. Фізична небезпека	Залежно від інтенсивності, режимів руху та складу транспортного потоку, постійний, місцевого охоплення, прямий
Технологічні процеси будівництва і реконструкції	Забруднення від викидів спеціалізованого транспорту, відходів виробництва, матеріалів будівництва, будівельного сміття. Виробничий шум. Пилове забруднення. Соціальні незручності. Фізична небезпека	Тимчасовий, інтенсивний, локальний, прямий
Технологічні процеси утримання доріг	Забруднення від використання засобів проти пилу й ожеледиці. Забруднення від матеріалів ремонту. Соціальні незручності при проведенні ремонтних робіт	Тимчасовий, малоінтенсивний, локальний, прямий та побічний

Транспортний рух. Транспорт посів друге місце після промисловості серед антропогенних джерел забруднення на урбанізованих територіях, оскільки постачає в навколишнє середовище величезну частку пилу, сажі, відпрацьованих газів, масел, оксидів важких металів та сотні інших шкідливих сполук, значна частка яких належить до токсичних. Крім цього, на екосистему впливають такі фізичні фактори, як шум, вібрація, електромагнітні поля, які не завжди доступні прямому сприйняттю, й тому часто ігноруються в практичних екологічних дослідженнях і не враховуються при проектуванні. На території, що прилягає до існуючої автомобільної дороги, виділяються землі, не віднесені до смуги відведення, та придорожні смуги, на яких проявляються впливи дорожніх споруд і транспортних забруднень, – граничні зони впливу автомобільної дороги на навколишнє середовище. До граничних зон впливу

віднесені: зона впливу, захисна смуга, резервно- технологічна смуга. За результатами оцінювання екологічного стану існуючої автомобільної дороги й за розрахунками прогнозних рівнів впливу на навколишнє середовище встановлюють екологічний клас автомобільної дороги та виконують порівняльне оцінювання екологічно небезпечних впливів. Характер впливів визначають залежно від спрямованості джерела впливу . Технологічні процеси будівництва і реконструкції та утримання автомобільних доріг мають тимчасовий малоінтенсивний характер та на стан навколишнього середовища суттєво не впливають. Автомобільний транспорт є основною причиною забруднення ґрунтів свинцем, при цьому у верхній – родючої частини профілю ґрунтів, вміст свинцю особливо великий. Максимальні концентрації свинцю (майже 200 мкг/кг) було відзначено в межах 50 м від дорожнього полотна. Таким чином, земельні ресурси виступають як складний екологічний критерій, що дозволяє оцінювати позитивні й негативні впливи автомобілізації на природний сільськогосподарський комплекс (рис. 2). Особливо важлива ця оцінка при проектуванні мережі місцевих автомобільних доріг. Використання принципів концентрації автотранспортного потоку при розміщенні місцевих доріг може призвести до негативного ефекту, тому що висока щільність їх мережі сприяє поширенню шкідливого впливу автомобілів на ґрунти. Виникає потреба у здійсненні спеціальної екологічної оптимізації мережі місцевих доріг, що особливо важливо, оскільки ґрунтові дороги щорічно переорюють за вимогами зміни структури землекористування.



Рисунок 7.2- Схема виявлення негативного впливу автодорожнього комплексу на ґрунт

Збільшення навантажень на ґрунти, пов'язане з утворенням багатодоріжжя, може призвести до їх порушення в результаті впливу механічного навантаження від транспортних засобів, що мають масу і динамічні властивості. Ущільнення ґрунтового покриву, особливо по схилах, призводить до утворення вимоїн, осипів, обвалень ярів із втратою корисних площ і руйнуванням ландшафту. Розглянуті види несприятливих впливів автомобільного транспорту на природне середовище регіонів підтверджують актуальність розроблення основних підходів до регулювання такого впливу і в першу чергу зведення до мінімуму втрат продуктивності сільськогосподарських земель. Будівництво та експлуатація автомобільних доріг викликають низку негативних впливів на навколишню природу, тобто на той компонент середовища, який має природний характер. Часом ці впливи опосередковані, виявляються протягом багатьох років у соціальних відносинах і позначаються на здоров'ї людей. До основних негативних впливів автотранспортної комунікації можна віднести знищення природного ландшафту при будівництві дороги, фізичне вилучення частини природного середовища, надання їй антропогенного характеру, втрату рослинності, тваринного світу, ерозію ґрунту, забруднення повітря, води та ґрунту, порушення балансу поверхні й підземних вод. При будівництві автомобільних доріг характерним є виникнення в природному середовищі екологічного бар'єра, межової лінії, яка ускладнює багато природних процесів у навколишній природі таких, як пересування тварин і втрата рівноваги (навігації) у птахів [5]. Рухомий склад та розгалужена інфраструктура транспорту поширюють свою дію на великі території, перетинаючи рельєфи й ландшафти, розташовані в різних кліматичних зонах. У зв'язку із цим тваринний і рослинний світ екосистем піддається посиленому негативному впливу (рис. 3). Це виражається в таких негативних факторах:

