

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний  
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»  
(повне найменування кафедри)

## Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)


магістра  
(ступінь вищої освіти)


на тему ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ТА СТРУКТУРИ  
СВІТЛОФОРНИХ ЦИКЛІВ НА РЕЖИМИ РУХУ ТА ЕКОЛОГІЧНІ  
ПОКАЗНИКИ НА ПЕРЕХРЕСТІ ВУЛ. ІВАНОВА – ПР.  
МОТОРОБУДІВНИКІВ М. ЗАПОРІЖЖЯ


Виконав: студент II курсу, групи Тз-319м

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

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

  
\_\_\_\_\_  
Р.В. Бугель  
(прізвище та ініціали)

Керівник   
\_\_\_\_\_  
В.Е. Трушевський  
(прізвище та ініціали)

Рецензент   
\_\_\_\_\_  
А.Ю. Сосик  
(прізвище та ініціали)

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

Інститут, факультет \_\_\_\_\_ машинобудівний, транспортний  
 Кафедра \_\_\_\_\_ «Транспортні технології»  
 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  
 «Транспортні технології»  
 проф. Турпак С.М. \_\_\_\_\_  
 « 7 » \_\_\_\_\_ 10 2020 року

**ЗАВДАННЯ**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)**

Бугеля Руслана Ігоровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дослідження впливу параметрів та структури світлофорних циклів на режими руху та екологічні показники на перехресті вул. Іванова – пр. Моторобудівників м. Запоріжжя

керівник проєкту (роботи) Трушевський Вячеслав Едуардович,  
 канд. техн. наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «27» листопада 2020 р. №354

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 30.11.2020 р.




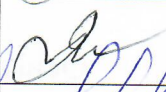




3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Інтенсивності дорожнього руху, склад транспортного потоку, інформація про ДТП, геометричні параметри вулично-дорожньої мережі, маршрути вантажного транспорту

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналітична частина. Рішувальна частина. Дорожні знаки проєктування дорожніх розмірів. Розрахунок інтенсивностей. Розрахунок простого світлофорного циклу. Пропускна здатність дороги. Екологічні розрахунки на перехресті. Розрахунок викидів CO. Розрахунок селективних викидів. Соціально-економічна частка. Охорона праці

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



6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Аналітична частина	Трушевський В.Е., доцент		
Основна частина	Трушевський В.Е., доцент		
Економічна частина	Харченко Т.В., ст. викл.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Лазуткін М.І., доцент		

7. Дата видачі завдання «05» жовтня 2020 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

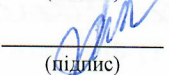
№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Захист звітів зі стажування	23.09-04.10	
2	Аналітична частина	07.10-18.10	
3	Основна частина	21.10-04.11	
4	Економічна частина	05.11-15.11	
5	Охорона праці	18.11-22.11	
6	Оформлення МР	25.11-29.11	
7	Перевірка МР на плагіат	01.12-14.12	
8	Отримання зовнішніх рецензій	15.12-18.12	
9	Захист магістерських робіт	22.12-24.12	

Студент(ка)

Керівник проєкту (роботи)

  
(підпис)

Р.І. Бугель  
(прізвище та ініціали)

  
(підпис)

В.Е. Трушевський  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 93 с., 32 табл., 13 рис., 1 додаток, 24 джерела.

Метою магістерської роботи є розробка організаційно-технічних заходів з удосконалення системи організації дорожнього руху на перехресті вулиць Іванова та проспекту Моторобудівників у місті Запоріжжя.

Об'єктом проектування є перехрестя вулиця Іванова – проспект Моторобудівників.

Предметом проектування є режими руху транспортних потоків в системі дорожні умови – транспортні потоки.

При проведенні натурних досліджень застосовувалися стандартні прилади. При обробці результатів спостережень – стандартні методи визначення характеристик дорожніх умов і транспортних потоків.

В результаті виконаної магістерської роботи розроблено пропозиції, щодо удосконалення організації дорожнього руху на перехресті вулиця Іванова – проспект Моторобудівників. Проект направлений на цілеспрямоване підвищення рівня безпеки руху.

