

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний інститут, транспортний факультет
(повне найменування інституту, факультету)
Кафедра транспортних технологій
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему Удосконалення організації та підвищення безпеки руху
автомобільного транспорту в районі перехрестя вулиць
Гоголя та Дніпровської міста Запоріжжя

Виконав: студент(ка) 2 курсу, групи Т-318м

Спеціальності 275 «Транспортні технології»
(на автомобільному транспорті)
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)

	<u>Синиця Є.В.</u> (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Райда І.М.</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>Артюх О.М.</u> (прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Машинобудівний інститут, транспортний факультет
 Кафедра транспортних технологій

Ступінь вищої освіти магістр

Спеціальність 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»
 (код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

«07» жовтня 2019 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Синиці Єгора Валерійовича
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення організації та підвищення безпеки руху автомобільного транспорту в районі перехрестя вулиць Гоголя та Дніпровської міста Запоріжжя

керівник проєкту (роботи) Райда Ігор Михайлович, старший викладач
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «14» листопада 2019 року №389

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 29.11.2019 р.

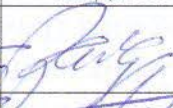
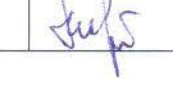
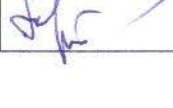
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча вулично-дорожня мережа; існуюча схема організації дорожнього руху; статистика ДТП.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 2.1 Визначення складності перехрестя вул. Гоголя – вул. Дніпровської; 2.2 Підвищення безпеки руху на перехресті вул. Гоголя – вул. Дніпровська; 2.3 Екологічна оцінка району проектування.

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

1. Перехрестя вулиць Гоголя та Дніпровської; 2. Існуюча схема організації руху на перехресті; 4. Існуючі параметри роботи світлофорного об'єкту; 5. Інтенсивність руху транспортних потоків; 6. Склад транспортного потоку; 7. Інтенсивність руху на перехресті; 8. Статистика ДТП за тяжкістю наслідків; 9. Розподіл ДТП за видами у 2014 році; 10. Схема для визначення складності перехрестя; 11. Циклограми роботи світлофорного об'єкту; 12. Проектна схема організації руху на перехресті; 13. Економічні показники проєкту.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Основна частина	Райда І.М.		
Економічна частина	Харченко Т.В.		
Охорона праці	Лазуткін М.І.		

7. Дата видачі завдання «07» жовтня 2019 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1.	Аналітична частина	07.10-18.10	
2.	Основна частина	21.10-04.11	
3.	Економічна частина	05.11-15.11	
4.	Охорона праці	18.11-22.11	
5.	Оформлення МР	25.11-29.11	
6.	Отримання зовнішніх рецензій	02.12-09.12	

Студент(ка)


 (підпис)
Є.В. Синиця
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)


 (підпис)
І.М. Райда
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 82 с., 32 табл., 6 рис., 15 використаних джерел.

Об'єкт дослідження: вулично-дорожня мережа Олександрівського району міста Запоріжжя.

Мета роботи: розробити заходи щодо підвищення безпеки руху на перехресті вулиць Гоголя та Дніпровської.

Методи дослідження: аналітичний.

В магістерській роботі вивчені дорожні умови, основні характеристики транспортних та пішохідних потоків та проаналізовано аварійність на вулично-дорожній мережі, що розглядається, зібрано та проаналізовано статистичний матеріал про ДТП.

Розроблені заходи, щодо забезпечення безпеки руху на перехресті вулиць Гоголя та Дніпровської. Розраховані два режима роботи світлофорного об'єкту на цьому перехресті.

Пропоновані рішення підтверджені економічними розрахунками.

АВТОДОРОГА, БЕЗПЕКА РУХУ, ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНА ПРИГОДА, ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК, ІНТЕНСИВНІСТЬ, ПЕРЕХРЕСТЯ, СВІТЛОФОР, ПІШОХІДНИЙ ПЕРЕХІД, ЦИКЛ РЕГУЛЮВАННЯ, ОСНОВНІ ТАКТИ, ДОРОЖНІЙ РУХ, ДОРОЖНІ ЗНАКИ, ДОРОЖНЯ РОЗМІТКА, ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

ЗМІСТ

Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Загальна характеристика об'єкту дослідження	8
1.2 Загальна характеристика вулично-дорожньої мережі	9
1.3 Характеристика транспортних та пішохідних потоків.....	10
1.4 Статистика аварійності.....	21
1.5 Аналіз аварійності.....	23
1.6 Недоліки існуючої схеми організації дорожнього руху та постановка задач на магістерську роботу.....	27
2. ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	28
2.1 Визначення складності перехрестя вул. Гоголя – вул. Дніпровської...	28
2.2 Підвищення безпеки руху на перехресті вул. Гоголя – вул. Дніпровська.....	33
2.2.1 Перевірка необхідності використання світлофорного регулювання..	33
2.2.2 Визначення кількості фаз та схем пофазового роз'їзду.....	35
2.2.3 Розрахунок параметрів світлофорного об'єкту.....	37
2.2.4 Розташування технічних засобів організації дорожнього руху.....	43
2.2.4.1 Дорожні знаки.....	43
2.2.4.2 Дорожня розмітка.....	45
2.3 Екологічна оцінка району проектування.....	47
2.3.1 Визначення середнього значення пробігового викиду шкідливих речовин.....	47
2.3.2 Визначення середнього значення інтенсивності викидів шкідливих речовин.....	51
2.3.3 Обчислення концентрацій токсичних компонентів в атмосферному повітрі.....	53

2.3.4 Оцінка результатів обчислень викидів шкідливих речовин.....	56
3. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	58
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	67
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	67
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	68
4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	69
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	77
Висновки.....	80
Перелік посилань.....	81

ВСТУП

Дороги, як і інші шляхи сполучення, завжди були важливим елементом в житті суспільства. На вулично-дорожній мережі міст виникають проблеми, які пов'язані з великим скупченням автомобілів на окремих ділянках мережі та з перенасиченням руху, внаслідок чого переваги від використання автомобільного транспорту значно зменшуються. Одні проблеми полягають в зменшенні швидкості руху, утворенні заторових ситуацій, що в свою чергу підвищує собівартість перевезень, знижує продуктивність автомобільного транспорту, а також веде до зниження рівня безпеки руху. Інші в невідповідності існуючої вулично-дорожньої мережі сучасним транспортним потокам, в недосконалості організації дорожнього руху на окремих ділянках доріг та перехресть. Все це стосується і міста Запоріжжя.

Предметом даної магістерської роботи стало перехрестя вулиць Гоголя та Дніпровської, що розташоване в Олександрівському районі міста Запоріжжя. Метою роботи є розробка заходів щодо удосконалення організації дорожнього руху на даній ділянці вулично-дорожньої мережі та підвищення безпеки руху.

По вулично-дорожній мережі, що розглядається, здійснюється рух місцевих транспортних потоків. Поліпшення умов руху, підвищення пропускної здатності ділянки та безпеки руху на ній важливо для всього району міста.

Саме цим питанням і приділена увага у магістерській роботі.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика об'єкту дослідження

Об'єкт дослідження – перехрестя вулиць Гоголя і Дніпровської. Ділянка, що розглядається, знаходиться в Олександрівському районі міста.

Запоріжжя, Запорізька область – це один із промислових Центрів Східної Європи. За характером рельєфу Запорізька область – слабохвильова степова рівнина, яка знижується до долини Дніпра та до Азовського моря. Запоріжжя знаходиться на території Запорізької внутрішньої рівнини. Рівнинний характер рельєфу не створює природних труднощів для розвитку господарства, сприятливий для будівництва залізничних та автодорожніх магістралей.

У м. Запоріжжі проживає майже 800 тисяч чоловік. Однак намітився негативний річний приріст населення, викликаний проблемами перехідного періоду економічних реформ. Щільність населення складає 77 чоловік на 1 км². В Запоріжжі мешкає 42% населення області, що пояснюється накопиченням промислових підприємств в місті. Вікова категорія складає: від 20 до 49 років – 17,5%; 65 і більше – 12,9%; до 19 років – 27,0%. Вищу освіту мають 15% населення у віці від 25 до 64 років, а середню – 78%.

Місцями тяжіння населення у районі, що розглядається, є Драматичний театр ім. Магара, Театр ляльок, парк “Дубовий гай”, Національний університет «Запорізька політехніка», Запорізький національний університет, вокзал Запоріжжя II, Запорізька обласна дитяча лікарня та ін.

Карта ділянки, що розглядається у даній роботі, представлена на слайді № 2 графічної частини.

1.2 Загальна характеристика вулично-дорожньої мережі

За даними Архітектури міста у таблиці 1.1 зведені повздовжні ухили, ширина проїзної частини та розділові смуги, кількість смуг руху ділянки, що розглядається.

На ділянці вулично-дорожньої мережі Олександрівського району, що розглядається у даній роботі, стан покриття задовольняє нормам.

Таблиця 1.1 – Геометричні параметри ділянки вулично-дорожньої мережі

Ділянка	Повздовжній ухил, ‰	Ширина проїзної частини, м	Кількість смуг руху
На підході по вул. Гоголя від вул. Троїцької	0	16,5	4
На підході по вул. Гоголя від вул. Фортечної	0	16,5	4
На підході по вул. Леппіка від вул. Олександрівської	-10	14	4
На підході по вул. Леппіка від вул. Жуковського	- 8	14	4

На ділянці вулично-дорожньої мережі радіуси заокруглень складають від 3 до 6 метрів. Тротуари проходять майже впродовж всіх вулиць та їх ширина коливається від 1,5 до 4 метрів. На момент дослідження розмітка була відсутня.

Перехрестя вул. Гоголя – вул. Дніпровська є регульованим за допомогою світлофорної сигналізації. Існуюча схема організації дорожнього руху наведена на слайді № 3 графічної частини магістерської роботи. Існуючі параметри роботи світлофорної сигналізації наведені на слайді № 4 графічної частини магістерської роботи.

1.3 Характеристика транспортних та пішохідних потоків

Аналіз характеристик транспортного потоку, передусім, передбачає облік інтенсивності руху, збір інформації про склад потоку та швидкості руху.

Інтенсивність і склад руху є основним показником, що впливає на такі важливі параметри автомобільної дороги, як ширина проїзної частини, конструкція дорожнього одягу, конструкція дорожніх розв'язок тощо. Вона характеризує рівень завантаження дороги і рівень зручності руху і є визначальним показником для призначення класності або так званої категорії дороги [9].

Для встановлення форми поліпшення організації дорожнього руху проводимо облік інтенсивності з подальшим її прогнозуванням на розрахунковий період. Найпростіший спосіб обліку інтенсивності руху, який досить поширений – візуальний. Інтенсивність визначаємо для кожного напрямку руху з розподілом на групи: легкові автомобілі, вантажні автомобілі, автобуси, мікроавтобуси. Результати дослідження інтенсивності руху на перехресті вул. Гоголя – вул. Дніпровська приведені в таблицях 1.2 – 1.4.

Дослідження інтенсивності транспортних та пішохідних потоків проводилися у жовтні 2019 року. За період дослідження погода була без

істотних опадів, температура повітря становила від 11°C до – 15°C, середня швидкість вітру 3 – 5 м/с.

При обліку за напрямом 1 приймаємо транспортний потік, що рухається з боку вулиці академіка Чабаненка по вулиці Гоголя. Напрямок 2 вважаємо потік, що рухається з боку вулиці Тургенєва по вулиці Гоголя. Напрямок 3 є транспортний потік, що рухається з боку вулиці Олександрівської по вулиці Дніпровській. Напрямок 4 – потік, який рухається з боку вулиці Жуковського по вулиці Дніпровській.

Також, за необхідності розділення потоку на право-, лівоповоротні потоки, позначаємо їх за номером основного потоку з позначенням через крапку цифрою:

- лівоповоротні потоки позначимо цифрою 1;
- потоки, що рухаються прямо – 2;
- правоповоротні потоки позначимо цифрою 3.

Так, наприклад, потік, що рухається з боку вулиці Тургенєва та повертає направо буде позначатися 2.3.

Таблиця 1.2 – Результати обліку інтенсивності руху на перехресті вул. Гоголя – вул. Дніпровська з 7:30 до 8:30

Вид транспортного засобу	Інтенсивність руху, авт/год											
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3
легковий автомобіль	11	416	18	8	388	12	56	531	28	49	374	37
вантажний автомобіль	15	26	-	-	19	4	-	18	4	2	15	8
мікроавтобус	-	12	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-
автобус	-	4	-	4	7	1	-	-	4	-	-	2

Таблиця 1.3 – Результати обліку інтенсивності руху на перехресті вул. Гоголя – вул. Дніпровська з 13:00 до 14:00 ранку

Вид транспортного засобу	Інтенсивність руху, авт/год											
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3
легковий автомобіль	17	203	10	7	182	16	32	232	14	15	177	9
вантажний автомобіль	6	8	-	-	12	3	-	23	-	-	17	11
мікроавтобус	-	9	-	-	10	1	-	-	-	-	-	-
автобус	-	2	-	4	3	-	-	-	4	1	-	-

Таблиця 1.4 – Результати обліку інтенсивності руху на перехресті вул. Гоголя – вул. Дніпровська з 17:00 до 18:00

Вид транспортного засобу	Інтенсивність руху, авт/год											
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3
легковий автомобіль	18	344	8	12	329	18	42	431	19	27	432	16
вантажний автомобіль	2	8	-	-	6	-	-	12	-	2	8	10
мікроавтобус	-	4	-	-	3	-	-	-	-	1	-	-
автобус	1	2	-	4	4	-	-	-	4	1	-	-

Інтенсивності транспортних потоків наведені на слайді 5 графічної частини магістерської роботи.

Склад транспортного потоку є одним з основних факторів, що впливають на режим руху і вимірюється процентним відношенням між кількістю транспортних засобів різних типів, що знаходяться на даній ділянці вулично-дорожньої мережі. Склад транспортного потоку впливає на всі

параметри дорожнього руху, впливає на завантаження доріг в першу чергу різницею габаритних розмірів транспортних засобів та відображує загальний склад транспортного парку міста. Склад потоку в різних точках вулично-дорожньої мережі міста неоднаковий, і ця різниця пов'язана передусім з роллю даної ділянки вулиці або магістралі в генеральній транспортній схемі організації міських вантажо- та пасажироперевезень.

За результатами обліку складу транспортного потоку найбільш переважають легкові автомобілі. Склад транспортного потоку на перехресті вулиць Гоголя – Дніпровська наведений на слайді № 6 графічної частини магістерської роботи.