- забруднення середовища проживання живих істот викидами від транспортних засобів;
- скорочення родючих площ і погіршення умов пророщування рослин через відчуження земель під шляхи сполучення;
-

руйнування звичних місць розселення тварин, птахів, мешканців водойм і витісненні їх із зайнятої екологічної ніші; • скорочення чисельності популяцій через зниження продуктивності екосистем, негативний вплив факторів шуму, вібрації, загазованості, неспокою і безпосередніх зіткнень із транспортом, що призводять до загибелі особин; • перетин автомагістралями, трубопроводами, судноплавними фарватерами, добових шляхів міграції тварин.



Рисунок 7.3 - Фактори впливу автодорожнього комплексу на тваринний світ. Оцінивши всі негативні фактори впливу автодорожнього комплексу на навколишнє середовище, можна виокремити принципи проектування автомобільних доріг відповідно до існуючих екологічних норм і вимог

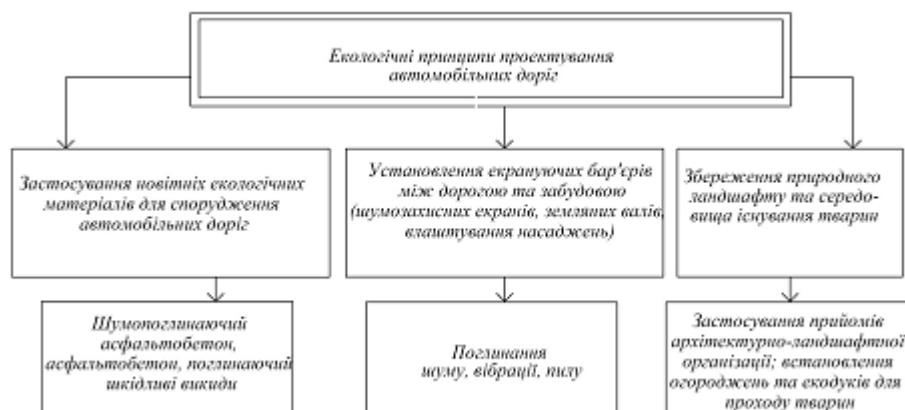


Рисунок 7.4 - Екологічні принципи проектування автомобільних доріг

Тобто зменшення впливу автомобілів на природне середовище та людину можливе за рахунок досконального вивчення проблеми, дотримання екологічних принципів проектування автомобільних доріг, адже від правильності запроектованої автомобільної дороги, врахування екологічних факторів проектування залежить рівень дії транспорту на навколишнє середовище. Застосування новітніх матеріалів для спорудження автомобільних

доріг. Італійська фірма «Італ-Семетів» після десяти років наукових досліджень розробила дорожнє покриття, яке очищає повітря від автомобільних вихлопних газів. Це асфальтобетони з домішкою наночастинок двоокису титану. Під дією сонячних променів хімічно активна домішка перетворює незгорілі вуглеводні, чадний газ, оксиди азоту і сірки у воду, вуглекислий газ та тверді солі. Збереження природного ландшафту й середовища існування тварин. Щоб максимально зберегти природний ландшафт при проектуванні та будівництві автомобільної дороги, потрібно дотримуватися головних принципів архітектурно-ландшафтного планування. Вони повинні реалізовуватися вже на стадії планування варіантів траси дороги. Нинішня практика відведення землі, на жаль, незадовільна: перевага майже завжди віддається природним зонам при збереженні земель, зайнятих під промислове або сільськогосподарське виробництво. Використовуючи прийоми ландшафтного проектування в організації дорожнього середовища, потрібно керуватися принципами збереження та розкриття природи. Сучасна теорія ландшафтного проектування визначає гнучкий підхід до вибору траси автомобільної дороги залежно від форм ландшафту. Для переважно рівнинного природного ландшафту доцільною є клотоїда – траса, що складається з кривих змінної кривизни з чергуванням кутів повороту, або траса, яка складається зі сплайнів (кубічних поліномів). Такі траси візуально являють собою лінії плавних обрисів. Ці форми трас найбільш наближаються до «первинних», природних контурів ландшафту, що має в основному криволінійний обрис. Такі дороги будуть також найліпшим чином сприяти розкриттю навколишнього ландшафту при русі по них, тобто створювати додаткові умови для естетичного впливу. Подальший розвиток транспорту, підвищення швидкостей руху та збільшення його інтенсивності буде посилювати негативну дію на тваринний і рослинний світ. Автомобільні дороги іноді перегороджують традиційні шляхи міграції тварин, відокремлюючи місця їх проживання від місць харчування чи полювання, порушуючи екологічну рівновагу в природі.