Виконана оцінка соціально-економічної ефективності запропонованих заходів дозволила зробити висновок про економічну доцільність фінансових інвестицій для їх впровадження, яка складає термін окупності проекту  $T_{ок} = 3$  роки.

ДОРОЖНІ ЗНАКИ, АНАЛІЗ АВАРІЙНОСТІ, ШВИДКІСТЬ РУХУ, ТРАНСПОРТНІ ПОТОКИ, РОЗМІТКА, ДОРОЖНІ УМОВИ, ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ОДР.

## ЗМІСТ

Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1. Аналітична частина.....	9
1.1 Загальна характеристика району проектування.....	9
1.2 Загальна характеристика ділянки автомобільної дороги.....	10
1.3 Характеристика транспортних і пішохідних потоків.....	12
1.4 Статистика та аналіз дорожньо-транспортних подій.....	14
1.5 Екологічна оцінка району проектування.....	21
1.6 Недоліки існуючої організації дорожнього руху та постановка задач проекту .....	22
2. Основна частина.....	24
2.1 Дорожні знаки проектування.....	24
2.2 Проектна розмітка проїзної частини.....	32
2.3 Розрахунок інтенсивностей.....	36
2.4 Розрахунок проектного світлофорного циклу на перехресті.....	41
2.5 Пропускна здатність дороги.....	45
3. Екологічні розрахунки на перехресті.....	51
3.1 Розрахунок викидів СО.....	52
3.2 Розрахунок шкідливих викидів.....	58
4. Соціально-економічна частина.....	63
4.1 Розрахунок капітальних вкладень.....	63
4.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат.....	66
4.3 Збитки від ДТП.....	68
5. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	72
5.1 Аналіз потенційних небезпек.....	72
5.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	73
5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	74

5.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	82
5.4.1 Заходи з пожежної безпеки .....	82
5.4.2 Заходи з цивільного захисту.....	82
Висновки.....	85
Перелік посилань.....	86
Додаток А.....	88

## ВСТУП

Автомобільний транспорт є найважливішою сферою, яка забезпечує життєдіяльність країни та її регіонів, при цьому у процесі реалізації господарської діяльності кожне підприємство потребує переміщення низки матеріалів, сировини, напівфабрикатів, готової продукції. При цьому сучасні підприємства можуть використовувати для доставки вантажів як власний, так і найманий автомобільний транспорт.

На рівні держави основним завданням розвитку транспортно-дорожнього комплексу у середній та довгостроковій перспективі є встановлення шляхів рішення проблем майбутнього розвитку транспортної галузі та шляхів сполучення, враховуючи зростаючий попит на послуги транспорту, активна останніми роками інтеграція транспортного та дорожнього комплексу України до транспортних систем Європи та світу. За таких умов роль транспорту у нашій країні зростає, він стає одним з ключових, що забезпечує життєдіяльність мешканців, функціонування та розвиток економічних процесів у державі, забезпечення її обороноздатності, забезпечення зовнішньоторговельних відносин України з державами світу.

Значною є роль автомобільного транспорту у розвитку соціально-економічних процесів в Україні. За різними оцінками на сьогодні понад 100 тисяч приватних та державних автомобільних перевізників надають послуги з перевезення понад 50% пасажирів та близько 65% вантажів.

Основною проблемою автомобільного транспорту в Україні на сьогоднішній день є застарілість матеріально-технічної бази. Переважна більшість парків вантажного та пасажирського транспорту за своїми технічними параметрами (конструкцією, вантажопідйомністю, пасажиромісткістю, типами кузовів та салонів, класами комфортності, видами використовуваного пального та дотриманням екологічних норм) не відповідають вимогам, що висувуються до транспортних засобів у країнах Європейського Союзу.