З урахуванням складу потоку розраховуємо приведену інтенсивність руху по напрямкам за формулою [1]:

$$N_{пр} = N_{л} + N_{в} \cdot k_{пр.в.} + N_{м} k_{пр.м} + N_{а} k_{пр.а} , \quad (1.1)$$

де $N_{л}$, $N_{в}$, $N_{м}$, $N_{а}$ – інтенсивність руху відповідно легкових автомобілів, вантажівок, мікроавтобусів, автобусів та тролейбусів у фізичних одиницях;

$k_{пр.в.}$, $k_{пр.м}$, $k_{пр.а}$, – коефіцієнти зведення відповідно для вантажних автомобілів, мікроавтобусів, автобусів та тролейбусів (приймаються $k_{пр.в.}=2$; $k_{пр.м}=1,5$; $k_{пр.а}=3$).

Приведену інтенсивність руху транспортних потоків розраховуємо для всіх напрямків руху. Результати обчислень зводимо в таблицю 1.5.

Таблиця 1.5 – Результати розрахунку приведеної інтенсивності руху на перехрестях

Час	Інтенсивність руху, авт/год											
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3
7:30-8:30	41	498	18	20	468	23	56	567	48	53	404	59
14:00-15:00	29	238	10	19	230	23	32	278	26	18	211	31
17:00-18:00	25	372	8	24	357	18	42	455	31	34	448	36

Однією з найважливіших причин, що зумовлюють потребу реорганізації руху, є зростання інтенсивності руху, яке призводить до зниження швидкостей і виникнення заторів на окремих ділянках дороги і до різкого погіршення її транспортних якостей. З метою недопущення погіршення умов руху і проведення відповідних заходів щодо поліпшення дорожніх умов виникає потреба в прогнозуванні інтенсивності руху, яке може ґрунтуватися переважно на даних обліку руху на існуючій дорозі [3].

На основі проведених спостережень за кілька років можна встановити тенденцію зростання інтенсивності руху, яку визначають екстраполяванням ретроспективних даних. При цьому до отриманої інтенсивності додають вантажопотоки від майбутніх підприємств, що будуються або будуватимуться в зоні дороги. Точність прогнозування інтенсивності руху залежить від правильно вибраної гіпотези зміни цього процесу.

Тому під час вибору гіпотези зміни інтенсивності руху впродовж кількох років слід враховувати характер розвитку району знаходження дороги і зростання транзитного руху.

Прогнозовану інтенсивність руху транспортних засобів розраховуємо за формулою [2]:

$$N_t = N_0(1 + \alpha)t, \quad (1.2)$$

де N_t – інтенсивність руху в розрахунковий рік, авт/добу;
 N_0 – інтенсивність руху поточного року за даними спостережень, авт/добу;
 α – коефіцієнт приросту інтенсивності руху;
 t – розрахунковий період прогнозування, роки.

Для м. Запоріжжя приріст інтенсивності складає 1%. Інтенсивність прогнозуємо на п'ять років.

Перспективна інтенсивність руху наведена в таблиці 1.6 та на слайді № 7 графічної частини магістерської роботи.

Таблиця 1.6 – Прогнозована інтенсивність руху на перехресті

Перехрестя	Фактична інтенсивність за 2019 р., Nф	Роки				
		2020	2021	2022	2023	2024
вул. Гоголя – вул. Дніпровська	2255	2276	2301	2324	2347	2370

Швидкість є важливою характеристикою транспортно – експлуатаційних якостей автомобільних доріг. По величині швидкості руху можна дати оцінку ступеню забезпечення безпеки руху, комфортабельності та зручності поїздки, економічності руху. Величина швидкості безперервно змінюється вздовж дороги. Ці зміни пов'язані як з особливостями дорожніх умов, так і з інтенсивністю руху.

Режим транспортного потоку по міським вулицям і дорогам формується під впливом великої кількості факторів, найбільш впливовими з яких є: інтенсивність і число смуг руху, ширина проїзних частин та обочин, величина повздовжнього ухилу та його довжина, величина радіусу кривих в плані, наявність перешкод на дорозі, стан проїзної частини та обочин в

залежності від погодно-кліматичних факторів, склад і щільність потоку, частота розміщення перехресть і ступінь координації їх роботи, ступінь ізолюваності від пішохідного руху і метод організації руху.

Значно впливає на швидкість руху склад потоку автомобілів. Від складу залежать середні швидкості руху та кількість обгонів.

Водії при русі по дорозі і у вільних умовах прагнуть підтримувати бажану швидкість руху. Збільшення інтенсивності руху призводить до необхідності здійснення обгонів для підтримання цієї швидкості, а також до зниження швидкості при неможливості обгонів.

Сумісний вплив всіх перерахованих факторів призводить до встановлення на дорозі певного швидкісного режиму руху автомобілів. Зміна величин швидкостей руху має випадковий характер внаслідок випадкового впливу усіх діючих факторів. Тому це необхідно враховувати при розрахунках швидкостей руху для отримання величин швидкостей, близьких до фактичних, що спостерігаються в реальних дорожніх умовах.

Швидкість руху здебільшого визначають методами стаціонарних спостережень. Для вимірювань використовують секундоміри, швидкостеміри, радіолокатори.

Визначення швидкості руху автомобілів за допомогою радіолокаторів ґрунтується на використанні ефекту Доплера, що засвідчує різницю частот випромінюваних і відбитих електромагнітних хвиль, спрямованих на рухомий автомобіль. Радіолокатор встановлюють на відстані 15 – 20 м від осі дороги під певним кутом відносно напрямку руху.

При вимірюванні швидкості був використаний радіолокатор типу “Іскра-1”. Це універсальний імпульсний вимірювач швидкості. Він реалізує всі можливі режими роботи у стаціонарному положенні й у русі, селекцію цілей по напрямку. Технічні характеристики приладу наведені у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Тактико-технічні характеристики дорожніх радарів “Іскра-1”

Параметр	Значення
Робоча частота	24.15 ± 0,1 ГГц (К-діапазон)
Дальність виявлення, не менше	500 – 800 м
Діапазон вимірюваних швидкостей	30 – 220 км/год
Межі абсолютної погрішності виміру швидкості, що допускається	± 2,0 км/год
Час виміру швидкості	не більше 1,0 сек
Виділення найшвидшої цілі	при перевищенні швидкості групи на 4 км/год
Кількість комірок пам'яті	2
Час збереження значення швидкості в кожній з комірок пам'яті	не менше 10 хвилин
Припустима тривалість безупинної роботи	не менше 16 годин
Час установки робочого режиму після включення живлення	не більше 3 сек
Середня споживана потужність	не більше 8 Вт
Автономне живлення	від 6 до 24 годин без підзарядки. Залежить від обраного типу акумулятора
Напруга живлення	11 – 16 В
Маса	не більше 0,9 кг (без акумулятора)
Габаритні розміри	не більше 265x180x65 мм
Припустимі граничні температури	- 50°З +55°З
Середній наробіток на відмовлення	5000 годин

Дальність якісного визначення номерного знаку – 100 м.

При інтенсивності руху більше 200 авт/год рекомендована кількість замірювань складає 30 [3]. Оскільки зі збільшенням інтенсивності руху швидкості автомобілів у потоці поступово вирівнюються, число замірювань зменшується. Отримані в результаті спостережень дані про швидкості руху опрацьовують за допомогою методів математичної статистики. На першому етапі усі значення швидкостей, отримані в результаті спостережень, об'єднують у розряди. Величину розряду беруть 5 км/год, для якого визначають частоту, частість та накопичену частість.

Частота – це кількість автомобілів, що рухаються зі швидкістю, відповідною прийнятому розряду.

Частість – це відношення частоти, що відповідає прийнятому розряду, до загального числа проведених вимірювань, виражене у відсотках.

Накопичена частість є послідовною сумою частостей кожного розряду.

Отримані дані зводимо в таблицю 1.8.

Таблиця 1.8 – Характеристика даних спостережень за швидкостями руху по вулиці Гоголя

Розряд, км/год	Частота, шт.	Частість, %	Накопичена частість, %
20,1-25	4	8	8
25,1-30	0	0	8
30,1-35	2	4	12
35,1-40	0	0	12
40,1-45	9	18	30
45,1-50	3	6	36
50,1-55	9	18	54
55,1-60	16	32	86
60,1-65	2	4	90
65,1-70	4	8	98
70,1-75	1	2	100
Сума	50	100	-

За даними таблиці 1.8 креслимо діаграму розподілу швидкостей і кумулятивну криву, де по осі ординат відкладаємо частість, по осі абсцис – розряди (рис.1.1).

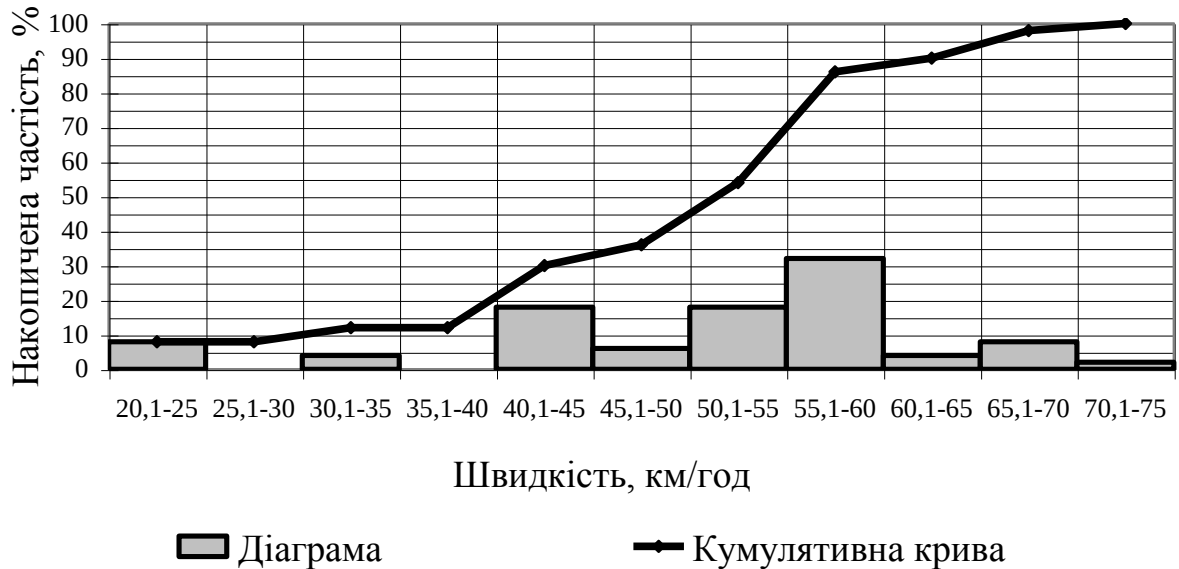


Рисунок 1.1 – Діаграма і кумулятивна крива розподілу швидкостей руху по вулиці Гоголя

При аналізі статистичних даних по миттєвим швидкостям руху розрізняють швидкості 15, 50, 85 та 95% забезпеченості. Ці швидкості отримують на основі аналізу кумулятивної кривої.

З кривих розподілу одержують середні швидкості, які практично відповідають швидкості 50% забезпеченості та модальне значення швидкості, яке показує швидкість, з якою рухається основна частина автомобілів.

Швидкості 15% забезпеченості показують з якими швидкостями рухається найповільніша частина транспортного потоку, яка є причиною дорожніх подій, що пов'язані з обгонами.

Швидкості 50% забезпеченості відповідають середній швидкості руху всіх автомобілів даного потоку.

Швидкості 85% забезпеченості показують з якими швидкостями рухається найшвидша частина потоку автомобілів. Величина цієї швидкості використовується при організації руху.

Значення швидкостей 95% забезпеченості показують швидкості найшвидших автомобілів, що рухаються з ризиком потрапити в дорожні події.

Аналізуючи кумулятивні криві знаходимо швидкості 15, 50 85, 95% забезпеченості. Їх значення заносимо до таблиці 1.9

Таблиця 1.9 – Значення швидкостей, отримані на основі аналізу кумулятивної кривої

Швидкості 15%, км/год	Швидкості 50%, км/год	Швидкості 85%, км/год	швидкостей 95%, км/год
38	52	57	65

Пішохідний рух на міських вулицях, так само як і транспортний потік, є об'єктом дослідження в цілях вибору методу регулювання його і розробки різних планувальних заходів, направлених на поліпшення умов руху і підвищення безпеки.

Пішохідні потоки в значній мірі визначають характер протікання процесу дорожнього руху в цілому, і від якості організації пішохідного руху в основному залежить рівень аварійності в містах.

Організація дорожнього руху в сучасних міських умовах повинна мати своєю головною метою створення оптимальних умов пішохідного руху. При цьому оптимальність умов руху є забезпечення можливості вільного вибору пішоходом напрямку і швидкості свого руху, за умови його безпеки у межах пішохідного шляху сполучення. У зв'язку з цим виникає необхідність в інформації, що визначає основні характеристики пішохідних потоків [3].

Основними показниками, що характеризують рух пішохідних потоків, є інтенсивність, щільність і швидкість руху.

Загальне завантаження пішохідного шляху характеризує інтенсивність пішохідних потоків, яка визначається числом пішоходів, що проходять через поперечний перетин пішохідного шляху за час, протягом якого продовжується спостереження.

Для пішохідного руху за напрямом 11 приймаємо потік пішоходів, що перетинають вулицю Гоголя з боку вулиці академіка Чабаненка. Напрямок 12 будемо вважати пішохідний потік, що перетинає вулицю Дніпровську з боку вулиці Олександрівської. Напрямок 13 – потік пішоходів, що перетинають вулицю Гоголя з боку вулиці Тургенєва. Потік, що перетинає вулицю Дніпровську з боку вулиці Жуковського є напрямком 14.

У таблиці 1.10 представлені інтенсивності пішохідних потоків.

Таблиця 1.10 – Результати дослідження інтенсивності руху пішоходів

Перехрестя	Інтенсивність руху пішоходів, піш/год			
	11	12	13	14
вул. Гоголя – вул. Дніпровська	256	224	214	239

1.4 Статистика аварійності

До категорії дорожньо-транспортних пригод відносяться всі випадки, що виникають у процесі руху транспортних засобів на дорогах та вулицях міста, в результаті яких можливі каліцтва та загибель людей та тварин, пошкодження транспортних засобів, довколишніх споруд. Всі пригоди можна поділити на конкретні групи зважаючи на великий комплекс причин, що сприяють їх виникненню. Основою для аналізу та розробки заходів та попереджень дорожньо-транспортних пригод є точні дані про дорожньо-транспортні пригоди, систематизовані у конкретній формі.