Доцільним способом мінімізувати конфлікт людини і дикої природи є влаштування перехресть для тварин, скотопрогонів, спеціальних мостів та тунелів, які дозволяють тваринам і звірам перетинати автомобільні дороги. Перші безпечні переходи автомобільної дороги для тварин – екодуки – було створено у Франції з 1950-х років. Продовжили таке будівництво кілька європейських країн, включаючи Нідерланди, Швейцарію та Німеччину. У Нідерландах існує більше 600 тунелів, улаштованих під головними і другорядними дорогами та магістралями, включаючи найдовший у світі екодук довжиною 800 метрів. Переходи для представників дикої природи стали все більш популярними в Канаді й США. Найвідоміші з них розташовані в Національному парку Банф в Альберті, де природний парк розділений на дві частини великою комерційною дорогою – Трансканадським шосе. Щоб зменшити ефект від втручання людини в природу, було побудовано 24 переходи і тунелі, що забезпечило збереження середовища існування та захистило автомобілістів від ДТП. Застосовуються два типи таких конструкцій: над дорогою і під нею. Використання конкретного виду переходу залежить від видової різноманітності тварин і географічних особливостей їх переміщення. Важливим завданням залишається звуковий вплив автодорожнього комплексу. Шумозахисні заходи повинні проектуватися на територіях, віднесених до населених. Якщо перевищується допустимий рівень шуму, тоді потрібно вживати заходів щодо його зниження. Відстань від краю проїзної частини магістральних доріг до житлової забудови встановлюють з урахуванням забезпечення в житловій зоні нормативних рівнів шуму. На сьогоднішній день сформульовано й обґрунтовано дві групи заходів боротьби із шумом: технічні та планувально-конструктивні. Як технічні заходи боротьби із шумом, на прикладі країн Європи, можна назвати: удосконалення покриттів дорожнього одягу, які дозволяють знизити шум на їх поверхні; удосконалення конструкцій автотранспортних засобів (автомобільних шин з більш низьким рівнем шуму при русі). До планувально-конструктивних відносять улаштування перешкод шуму між дорогою й сельбищною територією (захисні конструкції на

автомобільних дорогах) – встановлення шумозахисних екранів. Розглянуті та структуровані фактори впливу дорожньо-транспортної інфраструктури на навколишнє середовище виявляють перспективні напрями розроблення оптимальних заходів щодо мінімізації впливу автомобільної дороги на нього. Виявлені принципи екологічного проектування, практичне застосування яких багатofакторним завданням і потребує подальших досліджень.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі на основі даних про функціонування існуючої ВДМ проводяться розрахунки для визначення ефективності її функціонування.

З отриманих результатів які проводилися в дипломній роботі, можна зробити висновок , що перехрестя по вулиці А. Живова – Шашкевича є одне з простих , але не є зовсім безпечним для пересування транспортних засобів.

Рівень забезпечення безпеки руху на пересіченнях оцінюють показниками аварійності: $k_a = 11.9$

При значенні $k_a = 11.9$ пересічення є не дуже безпечним і потребує змін в організації дорожнього руху , а саме розставлення дорожніх знаків, розмітка проїжджої частини, освітлення поверхні пересічення.

На обраному перехресті спостерігається 21 конфліктна точка з них найбільше точок пересічення 10, 6 точок злиття і 5 точок відхилення.

Витрати на регульованому перехресті становлять :

- Вартість витрат часу , що втрачається пасажирями - 712,8 грн
- Витрати часу т/з – 162,4 хв.
- Вартість часу , що втрачається пішоходами – 153,8 грн
- Збиток від ДТП – 11292 грн
- Витрати на експлуатацію світлофорного об'єкта -7977500 грн

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

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. Левашов А. Г. Проектирование регулируемых пересечений: Учебное пособие / А. Г. Левашов, А. Ю. Михайлов, И. М. Головных. – Иркутск: Издво ИРГТУ, 2007. – 208 с.
3. Розмітка дорожня. Технічні вимоги. Методи контролю. Правила застосування: ДСТУ 2587:2010. – [Чинний від 2010–12–27] – 39 с. – (Національний стандарт України).
4. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування: ДСТУ 4100–2002. – [Чинний від 2002–06–03] – 109 с. – (Національний стандарт України).
5. 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).
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. Матвійшин 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 ЗРЛ 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.

12. Екологічні вимоги до автомобільних доріг. ВБН В.2.3 – 218 – 007 – 98. – К.: Мінекобезпеки. Укравтодор, 1998. – 35 с.

13. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. – К.: Міністерство охорони здоров'я України, 1996. – 62 с.

14. Коваль Я.І. Analysis of the public transport route network in ternopil/ Я.І. Коваль // Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 27-28 листопада 2019 року. — Т. : ТНТУ, 2019. — Том 1. — С. 183. — (Сучасні технології на транспорті).