Окремою проблемою автомобільного транспорту в Україні становить аварійність. На її зменшення спрямовані заходи з організації дорожнього руху. Організація дорожнього руху (ОДР) є комплексом організаційно-технічних заходів та управлінських впливів щодо управління рухом автомобільного транспорту на вулицях та дорогах. Зі зміною умов руху, підвищення автомобільного трафіку постають задачі удосконалення управління та організації рухом транспортних засобів. Дана магістерська робота присвячена удосконаленню організації дорожнього руху на одному з напружених перехресть міських вулиць Запоріжжя.



## 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Загальна характеристика району проектування

Запорізька область (з обласним центром у місті Запоріжжя) розташована на південному сході України. Запорізька область має сухопутні адміністративні кордони з Донецькою, Дніпропетровською та Херсонською областями. На півдні суходіл області омивається Азовським морем, довжина берегової лінії моря у межах Запорізької області складає понад 300 кілометрів.

Запорізька область займає понад 27 тис. кв. км території, що складає трохи більше 4,5 % від загальної площі території України. Максимальні лінійні розміри території становлять: у північно-південному напрямку 208 км, у східно-західному напрямку 235 км. Відстань від обласного центру – міста Запоріжжя до столиці держави міста Києва складає: залізницею 715 км, автомобільними шляхами 618 км.

Геологія Запорізької області є доволі різноманітною. Основою переважної більшості території області є український кристалічний щит зі схилами та незначна ділянка північної частини Причорноморської впадини (на півдні та заході області).

Клімат в усій межі Запорізької області є помірно-континентальним. Останніми роками спостерігається досить спекотне літо та малосніжна зима, вологість повітря є невисокою. Середні температури становлять: у липні +23 °С, у січні –4° С. Більшість опадів випадає влітку, нерідкими є зливи. В середньому на рік припадає до 225 безхмарних днів, середній рівень опадів складає 448 мм. Кліматичні умови Запорізької області є сприятливими для розвитку сільського господарства, ведення курортного та туристичного бізнесу.

Територією Запорізької області протікає 109 великих та малих річок, що мають довжину понад 10 км. Основною водною артерією Запорізької області є річка Дніпро – третя за довжиною річка у Європі. Найбільшою його протокою є річка Конка (довжина близько 150 км). В межах Запорізької області розташовані

846 природних та штучних озер, запруд та 27 водосховищ, споруджених вздовж Дніпра, найбільшим з яких є Каховське водосховище, утворене після будівництва Каховської ГЕС. Вздовж узбережжя Азовського моря на півдні Запорізької області знаходяться низка лиманів та солоних озер, обмежених піщаними косами [1].

## 1.2 Загальна характеристика ділянки автомобільної дороги

На ділянці проектування, яка розглядається у даній магістерській роботі, знаходиться перехрестя вулиця Іванова – проспект Моторобудівників. По вулиці Іванова зі сторони військової частини (так звані, Уральські казарми) ширина проїзної частини на підході до перехрестя становить 10,5 метри, по 3,5 метра на смугу руху, зі сторони авіаційного коледжам імені Івченка ширина проїзної частини становить 9,5 метри: дві смуги по 3 метри у бік перехрестя та смуга у 3,5 метри у бік Авіаційного коледжу. По проспекту Моторобудівників зі сторони проспекту Соборного ширина проїзної частини дороги становить 29,5 метри: три смуги у бік перехрестя по 3,5 метри та дві смуги по 3,75 метри у бік проспекту Соборного, також присутнє відокремлене трамвайне полотно шириною 9,5 метри. По проспекту Моторобудівників зі сторони першого Шевченківського мікрорайону ширина проїзної частини становить 14 метрів, дві смуги руху у бік перехрестя по 3 метри та 2 смуги руху по 4 метри у бік першого Шевченківського мікрорайону.

Ділянка проектування та схема розташування засобів організації дорожнього руху на ній показані на слайді 1 презентації магістерської роботи.