Основним документом, що фіксує дорожньо-транспортні пригоди, є спеціальні картки, в яких по встановленій формі достатньо детально

реєструються фактори та причини, що сприяють і обумовлюють їх виникнення. У картці також вказується місто пригоди, умови, стан транспортних засобів та інші деталі. У автоінспекції міста відомості про події, що надходять та занесені в картки, систематизують по місцю події і часу і зводяться в так звані “дільничні картки”.

При організації збору даних про стан аварійності всі дорожньо-транспортні події поділяють на три групи.

Перша група — дорожньо-транспортні події, в яких загинули або одержали поранення люди. Відомості про ці події заносяться в спеціальну картку обліку ДТП і включаються в державну статистичну звітність.

Друга група — дорожньо-транспортні події з матеріальним збитком без постраждалих, а також дорожньо-транспортні події, в яких люди одержали легкі тілесні пошкодження і не відносяться до числа поранених. Відомості про такі ДТП в державну статистичну звітність не включаються, а узагальнюються і аналізуються на рівні окремих міст і районів.

Третя група — окремі дорожньо-транспортні події, які по формальним ознакам можуть бути кваліфіковані як дорожньо-транспортні, але відомості про них в державну статистичну звітність не включаються.

Статистика аварійності наведена у таблицях 1.11, 1.12 та на слайді № 8 графічної частини магістерської роботи. Треба відмітити, що дані про скоєні ДТП взяті за 2010-2014 роки. В наступний період отримати дані щодо скоєних ДТП не вдалося.

Таблиця 1.11 – Статистичні дані аварійності за п'ять років

Перехрестя Роки	вул. Гоголя – вул. Дніпровська
2010	3
2011	4
2012	5
2013	9
2014	7
Всього	28

Таблиця 1.12 – Статистичні дані аварійності за п'ять років за тяжкістю

Роки Тяжкість	2010	2011	2012	2013	2014
Всього	3	4	5	9	7
Кількість ДТП з постраждалими	1	0	4	0	3
Кількість ДТП з загиблими	0	0	1	0	0

1.5 Аналіз аварійності

Виникнення дорожньо-транспортних подій може бути викликане одночасно декількома причинами.

Одні з них — основні, інші — супутні. До супутніх відносяться дорожньо-транспортні умови: інтенсивність руху, стан дорожнього покриття, планувальна характеристика вулиці і дороги (видимість, ухили, криві і т. д),

облаштування дороги і т.д. Саме ці сприяючі причини обумовлюють концентрацію пригод в певних місцях міських вулиць, які в основному концентруються на магістральних вулицях з інтенсивним рухом транспорту і пішоходів і в зонах перехресть.

Міські перехрестя і площі з перетином транспортних потоків в одному рівні є найбільш небезпечними ділянками вулиць. На них виникають до 50% всіх транспортних подій зі смертельним результатом. Значна кількість подій також має місце на кривих і крутих ухилах.

Найбільша кількість подій відмічається на вулицях з інтенсивним рухом транспорту, причому ступінь аварійності на них багато в чому залежить від характеристики самих вулиць і проїзних частин. Зі збільшенням транспортного потоку аварійність збільшується і лише при дуже великій інтенсивності починає знижуватися внаслідок природного падіння швидкостей руху. Велика аварійність також зосереджується на вузьких вулицях, на кривих вулицях до певного значення аварійність росте зі зростанням кількості кривизни на одиницю протяжності дороги, а потім починає падати. Отже, у міру підвищення класу дороги і вулиць зменшується і аварійність.

Аналіз аварійності за видами на обраній для розробки ділянці вулично-дорожньої мережі міста приведений у таблиці 1.13, а також на слайді № 9 графічної частини магістерської роботи.

Таблиця 1.13 – Аналіз аварійності за видами за 2014 рік

Види ДТП	вул. Гоголя – вул. Дніпровська	
	Всього	Постраждали
всі ДТП	7	3
зіткнення	5	2
наїзд на стоячий транспортний засіб	1	0
наїзд на пішохода	1	1

Концентрація дорожньо-транспортних подій на мережах пасажирського транспорту загального користування має свою специфіку. Більш всього подій зосереджено в зонах зупинок, причому для безрейкового транспорту на зупинках, розташованих безпосередньо перед перехрестям. Як правило, такі пункти розташовують перед пішохідними переходами, і пасажирів, що вийшли з тролейбуса або автобуса і прямуючі на протилежну сторону вулиці, через неувагу створюють аварійну обстановку.

При розташуванні зупинок за перехрестям перехід вулиці на протилежну сторону здійснюється за тролейбусом або автобусом. В цьому випадку забезпечується краща видимість, як для пішоходів, так і для водіїв транспорту.

Дорожньо-транспортні події викликаються різними причинами і вивчення їх вельми важливе для розробки заходів щодо забезпечення безпеки руху. Виявлено, що розміри аварійності і травматизму знаходяться в прямій залежності від наступних основних чинників: чисельності населення міста; чисельності транспортних засобів в місті; розмірів транспортної мережі; коефіцієнта використання транспортних засобів; стану доріг, їх устаткування і впорядкування; технічного стану транспортних засобів і ін.

Стан аварійності в Олександрівському районі за причинами наданий у таблиці 1.14. Аналіз аварійності за незадовільними дорожніми умовами наведений у таблиці 1.15.

Таблиця 1.14 – Стан аварійності в Олександрівському районі за причинами

Роки	Всього	З вини водіїв			З вини пішоходів	
		всього	у тому числі		всього	у тому числі за участю дітей
			з вини водіїв підприємств	з вини нетверезих водіїв		
2011	92	67	6	1	25	15
2012	121	95	4	4	26	12
до 2011 року, %	132	142	67	400	104	80
Питома вага по 2012 р., %	-	79	4	4	21	10

Таблиця 1.15 – Аналіз аварійності за незадовільними дорожніми умовами у 2012 році

Незадовільні дорожні умови	Проспект Соборний	
	Всього	Постраждали
відсутнє освітлення	1	1
відсутня дорожня розмітка	19	19
відсутнє огороження	1	1
відсутній світлофор	1	4
наявність перешкод	4	4
незабезпеченість водовідводу	1	1
нерівне покриття	1	1
слизьке покриття	3	5
Всього	32	36

Аналіз показав, що велику частину подій по містах складають зіткнення і наїзди на пішоходів. Основною причиною цих подій є порушення правил руху водіями та пішоходами.

1.6 Недоліки існуючої схеми організації дорожнього руху та постанова задач на магістерську роботу

Проаналізувавши існуюче становище можливо виділити наступні вади в організації дорожнього руху на ділянці, що розглядається:

- порушення швидкісного режиму руху певною часткою водіїв;
- значна кількість ДТП на порівняно не завантаженому рухом ділянці;
- розташування технічних засобів регулювання дорожнім рухом не завжди відповідає вимогам відповідних ДСТУ;
- відсутність дорожньої розмітки.

Для виключення перерахованих недоліків у магістерській роботі передбачається:

- застосування технічних засобів організації дорожнього руху для підвищення його безпеки;
- перевірка відповідності існуючих режимів роботи світлофорного об'єкту наявним інтенсивностям руху;
- поновлення розмітки проїжджої частини.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Визначення складності перехрестя вул. Гоголя – вул. Дніпровська

Недолік статистичних даних про різного виду ДТП значно ускладнює визначення небезпечних ділянок автомобільних доріг із високим ступенем аварійності, а, отже, і вибір підходящих заходів підвищення безпеки дорожнього руху.

Ефективним засобом управління безпекою дорожнього руху може бути метод аналізу конфліктних ситуацій. Він запропонований понад 40 років тому, як одна з процедур оцінки безпеки руху. Для підвищення рівня безпеки дорожнього руху він спочатку використовувався для аналізу конфліктних ситуацій між автомобілями, а останнім часом розглядається також процес утворення конфліктних ситуацій між автомобілями і пішоходами. Робилися спроби встановлення зв'язку між небезпечними ділянками на дорогах і числом ДТП за минулі роки, для яких використовувався підрахунок конфліктних ситуацій. Крім того, було показано, що для будь-якого перехрестя з підвищенням рівня завантаженості кількість конфліктних ситуацій збільшується і, як наслідок, зростає кількість ДТП. Визначено зв'язок між небезпечними конфліктними ситуаціями і кількістю поранень у результаті ДТП.

Конфліктна ситуація являє собою транспортну подію, що включає одного або більше пішоходів чи автомобілів, з одного боку, і одне або більше транспортних засобів чи пішоходів з іншого, при якому один або обидва (чи більше) учасники руху змушені робити якісь нетипові або незвичайні дії, такі як зміна напрямку руху або швидкості руху з метою уникнути наїзду або зіткнення [9].

Несподіваний маневр із метою уникнення зіткнення вважається конфліктною ситуацією. Він у даному випадку нагадує раптову зміну

швидкості руху (наприклад, для автомобіля: гальмування, зміна смуги руху і розгін, для пішохода: зупинка, пробіжка і паралельний рух із метою уникнення зіткнення з транспортним засобом).

Звичайні методи аналізу аварійності можуть застосовуватися тільки «постфактум», тому що базуються на статистичних даних спостережень. Це не дає можливості оцінки аварійності при проектуванні або удосконаленні вулично-дорожньої мережі міст. Однак помічено, що будь-якому вже скоєному ДТП передуює конфлікт, а конфлікт (у свою чергу) - несприятлива дорожньо-транспортна ситуація (НДТС). Такі ситуації найбільш типові для місць, де відбувається специфічна взаємодія учасників дорожнього руху - транспортних засобів і пішоходів. Ці місця одержали назву конфліктних точок. Виявлення потенційних конфліктних точок і подальша їх оцінка дозволяють, не чекаючи виникнення ДТП, уживати заходів до зниження аварійності.

Природно, найбільш характерними в цьому відношенні є місця, де зустрічаються, переплітаються і перетинаються потоки транспортних засобів і пішоходів, тобто перехрестя вулиць і доріг. Такі місця називаються конфліктними точками.

Типи конфліктних точок зображені на рисунку 2.1.

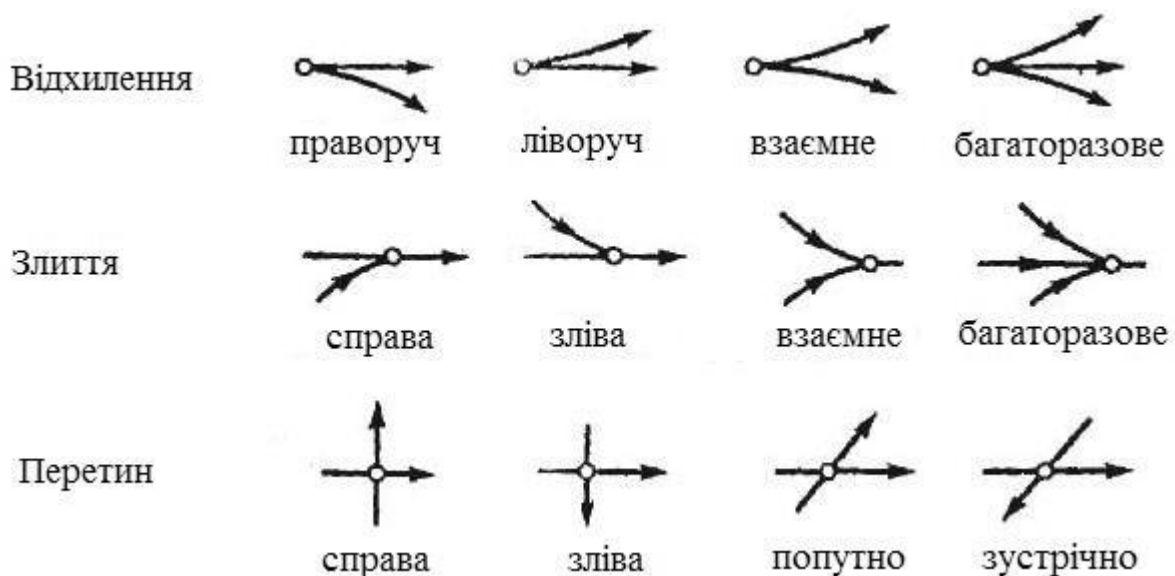


Рисунок 2.1 – Класифікація конфліктних точок

Конфліктні точки – місця вулично-дорожньої мережі, в яких відбувається взаємодія потоків.

Характерною особливістю кожної конфліктної точки є не тільки потенційна небезпека зіткнення транспортних засобів, але й імовірність затримки цих транспортних засобів.

Кількість конфліктних точок визначається існуючими або дозволеними напрямками руху та кількістю смуг руху транспортних засобів.

Для порівняльної оцінки складності та потенційної небезпеки транспортних вузлів використовують різноманітні системи умовних показників.

Поширена п'ятибальна система оцінки:

- відхилення – 1 бал
- злиття – 3 бали
- перетин – 5 балів.

Показник складності перехрестя розраховується за наступною формулою [1]:

$$m = n_v + 3n_z + 5n_p, \quad (2.1)$$

де n_v , n_z , n_p – кількість точок відхилення, злиття та перетину відповідно.

Транспортний вузол вважається простим, якщо $m < 40$; середньої складності, якщо $m = 40 \dots 80$; складним при $m = 80 \dots 150$; дуже складним, якщо $m > 150$ [1].

Виконаємо визначення складності перехрестя вул. Гоголя – вул. Дніпровська. Для цього необхідно розрахувати кількість конфліктних точок на перехресті. На рисунку 2.2 та на слайді № 10 графічної частини магістерської роботи наведені конфліктні точки на перехресті вул. Гоголя – вул. Дніпровська.

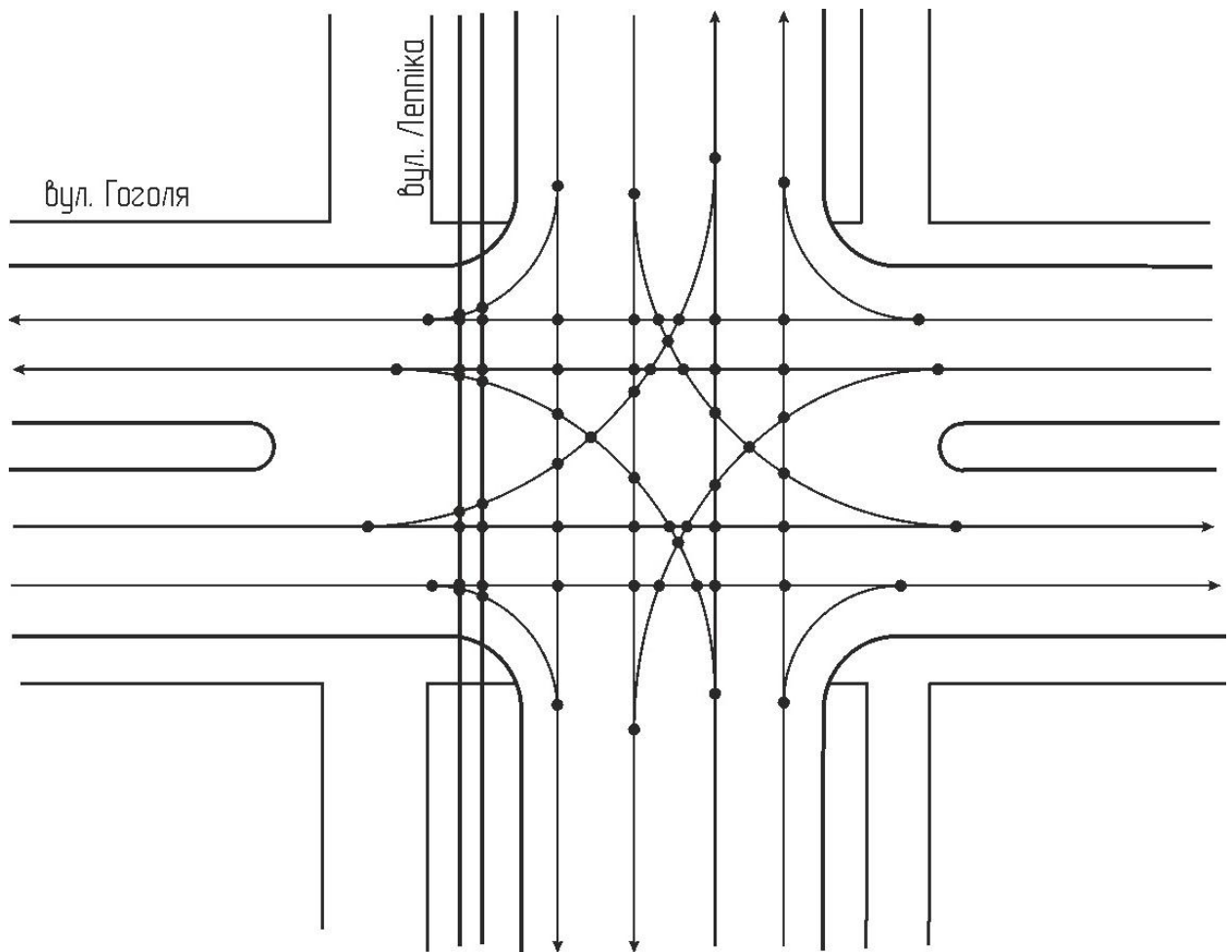


Рисунок 2.2 – Конфліктні точки на перехресті

Отже, на перехресті вул. Гоголя – вул. Дніпровська визначено:

- конфліктних точок відхилення – 8;
- конфліктних точок злиття – 8;
- конфліктних точок перетину – 53.

Складність перехрестя за п'ятибальною системою оцінки складає:

$$m = 8 + 8 \cdot 3 + 53 \cdot 5 = 297.$$

Отже, оцінка складності перехрестя вул. Гоголя – вул. Дніпровська підтверджує, що дане перехрестя є дуже складним й організація дорожнього руху на ньому потребує значної уваги.

Взаємодія транспортних засобів на дорогах є складним явищем, і спрощені оцінки відповідних конфліктних точок дають можливість лише приблизно уявити собі складність того або іншого транспортного вузла. Реальна небезпека конфліктуючих потоків, умови видимості для водіїв, стан покриття проїжджої частини дороги, траєкторія, по якій здійснюється маневр, і ін. значно підвищують складність перехрестя.

Крім цього, розглянута система оцінки не дає можливості оцінити перехрестя з урахуванням інтенсивностей руху, що є дуже важливим. Професором Е.М. Лобановим пропонується оцінювати показник аварійності на існуючих пересіченнях на одному рівні за допомогою наступної формули [2]:

$$K_{ав} = \frac{G_i \cdot K_r \cdot 10^6}{\sum (M + N) \cdot 25}, \quad (2.2)$$

де G_i – кількість ДТП, що зареєстровані на даному перехресті за один рік;
 K_r – коефіцієнт річної нерівномірності руху;
 M, N – добові інтенсивності руху на перехресті на всіх під'їздах в обох напрямках відповідно, од/добу.

В Олександрівському районі K_r складає близько 1,22. Показник аварійності перехрестя складе:

$$K_{ав} = \frac{7 \cdot 1.22 \cdot 10^6}{27060 \cdot 25} = 12.62$$

Згідно [2], якщо $K_{ав} \geq 12$ – перехрестя є небезпечним з аварійної точки зору. За цією методикою перехрестя є аварійно небезпечним.

Отже, можна стверджувати, що перехрестя вул. Гоголя – вул. Дніпровська потребує виконання заходів, направлених на підвищення безпеки руху на перехресті.

2.2 Підвищення безпеки руху на перехресті вул. Гоголя – вул. Дніпровська

Виконані розрахунки складності перехрестя вул. Гоголя – вул. Дніпровська та аналіз інтенсивностей руху на перехресті дозволяють припустити, що для підвищення безпеки руху та зменшення транспортних затримок на перехресті може бути перерахований режим світлофорного регулювання. Крім цього, у якості додаткових заходів пропонується поновити та навести дорожню розмітку 1.1, 1.3, 1.5, 1.6, 1.12, 1.14.2 та встановити дорожні знаки 5.35.1(2) та 5.41.

2.2.1 Перевірка необхідності використання світлофорного регулювання

Уведення світлофорного регулювання ліквідує конфліктні точки завдяки рознесенню у часі пріоритетів руху і тим самим підвищує безпеку дорожнього руху. Але разом з тим застосування світлофорного регулювання на перехресті принципово пов'язане з виникненням транспортних затримок навіть на головній дорозі. Таким чином, світлофорне регулювання не завжди доцільне і потребує певного обґрунтування [5].

Відповідно до чинних в Україні правил застосування світлофорного регулювання існують критерії введення світлофорного регулювання. Згідно ДСТУ 4092-2002 транспортні світлофори типів 1, 2 і пішохідні світлофори

повинні встановлюватись при наявності хоча б однієї із наступних п'яти умов [5].

Умова 1. На протязі 8 годин робочого дня тижня середньогодинна інтенсивність руху транспортних засобів не менше вказаної в таблиці 2.1.

Умова 2. На протязі 8 годин робочого дня тижня середньогодинна інтенсивність руху транспортних засобів не менше:

600 од./год (для доріг з розділовою смугою – 1000 од./год) по головній дорозі в двох напрямках;

150 пішоходів пересікають проїзну частину в одному найбільш завантаженому напрямку в кожен із тих же 8 год.

Для населених пунктів з чисельністю мешканців менше 10 тис. чол. нормативи за умовами 1 та 2 складають 70 % вказаних.

Умова 3. Існує проміжок часу в 1-ну годину, на протязі якого виконується умова 2.

Умова 4. Умови 1 та 2 одночасно виконуються по кожному окремому нормативу не менше ніж на 80%.

Умова 5. За останні 12 місяців на перехресті скоєно не менше трьох дорожньо-транспортних пригод, яким можна було б запобігти при наявності світлофорної сигналізації (наприклад, зіткнення транспортних засобів, що рухаються з поперечних напрямків, наїзди транспортних засобів на пішоходів, що переходять дорогу, зіткнення між транспортними засобами, що рухаються в прямому напрямку та, що повертають наліво із зустрічного напрямку).

Згідно даних інтенсивностей руху на перехресті, що наведені в таблицях 1.2-1.4, та співставляючи їх з вимогами таблиці 2.1, світлофорне регулювання потрібно за першою умовою на протязі світлого часу доби. Однак, потрібно відмітити значну різницю в інтенсивностях руху транспортних засобів в пікові та між пікові періоди часу. Тому пропонується на перехресті вул. Гоголя – вул. Дніпровська використовувати дві програми для світлофорного регулювання в залежності від періоду доби.

Таблиця 2.1– Критерії введення світлофорної сигналізації за умовою 1

Кількість смуг руху в одному напрямку		Інтенсивність руху транспортних засобів, од./год	
головна (більш завантажена) дорога	другорядна (менш завантажена) дорога	по головній дорозі в двох напрямках	по другорядній дорозі в одному, найбільш завантаженому напрямку
1	1	750	75
		670	100
		580	125
		500	150
		410	175
		380	190
2 та більше	1	900	75
		800	100
		700	125
		600	150
		500	175
		400	200
2 або більше	2 або більше	900	100
		825	125
		750	150
		675	175
		600	200
		525	225
		480	240

2.2.2 Визначення кількості фаз та схем пофазового роз'їзду

Для визначення кількості фаз по-перше необхідно розділити усі напрямки руху на перехресті на конфліктні та неконфліктні.

Конфліктними напрямками вважаються всі перетинання або злиття потоків, але з наступними винятками [5]:

- якщо лівоповоротний потік, що конфліктує із зустрічним потоком прямого напрямку, не перевищує 120 авт/год;
- якщо пішохідний потік не перевищує 900 чол/год, а конфліктуючі з ним поворотні транспортні потоки не перевищують 120 авт/год.

Пофазовий роз'їзд забезпечує розподіл конфліктуючих потоків у часі.

Необхідно прагнути до мінімальної кількості фаз у циклі регулювання, тому що це пов'язано з затримками руху на перехресті. Чим більше фаз, тим більше затримки.

Необхідно не випускати з однієї й тієї ж смуги транспортні засоби, рух яких передбачено в різних фазах, тобто смуги руху необхідно закріплювати за напрямками.

У найпростішому випадку, коли переважає рух у прямих напрямках, роз'їзд транспортних засобів організовується за двофазним циклом. Всі учасники руху діляться на дві групи. Черговість їхнього руху ліквідує на перехресті найнебезпечніші конфліктні точки (див. рисунок 2.3).

Застосування трьох і більше фаз пов'язане з високою інтенсивністю лівоповоротних потоків або пішохідного руху.

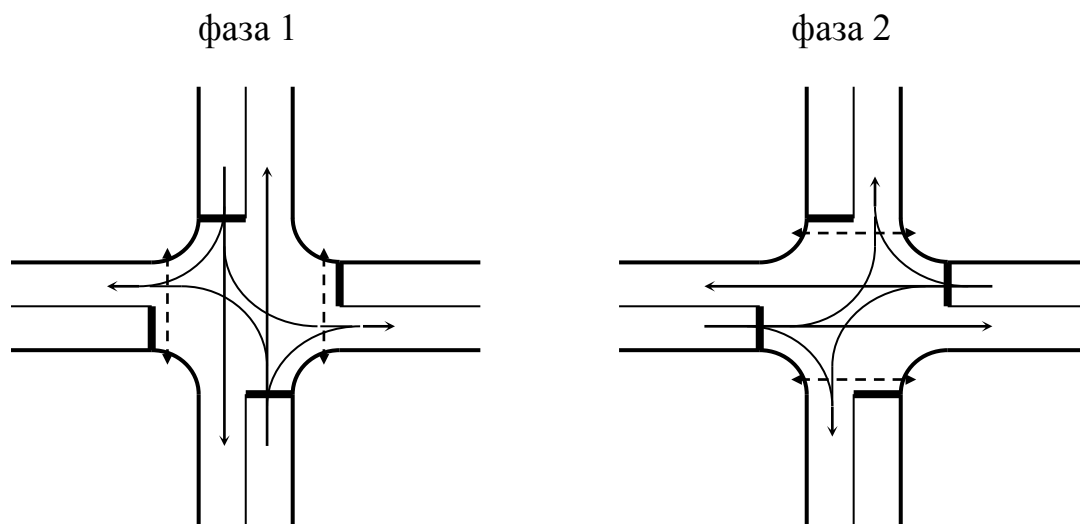


Рисунок 2.3 – Схеми двофазного роз'їзду

Розглядаючи напрямки руху та їх інтенсивності слід зазначити, що світлофорне регулювання на цьому перехресті повинно виконуватись за стандартними двома фазами в ранковий та вечірній піковий період. Отже, схеми пофазового роз'їзду наведені на рисунку 2.4.

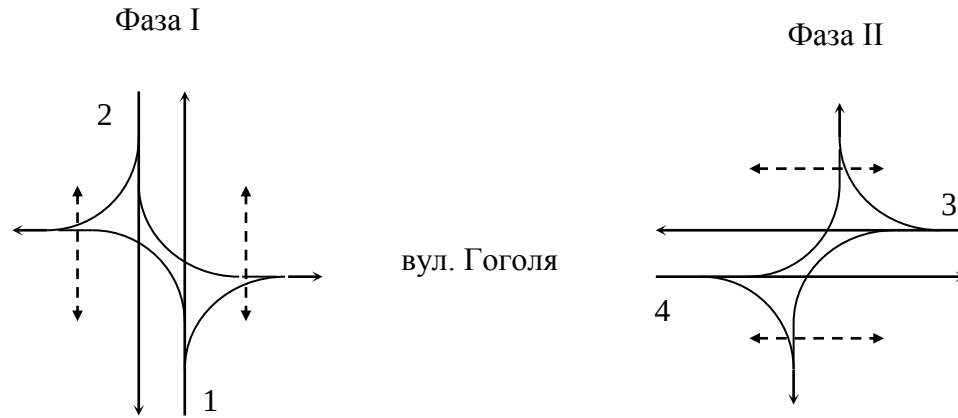


Рисунок 2.4 – Схеми пофазового роз'їзду на перехресті вул. Гоголя – вул. Дніпровська

2.2.3 Розрахунок параметрів світлофорного об'єкту

Порядок чергування сигналів, їх вигляд і значення, прийняті в Україні, відповідають міжнародній конвенції про дорожні знаки і сигнали. Сигнали можуть чергуватися в різних комбінаціях. У даній роботі сигнали чергуються так:

червоний – червоний з жовтим – зелений – зелений проблісковий – жовтий – червоний і так далі.

На перехресті управління роботою світлофорів виконується декількома сигнальними групами. Почергове надання права на рух через перехрестя в певних напрямках припускає періодичність або циклічність роботи світлофорного об'єкту.