Номери та кількість встановлених на ділянці дорожніх знаків наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Відомість дорожніх знаків згідно ДСТУ 4100-2002

Номер	Кількість по типорозмірах			ДЗП
	I	II	III	
2.1	-	1	-	-
3.12	-	1	-	-
4.7	-	1	-	-
4.9	-	1	-	-
4.10	-	1	-	-
5.18	-	6	-	-
5.35.1	-	6	-	-
5.53	-	7	-	-
5.54	-	2	-	-
6.5	-	3	-	-
7.3.3	-	1	-	-

Відомості про дорожню розмітку, яка знаходиться на ділянці заносимо у таблицю 1.2.

Таблиця 1.2 – Відомість про дорожню розмітку на ділянці згідно ДСТУ 2587-2002

Номер	Кількість	Довжина	Площа м <sup>2</sup>		
			Білий	Чорний	Жовтий
1	2	3	4	5	6
1.1	-	40	4	-	-
1.12	-	38	15,2	-	-
1.14.1	-	50	45	-	-
1.14.2	-	17	13,6	-	-

### 1.3 Характеристика транспортних і пішохідних потоків

Інтенсивністю руху називають кількість транспортних засобів, що проходять через поперечний перетин автомобільної дороги в одиницю часу. Зазвичай в якості одиниці часу при визначенні інтенсивності руху приймають рік, добу, годину або хвилину в залежності від комплексу задач, які планується вирішувати. На вулично-дорожній мережі міста зазвичай виділяють окремі ділянки або сегменти, на яких інтенсивність руху досягає максимальних значень, у той час як на інших ділянках вона може бути у рази меншою. Нерівномірність інтенсивності руху зумовлена нерівномірністю просторового розташування пунктів транспортного тягіння на території міста та режими їх функціонування.

Уяву про змінювання інтенсивності руху у часі дає побудова її графіка у системі координат «час» – «інтенсивність». На отриманій кривій можна чітко визначити так звані, пікові періоди доби, у які інтенсивність руху сягає найбільших значень та у яких виникають найбільш складні завдання організації та регулювання дорожнього руху. Пікові періоди доби характеризуються значним перевищенням інтенсивності руху над середньодобовим значенням. Відзначається, що періодом найбільш інтенсивного дорожнього руху є проміжок доби з 6 години ранку до 22 години вечора.

Інтенсивність дорожнього руху може вимірюватись як у фізичних, так і приведених одиницях в одиницю часу. Коефіцієнти приведення враховують різноманітність типів рухомого складу автомобільного транспорту та приводять транспортний потік до еталонного, у якому одиничному коефіцієнту приведення відповідає легковий автомобіль.

З використанням коефіцієнтів приведення різних типів автомобілів до легкового можна отримати значення інтенсивності дорожнього руху в умовних приведених одиницях, од/год.

$$N_{np} = \sum_1^n (N_i K_{npi}), \quad (1.1)$$



де  $N_i$  – інтенсивність руху автомобілів певного типу, од/год;  
 $K_{прі}$  – значення коефіцієнтів приведення для даного типу автомобілів;  
 $n$  – кількість видів автомобілів, які розглядаються під час спостережень.

Як свідчать проведені наукові дослідження, використовувані на практиці коефіцієнти приведення є досить наближеними та потребують оновлення, оскільки є дещо завищеними для сучасного складу транспортного потоку. Крім того, існують спроби відбити у коефіцієнті приведення не лише геометричні та вагові розміри транспортних засобів, а й такі елементи дорожніх умов, як швидкісний режим та профіль проїзної частини автомобільної дороги. Використовувані у даній магістерській роботі коефіцієнти приведення наведені у таблиці 1.3 [2].