Період, протягом якого діє певна комбінація світлофорних сигналів, називається тактом регулювання. Такти можуть бути основними і проміжними. Під час основного такту дозволений або заборонений рух

певної групи транспортних засобів і пішоходів. Проміжний такт служить для підготовки до передачі права на рух наступній групі учасників руху. Вказана підготовка означає звільнення перехрестя від транспортних засобів і пішоходів, що мали право на рух під час попереднього основного такту [8].

При пофазовому методі регулювання руху в кожному такті можуть бути ввімкнені світлофори декількох напрямів руху. При цьому можливі ситуації, в яких в декількох тактах одного циклу будуть ввімкнені однакові сигнали світлофорів одного і того ж напрямку руху. Таким чином, при пофазовому методі в такті регулювання об'єднані світлофори, які можуть вмикатися і вимикатися не одночасно. При цьому сукупність основного і проміжного тактів називається фазою регулювання. Сукупність всіх фаз, що періодично повторюється, називається циклом регулювання. Під режимом світлофорного регулювання розуміють тривалість циклу і кількість, порядок чергування і тривалість відповідних тактів і фаз.

Конфліктна матриця транспортних напрямів – це квадратна матриця, елемент якої B_{ij} дорівнює відстані від стоп-лінії транспортного напрямку і до дальньої конфліктної точки цього напрямку з траєкторіями, що входять до напрямку j .

Значення елементів конфліктної матриці залежать від:

- геометричних параметрів перехрестя;
- розподілення траєкторій за напрямками.

Розрахунок конфліктної матриці для перехрестя виконується за формулою [8]:

$$B_{ij} = B_{\text{стоп-світ}} + B_{\text{світ-пч}} + B_{\text{траєктор}}, \quad (2.3)$$

де $B_{\text{стоп-світ}}$ - відстань від стоп-лінії до світлофора;

$B_{\text{світ-пч}}$ – відстань від світлофора до краю проїзної частини перетинаючого напрямку;

$B_{\text{трактор}}$ – довжина траєкторії руху в межах перехрестя, м.

Розрахунки за формулою (2.3) зведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Матриця конфліктних напрямів, м

Напрямки	1	2	3	4
1	X	0	23	23
2	0	X	23	23
3	22	22	X	0
4	-26,5	25	0	X

Перехідний інтервал – це проміжок у світлофорному циклі, протягом якого хоч в одній сигнальній групі здійснюється перехід з зеленого на червоний сигнал та з червоного на зелений сигнал. Початок перехідного інтервалу означається блиманням сигналу, що дозволяє рух хоча б в одній сигнальній групі, а його закінчення – ввімкненням сигналу, що дозволяє рух, після чого до кінця наступного основного такту жодних змін у сигналізації не відбувається [8].

Перехідний інтервал призначено для проїзду перехрестя транспортними засоби, що перетнули стоп-лінію на момент ввімкнення сигналу, що забороняє рух та для безпечного завершення пішоходами проїзної частини після ввімкнення сигналу, що забороняє рух або повернення на тротуар (острівцець).

При розрахунках тривалостей перехідних інтервалів застосовують метод вихідних стоп-ліній та метод дальніх конфліктних точок. Метод дальніх конфліктних точок дає менші значення інтервалів, що сприяє

збільшенню пропускної спроможності перехрестя (регульованого переходу).

Метод вихідних стоп-ліній сприяє забезпеченню безпеки руху.

Розрахунок перехідних інтервалів виконується за формулою [8]:

$$t_{\partial_i} = t_p + \frac{V_k}{2a^k} + \frac{B_i + l_a}{V_k}, \quad (2.4)$$

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

V_k - швидкість координації, $V_k = 16,67$ м/с;

a^k - прискорення уповільнення, $a^k = 3,0$ м/с²;

B_i - відповідна ширина перехрестя між стоп-лініями, м;

l_a - довжина зведеного автомобіля, $l_a = 5$ м.

Такт – це проміжок часу в світлофорному циклі, впродовж якого не змінюються сигнали на жодному світлофорі.

Такти поділяють на основні і додаткові.

Основні такти є елементами світлофорного циклу, а суміжні додаткові такти, об'єднуючись, дають перехідний інтервал.

Розрахунок фазових коефіцієнтів виконується за формулою [8]:

$$y_j^i = \frac{N_j^i}{M_j}, \quad (2.5)$$

де N_j^i – інтенсивність руху відповідного напрямку, од/год;

M_j – потік насичення відповідного напрямку, од/год.

Розрахунок суми фазових коефіцієнтів виконується за формулою [8]:

$$Y = \sum y_{\max}^i . \quad (2.6)$$

Розрахунок циклу регулювання виконується за формулою [8]:

$$T_k = \frac{1,5 \cdot L_k + 5}{1 - Y} , \quad (2.7)$$

де L_k - утрачений у циклі час, який розраховується за формулою [8]:

$$L_k = \sum_{j=1}^m (t_{oj} - 1) , \quad (2.8)$$

Розрахунок тривалості основних тактів виконується за формулою [8]:

$$\bar{t}_3^m = \frac{\bar{y}^m}{\bar{Y}} (\bar{T} - \bar{L}) - 1 , \quad (2.9)$$

де $\bar{y}^m$ - фазовий коефіцієнт фази, за якої відбувається рух вздовж магістралі.

Коефіцієнти корекції розраховується за наступними формулами [8]:

$$k_1 = \frac{B/Vn + 5 - t_q^i}{t_3^i} , \quad (2.10)$$

$$k_2 = \frac{7}{t_3^i} , \quad (2.11)$$

де B – ширина проїзної частини, що перетинають пішоходи, м;

V_{niiu} - швидкість руху пішоходів, м/с (згідно [13] швидкість руху пішоходів приймаємо 5 км/год або 1,3 м/с).

Для спрощення весь наведений вище розрахунок елементів циклу світлофорного регулювання виконуємо за допомогою комп'ютерної програми, що розроблена на кафедрі транспортних технологій Національного університету «Запорізька політехніка».

На першому етапі розрахунку необхідно ввести розрахункові швидкість та довжину автомобіля, зазначення “стрілок” світлофора, матрицю відстаней між стоп-лініями до дальніх конфліктних точок.

Напрямки для розрахунку наведені на рисунку 2.5.

Для розрахунків приймаємо швидкість потоку автомобілів – 50 км/год. Середня довжина автомобіля у потоці залежить від складу потоку. Приймаємо – 5 м. У таблиці 2.2 наведені відстані від стоп-ліній до дальніх конфліктних точок для кожного напрямку.

Далі вводимо дані для кожної фази:

- напрямки руху;
- ширина смуги справа наліво по руху;
- інтенсивність руху прямо, направо, наліво;
- радіуси повороту (для виділених смуг).

Результати розрахунку на комп'ютері наведені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Результат розрахунку циклу світлофорного регулювання на перехресті вул. Гоголя – вул. Дніпровська в пікові години доби

Тривалості елементів циклу, с		
перехідний інтервал між фазами:	1 та 2	9
	2 та 1	8
Цикл регулювання – 70 с		
основний такт:	1	29
	2	24

Аналогічним чином виконуються розрахунки параметрів роботи світлофорного об'єкту в між пікові години доби.

Результати розрахунку наведені у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Результат розрахунку циклу світлофорного регулювання на перехресті вул. Гоголя – вул. Дніпровська в міжпікові години доби

Тривалості елементів циклу, с		
перехідний інтервал між фазами:	1 та 2	9
	2 та 1	8
Цикл регулювання – 62 с		
основний такт:	1	25
	2	20

На слайді № 11 графічної частини магістерської роботи наведені основні параметри роботи світлофорного об'єкту на перехресті вул. Гоголя – вул. Дніпровська.

2.2.4 Розташування технічних засобів організації дорожнього руху

2.2.4.1 Дорожні знаки

Дорожні знаки повинні встановлюватись з правого боку дороги поза проїзною частиною та узбіччям. Якщо на дорозі дві та більше смуг руху в одному напрямку, знаки дублюються. Вони розташовуються на розділювальній смузі, при її відсутності на лівому боці дороги, або над проїзною частиною [7].

Дорожні знаки розташовуються таким чином, щоб їх добре бачили учасники дорожнього руху, повинна бути забезпечена видимість інформації. Дорожні знаки повинні встановлюватись на відстані 50 – 100 м у населеному

пункті, поза ним на відстані 150 – 300 м від відповідних об’єктів, послідовно встановлені знаки, повинні встановлюватись на відстані 25 м у населеному пункті, 50 м поза ним, один від одного [11].

Відстань від нижнього краю знака до поверхні дорожнього покриття повинна становити від 1,5 м до 2,2 м поза населеним пунктом, 2,0 – 4,0 м в населеному пункті, при встановленні знаків один під одним висота встановлення визначається по нижньому знаку.

Відстані від краю проїзної частини до найближчого до неї краю знака, встановленого збоку проїзної частини повинна становити від 0,5 – 2,0 м.

Відстань між сусідніми знаками, що розташовані на одній опорі, які поширюють свою дію на одну і ту ж проїзну частину повинна становити 50 – 200 мм. Всі дорожні знаки конструктивно повинні бути виготовленні з використанням світлоповертаючих плівок та можуть бути розташовані на окремих стійках [11].

Відомість про кількість дорожніх знаків кожного виду та групи, а також про загальну їх кількість, що встановлюються на перехресті вул. Гоголя – вул. Дніпровська наведена в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Відомість дорожніх знаків, що встановлюємо

Група згідно ДСТУ	Номер знаку	Кількість знаків	
		Типорозмір	
		I	II
Інформаційно- вказівні знаки	5.35.1(2)	-	6
	5.41	-	1
Всього			7

2.2.4.2 Дорожня розмітка

Дорожня розмітка це написи та інші позначення на проїзній частині, бордюрах, елементах дорожніх споруд, обстановки вулиць та доріг, що застосовуються самостійно, і у поєднанні з дорожніми знаками або світлофорами [12].

Розмітка є засобом регулювання дорожнього руху і сприяє зменшенню ДТП на 30 – 50%. Розмітка супроводжується дорожніми знаками, що дублюють зміст.

Основне призначення дорожньої розмітки – забезпечити візуальну орієнтацію учасників дорожнього руху у разі вибору траєкторії, напрямку і режимів руху в різних дорожніх умовах.

Існує дві групи розмітки: горизонтальна та вертикальна. Кожному виду розмітки надається номер, перше число – номер групи розмітки, друге – порядковий номер розмітки в групі, третє – різновид розмітки.

Горизонтальна розмітка включає в себе лінії, написи, стрілки та інші позначення і поділяються на повздовжню: 1.1 – 1.11, поперечну: 1.12 – 1.15 та інші види розмітки: 1.16 – 1.23 і наносяться на поверхню проїзної частини дороги.

До вертикальної розмітки лінії та позначення, що наносяться на торцеві поверхні дорожніх споруд та інженерному обладнанні автомобільних доріг, а також світлоповертаючі елементи, що закріплені на цих поверхнях. Вертикальна розмітка наноситься чорним та білим кольорами.

Розмітка повинна наноситись фарбами, термопластичними масами або іншими зносостійкими матеріалами. Розмітка, що виконана термопластичними масами, не повинна виступати над проїзною частиною більше ніж на 3 мм. У разі повторного нанесення розмітки не повинно залишатися слідів старої розмітки.

У разі повторного нанесення розмітки не повинні залишатись видимі сліди старої розмітки.

На проїзну частину наносять осьову, бар'єрну, розділяючу, граничні та крайові лінії, а також лінії пішохідного переходу. Осьова лінія розділяє

зустрічні транспортні потоки, вона може бути суцільною та переривчатою. Довжина осьової лінії не повинна бути меншою 20 м. Бар'єрну суцільну лінію наносять поруч з переривчатою осьовою, для заборони перетинання з одного боку. Граничні і крайові лінії обмежують проїзну частину з краю або відокремлюють автомобільні потоки від потоків пішоходів або велосипедистів. Вони застосовуються і в жовтому кольорі. Лінії пішохідного переходу у вигляді широких поперечних смуг.

Також на проїзну частину наносять лінії повороту, направляючі стріли, лінії острівців безпеки, лінію майданчиків – стоянок, майданчиків для посадки, «стоп», а також на проїзну частину наносять і написи.

Особливого значення набуває розмітка у нічний час та в негоду. Тому матеріали, що використовують для розмітки, повинні відповідати таким вимогам: довговічність, жорсткість, чітка видимість в день і вночі, а також в тумані, стійкість проти забруднення тощо. [12]

На перехресті вул. Гоголя – вул. Дніпровська передбачається нанесення дорожньої розмітки, що необхідна для забезпечення належного рівня інформування учасників руху відносно умов та режимів руху на даній ділянці дороги.

Відомості про номенклатуру та об'єм нанесення дорожньої розмітки наведені в таблиці 2.6

Таблиця 2.6 – Відомість розмітки

Номер розмітки згідно ДСТУ	Довжина, м	Площа кольору, м ²	
		Білого/жовтого	Чорного
1.1	60	8	-
1.3	30	8	-
1.5	120	8	-
1.6	20	1	-
1.12	28	21	-
1.14.2	124	48	-

Схема організації руху на перехресті, що пропонується, наведена на слайді № 12 графічної частини магістерської роботи.

2.3 Екологічна оцінка району проектування

2.3.1 Визначення середнього значення пробігового викиду шкідливих речовин

Середній пробіговий викид шкідливих речовин визначається окремо для розрахункових легкового і вантажного автомобілів транспортного потоку, що рухається по ділянці магістралі, яка складається з перегону та регульованого перехрестя. Обчислення проводяться для одного напрямку руху.

Середнє значення викиду СО одним автомобілем розрахункового j-го типу на ділянці магістралі, що складається з перегону та регульованого перехрестя, визначається за залежністю, г/км [10]:

$$q_{jco} = \{ \delta_{oi} L_{n-1} [a_j v_j + b_j T_{ц} (1 - \lambda) + c_j] + d_j v_{j-1} + e_j \} PR_{jco}, \quad (2.12)$$

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

a_j, b_j, c_j, d_j, e_j – постійні коефіцієнти, значення яких наведені далі (таблиця 2.6)

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

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

L_n – довжина перегону, км.

Таблиця 2.7 – Значення коефіцієнтів

Розрахунковий автомобіль	a _j	b _j	c _j	d _j	e _j
легковий	0,171	0,041	-2,74	68,0	9,65
вантажний	0,656	0,125	-7,50	-604,8	49,0

Частка автомобілів, що зупинилися на даному підході до перехрестя, визначається як [10]:

$$\delta_{oi} = (1 - \lambda) / (1 - y), \quad (2.13)$$

де λ – ефективна частка i -ої фази в циклі регулювання;
 y – фазовий коефіцієнт i -ої фази регулювання.

$$\lambda = t_{\text{еф. } i} / T_{\text{ц}}, \quad (2.14)$$

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

$T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу регулювання, с.

$$y = N / M_{\text{н}}, \quad (2.15)$$

де N – інтенсивність руху, авт/год;

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

$$M_{\text{н}} = 3600 / (3,45 - 1,15\Delta_{\text{л}}), \quad (2.16)$$

де $\Delta_{\text{л}}$ – частка легкових автомобілів в транспортному потоці.

Середня швидкість руху легкових автомобілів і вантажних автомобілів, які рухаються сумісно в транспортному потоці [10]:

$$v_{\text{л}} = [1 + 0,24(1 - \Delta_{\text{л}})(1 - z)] v, \quad (2.17)$$

$$v_{\text{в}} = [1 - 0,24\Delta_{\text{л}}(1 - z)] v, \quad (2.18)$$

де v – середня швидкість руху, км/год;

z – коефіцієнт завантаження дороги рухом.

$$z = N / N'_{\text{max}}, \quad (2.19)$$

де N'_{max} – максимальна інтенсивність руху на одній смузі, авт/год.

$$N'_{\text{max}} = (1070 + 530\Delta_{\text{л}}) \Psi, \quad (2.20)$$

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

$$\Psi = \lambda + 1/2(1 - \lambda) \ln. \quad (2.21)$$

Значення коефіцієнта PR_{jco} можна визначити за формулами [10]:

$$PR_{\text{лco}} = 2,07 - 0,09(T - 1995), \quad (2.22)$$

$$PR_{\text{вco}} = 2,26 - 0,07(T - 1995), \quad (2.23)$$

де T – розрахунковий рік визначення викиду CO.

Пробіговий викид оксидів азоту визначається також для легкових і вантажних автомобілів окремо за залежностями [10]:

$$q_{\text{ЛNO}} = 2,3 + 0,1(v_{\text{Л}} - 34) - 0,05(T - 1995), \quad (2.24)$$

$$q_{\text{ВNO}} = 8,0 + 0,17(v_{\text{В}} - 34) - 0,15(T - 1995), \quad (2.25)$$

Об'єкт розрахунків – перехрестя вул. Гоголя – вул. Дніпровська (в одному напрямі руху) і транспортний потік на цій ділянці.

Довжина перегону перед перехрестям з боку вулиці Олександрівської $L_n = 0,264$ км, інтенсивність руху $N = 567$ авт/год, частка легкових автомобілів в транспортному потоці $\Delta_{\text{Л}} = 91\%$, середня швидкість руху $v = 50$ км/год, розрахунковий рік $T = 2019$ рік.

Для визначення середнього значення пробігового викиду шкідливих речовин розраховуємо:

$$M_{\text{Н}} = 3600 / (3,45 - 1,15 \cdot 0,91) = 1430 \text{ авт/год},$$

$$y = 567 / 1430 = 0,309,$$

$$\lambda = 24 / 56 = 0,429,$$

$$\Psi = 0,429 + 1/2(1 - 0,429) 0,264 = 0,504,$$

$$N'_{\text{max}} = (1070 + 567 \cdot 0,91) 0,504 = 756 \text{ авт/год},$$

$$z = 567 / 756 = 0,585,$$

$$\delta_{oi} = (1 - 0,429) / (1 - 0,309) = 0,826,$$

$$v_{\text{Л}} = [1 + 0,24(1 - 0,91)(1 - 0,585)] 59 = 60,1 \text{ км/год},$$

$$v_{\text{В}} = [1 - 0,24 \cdot 0,81 (1 - 0,585)] 59 = 54,2 \text{ км/год},$$

$$PR_{\text{Лco}} = 2,07 - 0,09(2019 - 1985) = 0,27,$$

$$PR_{\text{Вco}} = 2,26 - 0,07(2019 - 1985) = 0,86.$$

Середнє значення пробігового викиду окису вуглецю:

$$\begin{aligned} q_{\text{лсо}} &= \{0,826 / 0,264 [0,171 \cdot 60,1 + 0,041 \cdot 56 (1 - 0,429) - 2,74] + \\ &+ 68 / 60,1 + 9,65\} \cdot 0,27 = 55,39 \text{ г/км}, \\ q_{\text{всо}} &= \{0,826 / 0,264 [0,656 \cdot 54,2 + 0,125 \cdot 56 (1 - 0,429) - 7,5] - \\ &- 604,8 / 54,2 + 49\} \cdot 0,86 = 74,69 \text{ г/км}. \end{aligned}$$

Середнє значення пробігового викиду окислів азоту:

$$\begin{aligned} q_{\text{лNO}} &= 2,3 + 0,1(60,1 - 34) - 0,05(2019 - 1995) = 3,91 \text{ г/км}, \\ q_{\text{вNO}} &= 8,0 + 0,17(54,2 - 34) - 0,15(2019 - 1995) = 8,434 \text{ г/км}. \end{aligned}$$

Для визначення середнього значення інтенсивності викидів шкідливих речовин розраховуємо:

$$\begin{aligned} N_{\text{рл}} &= (1 \cdot 0,3 + 1,5 \cdot 0,05 + 1,4 \cdot 0,1) 442 = 228 \text{ авт/год}, \\ N_{\text{рв}} &= (1 \cdot 0,15 + 1,0 \cdot 0,1 + 1,85 \cdot 0,1 + 1,0 \cdot 0,1 + 1,85 \cdot 0,1) 442 = 319 \text{ авт/год}. \end{aligned}$$

Викиди СО за одиницю часу на ділянці магістралі одиничної довжини від транспортного потоку, що рухається в одному напрямі, становлять:

$$\begin{aligned} Q_{\text{со}} &= 2,78 \cdot 10^{-4} (55,39 \cdot 228 + 74,69 \cdot 319) = 10,13 \text{ мг/(м} \cdot \text{с)}, \\ N_{\text{л}} &= (0,3 + 0,05 + 0,1) 567 = 199 \text{ авт/год}, \\ N_{\text{в}} &= 567 - 199 = 368 \text{ авт/год}, \\ q_{\text{л-со}} &= 55,39 / 0,27 = 205,15, \\ q_{\text{в-со}} &= 74,69 / 0,86 = 86,85. \end{aligned}$$

2.3.2 Визначення середнього значення інтенсивності викидів шкідливих речовин

Викиди СО за одиницю часу на ділянці магістралі одиничної довжини від транспортного потоку, що рухається в одному напрямі, становлять, мг/(м·с) [10]:

$$Q_{co} = 2,78 \cdot 10^{-4} \sum q_{jco} N_{pj}. \quad (2.26)$$

$$N_{pl} = (1 \cdot 0,3 + 1,5 \cdot 0,05 + 1,4 \cdot 0,1)N. \quad (2.27)$$

$$N_{pv} = (1 \cdot 0,15 + 1,0 \cdot 0,1 + 1,85 \cdot 0,1 + 1,0 \cdot 0,1 + 1,85 \cdot 0,1)N. \quad (2.28)$$

Викиди вуглеводів C_nH_m (мг/(м·с)) від транспортного потоку в одному напрямі на ділянці магістралі [10]:

$$Q_{CH} = 2,78 \cdot 10^{-5} [1,57 - 0,08(T - 1995)] \cdot (q_{l-co} N_{pl} + q_{v-co} N_{pv}), \quad (2.29)$$

де q_{j-co} – умовний пробіговий викид СО від автомобіля розрахункового типу без урахування добутку коефіцієнтів, який отримують діленням q_{jco} на PR_{jco} .

Викиди окислів азоту, мг/(м·с) [10]:

$$Q_{NO} = 2,78 \cdot 10^{-4} (q_{lNON} N_{pl} + q_{vNON} N_{pv}) \quad (2.30)$$

Викиди вуглеводів від транспортного потоку в одному напрямі на ділянці магістралі:

$$Q_{CH} = 2,78 \cdot 10^{-5} [1,57 - 0,08(2019 - 1995)] \cdot (205,12 \cdot 199 + 86,85 \cdot 243) = 0 \text{ мг/(м·с)}.$$

Викиди окислів азоту:

$$Q_{NO} = 2,78 \cdot 10^{-4} (3,91 \cdot 199 + 8,434 \cdot 243) = 0,786 \text{ мг/(м·с)}.$$

2.3.3 Обчислення концентрацій токсичних компонентів в атмосферному повітрі

Розрахункова середньодобова концентрація шкідливої речовини, що викидається разом з відпрацьованими газами автомобілів, на краю проїзної частини визначається за залежністю [10]:

$$C = D \cdot \phi \cdot Q \cdot Z / (v \cdot A1), \quad (2.31)$$

де D – коефіцієнт, який враховує вплив кількості поверхів забудови (примагістральної) на турбулентність вітрового потоку (приймаємо за таблицею 2.8);

ϕ – коефіцієнт стабільності вітрового потоку, який враховує вплив поривчастості вітрового потоку і несталості його напрямку на зміну концентрацій;

Q – інтенсивність викиду забруднюючої речовини від потоку автомобілів для розрахункового періоду з урахуванням нерівномірності їх руху, мг/(м·с);

Z – комплексний параметр, який враховує зниження концентрації з віддаленням розрахункової точки від лінійного джерела викиду та умов турбулентності, м;

v – швидкість вітру, м/с;

$A1$ – коефіцієнт ажурності, який враховує вплив щільності забудови примагістральної території (приймаємо за таблицею 2.9).

Таблиця 2.8 – Значення поправочного коефіцієнта D залежно від усередненої кількості поверхів примігистральної забудови

Усереднена кількість поверхів, h _{сер}	<3	3..5	5..7	7..12	12..22	>22
Поправочний коефіцієнт, D	1,00	0,9	0,8	0,7	0,65	0,6

Таблиця 2.9 – Значення коефіцієнта A1 залежно від відносної довжини розривів Δl

Відносна довжина розривів, Δl	10..19	20..29	30..39	40..49	50..60	60
Коефіцієнт A1	0,59..0,71	0,72..0,82	0,82..0,9	0,9..0,97	0,97..1,0	1,0

Відносна довжина розривів між будівлями [10]:

$$\Delta l = 100(1 - \Sigma l_k / L_n), \quad (2.32)$$

де l_k – довжина фасаду k-го будинку, зверненого до магістралі, м;
 L – довжина будинку вздовж лінії забудови, м.

Коефіцієнт стабільності вітрового потоку [10]:

$$\varphi = \theta / \Delta v, \quad (2.33)$$

де θ – параметр, який враховує повторення різних напрямів вітрового потоку відносно осі магістралі, приймаємо 0,55...0,90;

Δv – параметр, який враховує нерівномірність швидкості вітрового потоку – поривчастість, $\Delta v = 0,8$.

Значення параметра Z , який враховує зниження концентрації з віддаленням розрахункової точки від краю проїзної частини на відстань x_p , приймається згідно з таблицею 2.10.

Визначаємо концентрацію шкідливих речовин CO , $CnHm$, NOx для 6 точок на відстані від краю проїзної частини до лінії забудови.

Вибираємо шість розрахункових точок x на ділянці від краю проїзної частини до лінії забудови. У проекті даними точками будуть 0, 1,1, 2,2, 3,3, 4,4, 5,5 метрів. Враховуємо те, що кут α між напрямом вітру і вулицею дорівнює 60° .

Таблиця 2.10 – Значення параметра який враховує зниження концентрації з віддаленням розрахункової точки від краю проїзної частини

x_p , м	Z	x , м	Z	x , м	Z
0	1	14	0,53	28	0,35
2	0,94	16	0,5	30	0,32
4	0,82	18	0,48	32	0,32
6	0,76	20	0,45	34	0,3
8	0,7	22	0,4	36	0,29
10	0,6	24	0,39	38	0,28
12	0,58	26	0,38	40	0,27

Для визначення параметру Z визначаємо розрахункові точки за формулою [10]:

$$x_p = x / \sin \alpha, \quad (2.34)$$

Визначені розрахункові значення концентрації шкідливих речовин на краю проїзної частини помножуємо на параметр Z та отримуємо значення концентрації шкідливих речовин від краю проїзної частини до лінії забудови у mg/m^3 .

Розраховуємо параметр відносної довжини розривів Δl :

$$\Delta l = 100(1 - (0,012 / 0,264 + 0,154 / 0,264)) = 37\%.$$

Далі за таблицею 2.8 методом лінійної апроксимації розраховуємо коефіцієнт A_1 . Він складатиме 0,88. За таблицею 2.7 обираємо поправочний коефіцієнт $D = 0,7$.

$$\varphi = 0,6 / 0,8 = 0,75.$$

Концентрації шкідливих речовин на краю проїзної частини:

$$C_{CO} = 0,7 \cdot 0,75 \cdot 10,13 \cdot 1 / (1 \cdot 0,88) = 6,04,$$

$$C_{CH} = 0,7 \cdot 0,75 \cdot 0 \cdot 1 / (1 \cdot 0,88) = 0,$$

$$C_{NO} = 0,7 \cdot 0,75 \cdot 0,786 \cdot 1 / (1 \cdot 0,88) = 0,47.$$

Враховуємо кут між напрямком вітру та магістраллю та визначаємо параметр Z з таблиці 2.10. За результатами складаємо таблицю 2.11.

Таблиця 2.11 – Результат обчислення параметра Z , який враховує зниження концентрації з віддаленням розрахункової точки від краю проїзної частини

x	0	2,5	5	7,5	10
x _p	0	2,89	5,77	8,66	11,55
Z	1	0,96	0,91	0,83	0,79

2.3.4 Оцінка результатів обчислень викидів шкідливих речовин

Одержані розрахункові значення концентрацій шкідливих речовин на ділянці в межах лінії забудови порівнюємо з гранично допустимими концентраціями [ГДК] (таблиця 2.12).