Таблиця 1.3 – Коефіцієнти приведення різних типів автомобілів до легкового автомобіля

Тип транспортного засобу	Коефіцієнт приведення до легкового автомобіля
T1 (не класифіковані ТЗ)	1
T2 (легкові)	1
T3 (важкі з причепом)	2
T4 (вантажні)	2,5
T5 (тягачі)	2,5
T6 (автобуси)	3

Результати розрахунків інтенсивності руху на ділянці проєктування наведено у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Приведені інтенсивності транспортного потоку на ділянці проєктування по місяцях року

Місяць	Зведені інтенсивності дорожнього руху
Січень	3193
Лютий	2938
Березень	2522
Квітень	3193
Травень	4023
Червень	3224
Липень	3161
Серпень	3257
Вересень	3224
Жовтень	3129
Листопад	3288
Грудень	3832

#### 1.4 Стан та аналіз аварійності

Дорожньо-транспортна пригода (ДТП) (аварія, автокатастрофа) – це подія, яка виникла в процесі руху по дорозі транспортного засобу і за його участі, при якій загинули або постраждали люди, пошкоджені транспортні засоби, споруди, вантажі, або заподіяний інший матеріальний збиток.

На сьогодні загальноприйнятою є така класифікація ДТП:

- зіткнення транспортних засобів;
- перекидання одного або декількох транспортного засобів;
- наїзд на транспортний засіб інших учасників дорожнього руху;
- наїзд на нерухому або рухому перешкоду;

- наїзд транспортного засобу на пішохода;
- наїзд транспортного засобу на велосипедиста;
- наїзд транспортного засобу на гужовий транспорт;
- наїзд транспортного засобу на тварину;
- інші види ДТП (події, які не віднесені до зазначених вище видів)

Основними вражаючими факторами при ДТП є:

- динамічний удар, викликаний майже миттєвою зупинкою транспортного засобу

- травмування уламками і частинами транспортних засобів

- синдром тривалого тиснення при затиску постраждалих частинами транспортних засобів

- вплив високої температури і виділення газів у разі виникнення пожежі

- вплив небезпечних речовин при участі спецтранспорту, що перевозить

небезпечні вантажі

Факторами ризику при ДТП є:

- порушення правил дорожнього руху, в тому числі:
- алкогольне сп'яніння;
- перевищення допустимої швидкості руху;
- невикористання ременів безпеки;
- використання несправного транспортного засобу.
- втома водія (водій при сильній втомі може заснути за кермом);
- розмови по мобільному телефону;
- складні погодні умови;
- низька якість дорожнього покриття;
- розмова з пасажиром;
- куріння за кермом;
- вживання їжі за кермом;
- управління гадетами та іншими електронними пристроями під час руху;
- прослуховування радіо або іншої музики під час руху;
- використання водієм взуття на високих підборах.

Дослідження показали, що водії, які під час руху прослуховують музику, є більш схильними до перевищення швидкості і частіше потрапляють в ДТП, так як стають неуважними[3].

Після ознайомлення з картками аварійності на ділянці було отримано дані про стан аварійності на проєктованій ділянці дороги. Статистика ДТП по даній ділянці дороги буде наведена у таблиці 1.5

Таблиця 1.5 – Статистика дорожньо-транспортних подій

Дата скоєння	Час скоєння годин	Дні неділі	Вид пригоди	Вулиця	Загиблих усього	Травма усього
06.02.2018	13	4	Наїзд на пішохода	вул. Іванова	0	2
23.02.2018	7	2	Наїзд на пішохода	пр-т Моторобу дівників	0	1
23.06.2018	12	6	Зіткнення	вул. Іванова	0	0
01.09.2018	12	7	Наїзд на велосипедиста	вул. Іванова	0	1
03.10.2018	13	4	Зіткнення	вул. Іванова	1	3
10.11.2018	16	1	Наїзд на пішохода	вул. Іванова	0	0
16.04.2019	10	4	Наїзд на пішохода	пр-т Моторобу дівників	0	0
30.04.2019	18	6	Наїзд на велосипедиста	пр-т Моторобу дівників	0	0
17.06.2019	17	2	Наїзд на велосипедиста	вул. Іванова	0	1



Продовження таблиці 1.5.