Таблиця 2.12 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин

Шкідливі речовини	ГДК, мг/м ³
окис вуглецю, CO	3
окисли азоту, NO _x	0,1
вуглеводи, C _n H _m	0,05

За наявності в атмосферному повітрі декількох токсичних речовин їх відносна сумарна концентрація не повинна перевищувати одиниці:

$$\sum C_i / ГДК_i \leq 1, \quad (2.35)$$

де C_i – концентрація відповідних шкідливих речовин в атмосферному повітрі в одній і тій самій точці. [10]

Визначені розрахункові значення концентрації шкідливих речовин на ділянці від краю проїзної частини до лінії забудови в мг/м³ приведені у таблиці 2.13

Таблиця 2.13 – Результат розрахунку концентрації шкідливих речовин на ділянці від краю проїзної частини до лінії забудови

Шкідливі речовини	Розрахункові точки				
	0	2,5	5	7,5	10
C _{co}	6,04	5,8	5,5	5,01	4,77
C _{CH}	0	0	0	0	0
C _{NO}	0,47	0,45	0,43	0,39	0,37

Оцінюємо результати обчислень викидів шкідливих речовин за умовою (2.35):

$$6,04 / 3 + 0,47 / 0,1 \leq 1$$

$$6,713 \geq 1$$

Тобто концентрація шкідливих речовин перевищує значення ГДК.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Економічна ефективність магістерської роботи буде досягатися за рахунок зменшення витрат від ДТП та зменшення затримок руху.

Обсяг капіталовкладень для введення в дію технічних засобів має таку структуру:

$$K = K_{zn} + K_k, \quad (3.1)$$

де K_{zn} – капітальні вкладення на дорожні знаки, грн.;

K_k - капітальні вкладення на заміну контролера, грн.

Капітальні витрати на дорожні знаки будуть складатися з витрат на їх придбання C_{zn} та витрат на їх монтаж $C_{вст.зн}$, тобто:

$$K_{zn} = C_{zn} + C_{вст.зн}, \quad (3.2)$$

Кількість знаків кожної групи та їх вартість, які передбачені у новій схемі організації дорожнього руху наведені у зведеній таблиці 3.1.

Витрати на монтаж дорожніх знаків розраховуються за формулою:

$$C_{вст.зн} = C1_{зн} \cdot K_{zn}, \quad (3.3)$$

де $C1_{зн}$ – витрати на встановлення одного дорожнього знаку (699 грн. з урахуванням матеріалів для встановлення);

K_{zn} – кількість передбачених до встановлення знаків у проектній схемі організації дорожнього руху.

Таблиця 3.1 – Кількість та вартість дорожніх знаків*

№ знака	Знаки, які необхідно придбати		
	кількість	ціна за одиницю	вартість
5.35	6	622	3732
5.41	1	688	688
Всього	7	-	4420

* - вартість дорожніх знаків вказана згідно з Signal.biz.ua.

$$\text{Свст.зн} = 699 \cdot 7 = 4893 \text{ грн.}$$

$$\text{Кзн} = 4420 + 4893 = 9313 \text{ грн.}$$

Капіталовкладення на заміну контролера світлофорного об'єкту за даними "Символ" з частковою заміною та монтажними роботами складе $\text{Кк} = 50140$ грн.

Таким чином, капітальні вкладення у проєкті:

$$\text{К} = 9313 + 50140 = 59453 \text{ грн.}$$

Для обґрунтування економічної доцільності впровадження пропонованих рішень з організації дорожнього руху необхідно визначити витрати на експлуатацію технічних засобів. В загальному випадку витрати на їх експлуатацію визначаються за формулою [14]:

$$\text{Секспл} = \text{Ср} + \text{Са} + \text{Се} , \quad (3.4)$$

де Ср – витрати на поточний та профілактичний ремонт, обслуговування обладнання та споруд системи, грн.;

Са – витрати на амортизаційні відрахування, грн.;

C_e – витрати на електроенергію, грн.

Витрати на поточний та профілактичний ремонт, обслуговування обладнання та споруд системи розраховуються як [14]:

$$C_p = K_b \cdot n_p / 100, \quad (3.5)$$

де K_b – балансова вартість технічних засобів, грн.;

n_p – норма відрахувань на поточний ремонт та утримання обладнання, % ($n_p = 5\%$).

Балансова вартість технічних засобів включає в себе вартості дорожніх знаків та контролеру.

$$C_p = 59453 \cdot 5 / 100 = 2973 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію розраховуємо за формулою [14]:

$$C_a = K_b \cdot n_a / 100, \quad (3.6)$$

де n_a – норма амортизаційних відрахувань на повне відновлення та ремонт обладнання, % ($n_a = 24\%$).

$$C_a = 59453 \cdot 24 / 100 = 14269 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію розраховуємо з сумарної електричної потужності споживачів електроенергії системи, до якої входять світлофори. Якщо припустити, що система працює 24 години на добу і при цьому в кожному світлофорі на перехресті одночасно горить хоча б одна лампа (потужністю 0,1 кВт), згідно зі структурною схемою. Тоді

$$C_e = 365 \cdot 24 \cdot K_e \cdot S_e \cdot P_e, \quad (3.7)$$

де K_e – коефіцієнт використання потужності ($K_e = 0,9$);
 S_e – вартість 1 кВт електроенергії, грн. ($S_e = 2,244$ грн);
 P_e – сумарна потужність енергоспоживачів системи, кВт-год.

$$P_e = \sum_{i=1}^6 (P_{св} n_i + P_{дкі}), \quad (3.8)$$

де n_i – кількість світлофорів;
 $P_{св}$ – потужність світлофора, кВт (приймаємо 0,1 кВт);
 $P_{дкі}$ – власна потужність дорожнього контролера, кВт (приймаємо приблизно 0,17 кВт).

$$P_e = 0,1 \cdot 17 + 0,17 = 1,87 \text{ кВт-год.}$$

$$C_e = 365 \cdot 24 \cdot 0,9 \cdot 2,244 \cdot 1,87 = 33084 \text{ грн.}$$

Отже, витрати на експлуатацію і обслуговування технічних засобів:

$$C_{експл} = 2973 + 14269 + 33084 = 50326 \text{ грн.}$$

Крім того, у поточні витрати також необхідно включити витрати на щорічне нанесення розмітки. Вартість нанесення розмітки приведена у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Витрати на розмітку

Тип розмітки	Одиниці виміру	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
1.1	м2	8	94	752
1.3	м2	8		752
1.5	м2	8		752
1.6	м2	1		94
1.12	м2	21		1974
1.14.2	м2	48		4512
Всього				8836

Поточні витрати проекту організації дорожнього руху складають:

$$\text{Споточ} = 50326 + 8836 = 59162 \text{ грн.}$$

Визначаємо вартість втрат від ДТП на існуючій схемі руху, враховуючи статистичні дані. Маючи інформацію про кількість дорожньо-транспортних пригод з загибеллю людей K_z , з пораненням людей K_p та матеріальними збитками K_m , розраховуємо збитки від ДТП на ділянці вулично-дорожньої мережі [14]:

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{існ}} = K_z \cdot Ц_z + K_p \cdot Ц_p + K_m \cdot Ц_m, \quad (3.9)$$

де $Ц_z$, $Ц_p$, $Ц_m$ – народногосподарські збитки від ДТП відповідно з загибеллю, пораненням людей та матеріальними збитками, грн.

При виконанні розрахунків приймаємо $Ц_z = 200000$ грн; $Ц_p = 150000$ грн; $Ц_m = 100000$ грн.

Кількість ДТП за розрахунковий період $K_z = 0$, $K_p = 3$, $K_m = 7$.

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{існ}} = 150000 \cdot 3 + 7 \cdot 100000 = 1150000 \text{ грн.}$$

Збитки від ДТП після впровадження проекту визначаються шляхом коректуванням збитків від ДТП при існуючій схемі організації дорожнього руху на коефіцієнти ефективності та зменшення втрат (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 – Коефіцієнти зниження втрат від ДТП

Пропоновані заходи	Значення
встановлення дорожніх знаків	0,15
нанесення горизонтальної розмітки перехрестя	0,23

Сумарний коефіцієнт зниження витрат від ДТП розраховується за формулою [14]:

$$\Delta k = 1 - (1 - k_1)(1 - k_2)(1 - k_3) \dots (1 - k_n) \quad (3.10)$$

$$\Delta k = 1 - (1 - 0,15) \cdot (1 - 0,23) = 0,3455$$

Тоді зменшення витрат від ДТП розраховуємо за формулою [14]:

$$\Delta C_{\text{ДТП}} = \Delta k \cdot C_{\text{ДТП}}^{\text{і}} \quad (3.11)$$

$$\Delta C_{\text{ДТП}} = 0,3455 \cdot 1150000 = 397325 \text{ грн.}$$

Умовна річна економія E досягається за рахунок зниження транспортних затримок на перехрестях та перегоні [14]:

$$E = 0,2(C_{\text{тр}}^p - C_{\text{тр}}^{\text{нр}}) + C_{\text{дтп}} - C_{\text{ном}} \quad (3.12)$$

де $C_{тр}^p, C_{тр}^{np}$ – вартість затримки транспортних засобів на напрямках в базовому та проектному варіантах відповідно, грн.

Розрахунок річних витрат, що пов'язані з затримкою транспортних засобів на перехрестях виконується за формулою [14]:

$$C_{тр} = S \cdot Z, \quad (3.13)$$

де S - середня вартість однієї машино-години (для легкового автомобіля – 300 грн.; для мікроавтобуса – 400 грн.; для автобуса – 750 грн.; для вантажівки – 600 грн.), грн.;

Z - затримка автомобілів за рік, год.

В таблиці 3.4 наведені дані значень затримок транспортних потоків та пасажирів на перехрестях, що розглядалися. Кількість цих затримок розрахована за допомогою програми СФР, розробленої на кафедрі транспортних технологій НУ «Запорізька політехніка».

Таблиця 3.4 – Затримки транспортних потоків та пасажирів

№	Затримки, год		Вартість затримок, грн	
	база	проект	база	проект
1	16544	14832	6816128	6110784

Таким чином, річна економія складе:

$$E = 0,2(6816128 - 6110784) + 397325 - 59162 = 479232 \text{ грн.}$$

Для визначення ефективності пропонованих рішень розраховуємо чистий дисконтований прибуток за формулою [14]:

$$NPV = \sum_{t=1}^t \frac{E_t - K_t - C_t}{(1+i)^t}, \quad (3.14)$$

де E_t – економія від впровадження пропонованих рішень за рік t , грн.;
 K_t – капіталовкладення у проект, грн. (тільки для першого року);
 C_t – витрати на проект за рік, грн.;
 i – ставка дисконту, % (для даного проекту $i = 24$ %);
 t – тривалість проекту, ($t = 3$ роки).

Для розрахунку чистого дисконтованого прибутку складаємо таблицю 3.5. Враховуючи що інтенсивність руху щороку зростає, зменшуємо економію кожен рік на 5%.

Таблиця 3.5 – Чистий дисконтований прибуток

Рік	Економія від впровадження проекту	Капітало-вкладення у проект	Коефіцієнт дисконтування	Чистий дисконтований прибуток
0	479232	59453	1	419779
1	455270	-	0,8065	367175
2	432506	-	0,6504	281302
3	410881	-	0,5245	215507
				1283763

Таким чином, капіталовкладення окупаються вже на першому році. Введення пропонованих рішень не тільки забезпечує підвищення безпеки руху, але і є економічно виправданим та доцільним.

Величини витрат та економія від впровадження пропонованих рішень, строк окупності та інші показники економічної ефективності представлені у таблиці 3.6. Також всі економічні показники представлені на слайді № 13 графічної частини.

Таблиця 3.6 – Техніко-економічні показники

Показники	Величина	
	до впровадження	після впровадження
1. Капітальні вкладення, грн.	-	59453
2. Витрати від ДТП, грн.	1150000	752675
3. Економія від зменшення ДТП, грн.	-	397325
4. Поточні експлуатаційні витрати, грн.	-	59162
5. Витрати від затримок руху, грн.	6816128	6110784
5. Економія від впровадження проекту, грн.	-	479232
6. Чистий дисконтований прибуток, грн.	-	1283763
7. Строк окупності капіталовкладень, рік	-	1

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАХЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі дипломному проекті Удосконалення організації та підвищення безпеки руху автомобільного транспорту в районі перехрестя вул. Гоголя та Дніпровської м. Запоріжжя розглянуто аналіз потенційних небезпек, які можуть підстерігати дослідника під час проведення досліджень. Розроблені заходи по їх усуненню.

4.1. Аналіз потенційних небезпек

Статистичні данні можливо збирати за допомогою системи One-line. Тому дослідник може працювати за ПК. Розглянемо небезпеки при роботі на ПК:

- монотонність роботи за ПК приводить до швидшої втоми, це більш ніж 600 однакових дій упродовж 75 % робочого часу за годину. Монотонність роботи, не ергономічність робочого місця призводить до захворювань загально-невротичного характеру у вигляді підвищеної загальної втоми, головного болю, відчуття важкості голови, поганого сну;

- при появі підвищеного шуму, джерелами якого є жорсткий диск, вентилятор блока живлення мережі, сканери, пересувні механічні частини принтера. Підвищений шум впливає на центральну та вегетативну нервову систему людини, а також на органи слуху;

- підвищене значення напруги в електричній мережі, і замикання якої може пройти через тіло людини. Пошкодження ізоляції електропроводки може спричинити коротке замикання та уразити людину. Пошкодження може бути від скручування проводів, через зачеплення ногами за проводи та інше;

- підвищений рівень електромагнітних випромінювань, джерелами яких є блоки живлення (50 Гц), системи кадрової розгортки (5 -2 кГц), блок модуляції променя ЕПТ (5-10 МГц). Електромагнітні поля біля комп'ютера (особливо низькочастотні) негативно впливають на нервову систему, викликаючи головний біль, запаморочення, депресію, безсоння.;

- незадовільне освітлення робочого місця дослідника може призвести до зниження працездатності користувача ПК. Може з'явитися короткозорість, швидка втомленість, що приводить до травмування.;

- порушення мікроклімату в кімнаті, де розташований ПК. Від працюючої оргтехніки, інших назріваючих приладів температура в кімнаті підвищується, що призводить до дискомфорту оператора, до швидшої втоми;

- електризований екран монітору притягує частки пилу, який є у повітрі, та заряджає їх, що викликає роздратованість, сип, запалення шкіри. При роботі на лазерному принтері виділяється озон, який сильно роздратовує слизисту оболонку носа, очей, горла і може приводити до онкологічного захворювання;

- при виникненні короткого замикання та попадання іскри до легкозаймистих матеріалів (бумага, спирт для обтирки та інше) може виникнути пожежа. Якщо своєчасно її не загасити, то виникне пожежа, яка може призвести до опіків людини та до летальних наслідків.

- негативний вплив шкідливих факторів середовища такі як не задовільнена освітленість, не відповідність нормам мікроклімату, підвищений шум та інше в дослідницькій лабораторії облаштованої ПК .

4.2. Заходи по забезпеченню безпеки

Для запобігання ураження електричним струмом, необхідно всі дроти, що підходять до ПК та до адаптерів, згорнути у спеціальні ізолюючі вкриття.

Розташувати їх на стіні, або на полу. Це не дасть можливості пошкодження дротів механічно.

Необхідно враховувати, що будь-який персональний комп'ютер, допоміжне обладнання та периферійні пристрої які експлуатуються разом з ним (принтер, сканер, модем) є електроустановками які живляться напругою до 1000 В й на них і на все, що пов'язано з їх експлуатацією в повній мірі поширюються вимоги електробезпеки.

Тому з метою забезпечення безпеки, як користувачів, так і обслуговуючого персоналу комп'ютерів, при їх експлуатації в приміщеннях (лабораторіях) обладнаних комп'ютерами, повинні бути повністю дотримані вимоги електробезпеки ДСТУ 7237:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту».

Рівні електромагнітних випромінювань моніторів, що вважаються безпечними для здоров'я, регламентуються нормами MPR 11 1990:10 Шведського національного комітету по вимірах і випробуванням. Ці значення рівнів вважаються базовими. Українські нормативні документи повністю збігаються в частині рівнів ЕМІ з вимогами MPR 11.

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Джерелом електростатичного поля є позитивний потенціал, який подається на внутрішню поверхню екрана монітора для прискорення електронного променя.

Напруженість поля для кольорових дисплеїв може досягати 18 кВ. Тому із зовнішньої сторони до екрана притягаються з повітря негативні частинки, які при нормальній вологості мають певну провідність.

Якщо зовнішня поверхня екрана заземлена, його електростатичний потенціал знижується: при сухому повітрі на 50%, при вологому більш ніж на

50%. Для зменшення впливу принтера, треба винести його в інше приміщення.

У виробничих приміщеннях, на робочих місцях з комп'ютерною технікою забезпечуються оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості та швидкості переміщення повітря, для легкої робіт категорій 1б, згідно вимог ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», наведених у таблиці

Таблиця 4.1. Норми мікроклімату для приміщень з комп'ютерною технікою

Пора року	Категорія робіт	Температура повітря, °С, не більше	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	легкая –1а	22-24	40-60	0,1
	легкая –1б	21-23	40-60	0.1
Тепла	легкая –1а	23-25	40-60	0.1
	легкая –1б	22-24	40-60	0.2

Для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщеннях з ПК повинні бути передбачені системи вентиляції, кондиціонування та опалення, згідно ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

При виборі системи вентиляції, необхідно врахувати, що в приміщеннях з комп'ютерною технікою повинен бути забезпечений 3-х кратний повітрообмін за годину.

В рамках дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості та напруженості праці були проведені відповідні виміри мікроклімату, освітлення, рівня шуму та інші у лабораторії де є ПК. які були внесені до таблиці

У відповідності до вихідних даних, вносимо наявні фактори умов праці та виробничого середовища що впливають на працівника в процесі трудової діяльності їх фактичне значення та час дії вносимо до стовпчиків 1, 2, 3, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Відповідно до додатків методичних вказівок [15], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 1б.

З додатків [15], відповідно до категорії робіт 1б, розряду зорових робіт Б-2 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці 4.2 - Результати оцінювання за бальною шкалою.

Таблиця 4.2 - Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники Пвим	Час дії год.(хв.)	ГДК, ГДР, показники, Рдоп	Хвизн, бали	Клас умов праці	Хі, бали
1	2	3	4	5	6	7
Мікроклімат за ТНС-індексом, t, °C	27,9	7	22,9-25,8	3	3.3	3
Освітленість приміщення E, лк	180	7	200	—	1-2	0
Розряд і підрозряд зорових робіт, Зор	Б-2	—	—	—	—	—
Рівень шуму L, дБА	94	6	50	—	3.2	1,25
Загальні енергозатрати організму, Вт	290	7	290	0,88		

Продовження таблиці 4.2.

1	2	3	4	5	6	7
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	49000	7	40000	1,07	3.3	3
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	86	7	75	1,0		
Тривалість робочого дня, год.	7	7	8	0,11		

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти Хвизн та вносять їх значення до стовпчика 5, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [15]. Розрахунковий коефіцієнт Хвизн при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою:

$$X_{\text{визн}} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{3 \cdot 7}{7} = 3, \quad 4.1$$

для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою:

Загальні енергозатрати організму, $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{290 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,88;$$

Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{49000 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,07;$$

Тривалість зосередження уваги (% від часу зміни), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{80 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 1,0;$$

Тривалість робочого дня (зміни), $K_{знач} = 0,15$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{7 \cdot 7 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,11;$$

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 6, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{визн} = 3$, з таблиці 7.2 [15] – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вим} = 180$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [15] – 2 клас ;

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{\text{вим}} = 94$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [15] – 3 клас, 2 ступінь (3.2);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{\text{визн}}$ за формулою[15]:

$$X_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,88 + 1,07 + 1,0 + 0,11 = 3,07$$

З таблиці 7.3 [15] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{\text{сум}} = 3,07$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

Оскільки загальна гігієнічна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, з урахуванням комбінованої та сумісної дії виробничих факторів, встановлюється за найбільш високим класом та ступенем шкідливості окремих факторів і показників, тому в результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 3 ступеню.

Оскільки при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та особливо шкідливих, важких та особливо важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів виробничого середовища та показників важкості та напруженості праці за бальною шкалою, та вносимо їх значення до стовпчика 7, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{\text{ст}} = X_i = 3$;
- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає умовам праці та діє протягом 7 годин, тому коректування не потрібно – $X_{\text{ст}} = X_i = 0$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 2 ступеню умов праці та діє протягом 5 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою[15]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{2 \cdot 5}{8} = 1,25$$

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому – $X_{ст} = X_i = 3$;

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою [15]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 3 + 0 + 1,25 + 3 = 7,25$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{факт} = 7,25$, на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [15]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 16 %.

На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці робимо висновки та пропозиції.

1. Умови, важкості та напруженості праці на робочому місці інженера-дослідника центральній заводської лабораторії, згідно результатів досліджень, належать до 3 класу, 3 ступеню (особливо важкі та особливо шкідливі умови праці), що не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та

небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до даного робочого місця.

2. Відповідно до класифікації умови, важкості та напруженості праці на робочому місці -дослідника належать до категорії 1б, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії 1б, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 20,2-22,8°C;
- освітленість приміщення для роботи з дисплеями й відеотерміналами відповідає розряду зорових робіт Б-2, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 200$ лк;
- рівень шуму в робочий зоні дослідника – 50 дБА;
- загальні енергозатрати організму, до 175 Вт;
- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 20000;
- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 50%;
- тривалість робочого дня, 6 або 7 год.

3. Для приведення умов, важкості та напруженості праці до вищезазначених показників необхідно передбачити комплекс заходів які забезпечать нормалізацію умов праці, наприклад:

- для приведення мікрокліматичних умов до відповідності, необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціонування приміщення;
- для забезпечення нормованої освітленості – відповідає нормованим умовам;
- для зниження рівня шуму в робочий зоні дослідника необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження

зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом;

- для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня 6 або 7 год;
- для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів за зміну при локальному навантаженні кистей рук та пальців необхідно передбачити перерви, не менш 15 хвилин, кожні 1-2 години;
- для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви.

4. Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [20], у розмірі 16%

4.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Оскільки приміщення дослідницької лабораторії що обладнане ПК має площу 37 м², тому відповідно до вимог п. 5 розділу VI «Вибір типу та необхідної кількості вогнегасників», «Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників», затверджених наказом МВСУ 15.01.2018 № 25 та зареєстрованих в МЮУ 23.02.2018 р. за № 225/31677 для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, передбачені вуглекислотні вогнегасники типу ВВК-3,5 у кількості 2 штук (з розрахунку один вогнегасник з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг. і більше, на 20 м² площі приміщення). Додатково, на кожному поверсі будівлі, в якій розміщене приміщення обладнане ПК з ВДТ, передбачене два переносних

порошкових вогнегасника – ВП-5. Відстань між вогнегасниками та місцями можливих загорянь не перевищує 10 м.

Організація навчання працюючого та непрацюючого населення діям у надзвичайних ситуаціях.

Згідно до статті 39 «Кодексу цивільного захисту України». Навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях здійснюється:

1. За місцем роботи - працюючого населення;
2. За місцем навчання - дітей дошкільного віку, учнів та студентів;
3. За місцем проживання - непрацюючого населення.

Організація навчання діям у надзвичайних ситуаціях покладається.

1. Працюючого та непрацюючого населення - на центральний орган виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, Раду міністрів Автономної Республіки Крим, місцеві державні адміністрації, органи місцевого самоврядування, які розробляють і затверджують відповідні організаційно-методичні вказівки та програми з підготовки населення до таких дій;

2. Дітей дошкільного віку, учнів та студентів - на центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері освіти і науки, який розробляє та затверджує навчальні програми з вивчення заходів безпеки, способів захисту від впливу небезпечних факторів, викликаних надзвичайними ситуаціями, з надання домедичної допомоги за погодженням з центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту.

3. Стандартами професійно-технічної та вищої освіти передбачається набуття знань у сфері цивільного захисту.

4. Порядок здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях встановлюється Кабінетом Міністрів України.

5. Громадські організації та позашкільні навчальні заклади здійснюють навчання діям у надзвичайних ситуаціях відповідно до своїх статутів.

Стаття 40 регламентує навчання працюючого населення.

Навчання працюючого населення діям у надзвичайних ситуаціях є обов'язковим і здійснюється в робочий час за рахунок коштів роботодавця за програмами підготовки населення діям у надзвичайних ситуаціях, а також під час проведення спеціальних об'єктових навчань і тренувань з питань цивільного захисту.

Порядок організації та проведення спеціальних об'єктових навчань і тренувань з питань цивільного захисту визначається центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту.

Для отримання працівниками відомостей про конкретні дії у надзвичайних ситуаціях з урахуванням особливостей виробничої діяльності суб'єкта господарювання у кожному суб'єкті господарювання обладнується інформаційно-довідковий куточок з питань цивільного захисту.

Особи під час прийняття на роботу та працівники щороку за місцем роботи проходять інструктаж з питань цивільного захисту, пожежної безпеки та дій у надзвичайних ситуаціях.

Особи, яких приймають на роботу, пов'язану з підвищеною пожежною небезпекою, мають попередньо пройти спеціальне навчання (пожежно-технічний мінімум). Працівники, зайняті на роботах з підвищеною пожежною небезпекою, один раз на рік проходять перевірку знань відповідних нормативних актів з пожежної безпеки, а посадові особи до початку виконання своїх обов'язків і періодично (один раз на три роки) проходять навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки.

Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з питань цивільного захисту, зокрема з пожежної безпеки, забороняється.

В даному розділі був розглянутий аналіз потенційних небезпек, які можуть вплинути на дослідника при обробці статистичних даних на ПК. Та розроблені заходи по їх усуненню. Розроблені заходи по санітарно-гігієнічних факторах, по пожежній безпеці. Та показані заходи по цивільному захисту.

ВИСНОВКИ

Завдання на магістерську роботу передбачало розробку заходів з підвищення безпеки руху на перехресті вулиць Гоголя та Дніпровської. У цьому напрямку було здійснено наступні заходи:

- каналізування руху на перехресті за допомогою горизонтальної розмітки;
- реорганізація роботи світлофорного об'єкту для регулювання транспортних та пішохідних потоків; регулювання здійснено в два режими, що дозволяє скоротити затримки руху на перехресті.

Впровадження пропонованих рішень дозволить спростити схему організації дорожнього руху на перехресті, зменшити рівень завантаження ділянки, зменшити аварійність, ефективніше використовувати всі смуги руху. Поліпшення умов та підвищення безпеки руху дасть певний економічний ефект.

Організація руху за новою схемою призведе до зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод та витрат від них майже на 400000 грн.

Отже, пропоновані рішення є економічно ефективними. Строк окупності проекту менше року при річній економії майже в пів мільйона гривень.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения [Текст]: Учеб. для вузов / Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1992. - 207 с.
2. Гаврилов Е.В. Системологія на транспорті [Текст]: підручник у 5 кн. / Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля, О.Т. Лановий, І.Е. Линник, В.П. Поліщук; за заг. ред. М.Ф. Дмитриченка - Книга 4. Організація дорожнього руху – Київ: Знання України, 2007. - 452 с.
3. Фишельсон М.С. Транспортная планировка городов [Текст]/ М.С. Фишельсон – М.: Высшая школа, 1985. - 239 с.
4. Державні будівельні норми України. ДБН В.2.3-5-2001. Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів [Текст]. – 308 с.
5. Національний стандарт України. ДСТУ 4092. Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги, правила застосовування та вимоги безпеки [Текст]. – 48 с.
6. Правила дорожнього руху [Текст]. – Харків: Світлофор, 2017. – 88 с.
7. Методичні рекомендації по застосуванню дорожніх знаків, дорожньої розмітки і маршрутному орієнтуванню розроблені на основі вимог ДСТУ 4100-2002 „Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування”, ДСТУ 2587-94 „Розмітка дорожня. Технічні вимоги. Методи контролю. Правила застосування” [Текст]. – 107 с.
8. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения [Текст] / Ю.А. Кременец – М: Транспорт, 1990. –255 с.
9. Самойлов Д.С. Организация и безопасность городского движения [Текст] / Д.С. Самойлов, В.А. Юдин, П.В. Рушевский - М.: Высшая школа, 1981. - 256 с.
10. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни „Екологічні характеристики схем організації дорожнього руху” [Текст],

- на тему „Екологічна характеристика руху транспортного потоку на ділянці міської магістралі”, для студентів спеціальності „Організація дорожнього руху” / В.М. Богаченко, О.О. Бакуліч, О.В. Красильнікова. – К.: КАДІ, 1993 – 28с.
- 11.ДСТУ 4100-2002 „Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування” [Текст]. – 54 с.
 - 12.ДСТУ 2587-2010 „Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Методи контролювання. Правила застосування” [Текст]. – 46 с.
 - 13.ДСТУ 4159-2003 Безпека дорожнього руху. Організація дорожнього руху. Умовні позначення на схемах і планах [Текст]. – 66 с.
 - 14.Аксенов В.А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения [Текст] / В.А. Аксенов, Е.П. Попова, О.А. Дивочкин – М.: Транспорт, 1987. – 128 с.
 - 15.Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці: методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання / Укл.: Лазуткін М. І., Журавель М. О. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 44 с.