Дата скоєння	Час скоєння годин	Дні неділі	Вид пригоди	Вулиця	Загиблих усього	Травма усього
20.09.2019	16	2	Наїзд на пішохода	вул. Іванова	0	0
03.10.2019	9	4	Наїзд на пішохода	вул. Іванова	0	0
11.09.2019	7	3	Зіткнення	вул. Іванова	1	1
22.11.2019	17	3	Наїзд на пішохода	вул. Іванова	0	1
21.12.2019	21	2	Наїзд на пішохода	пр-т Моторобу дівників	0	1
01.08.2020	8	6	Перекидання	вул. Іванова	1	2
09.10.2020	16	4	Наїзд на пішохода	вул. Іванова	0	1
10.10.2020	8	1	Зіткнення	пр-т Моторобу дівників	0	2
18.11.2020	17	5	Зіткнення	вул. Іванова	0	1

Загальна кількість ДТП на ділянці 18 , більша частина з яких - це наїзд на пішохода, їх аж 9 , що становить 50% від усіх ДТП на даній ділянці. Загальна кількість поранених - 18, а загиблих - 2 людини.

Аналізуючи дані зібрані з каталогу дорожньо-транспортних пригод можна розділити самі ДТП за характеристиками:

- час скоєння ДТП;
- рік скоєння ДТП;
- день тижня скоєння ДТП;

- місяць скоєння ДТП;
- кількість постраждалих у ДТП по роках;
- вид ДТП.

Для більшої наочності дані характеристики представлені на рисунках 1.1 - 1.6. Відповідні діаграми зображені також на слайдах 2 та 3 презентації роботи.

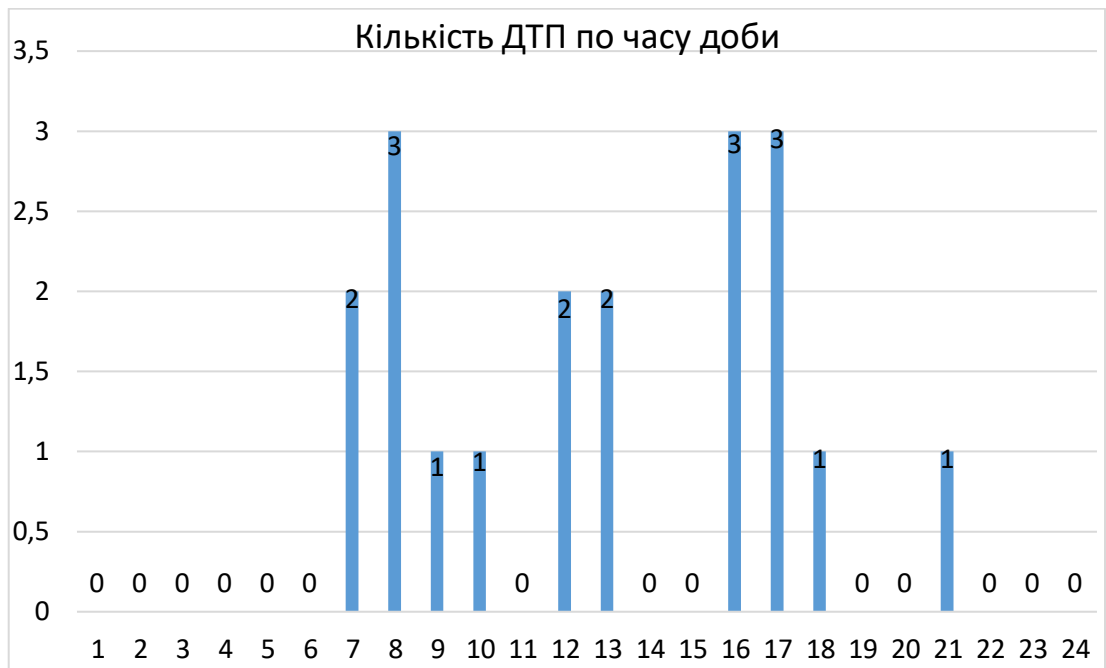


Рисунок 1.1 – Кількість ДТП по годинах доби



Рисунок 1.2 – Кількість ДТП по роках



Рисунок 1.3 – Кількість ДТП по днях тижня

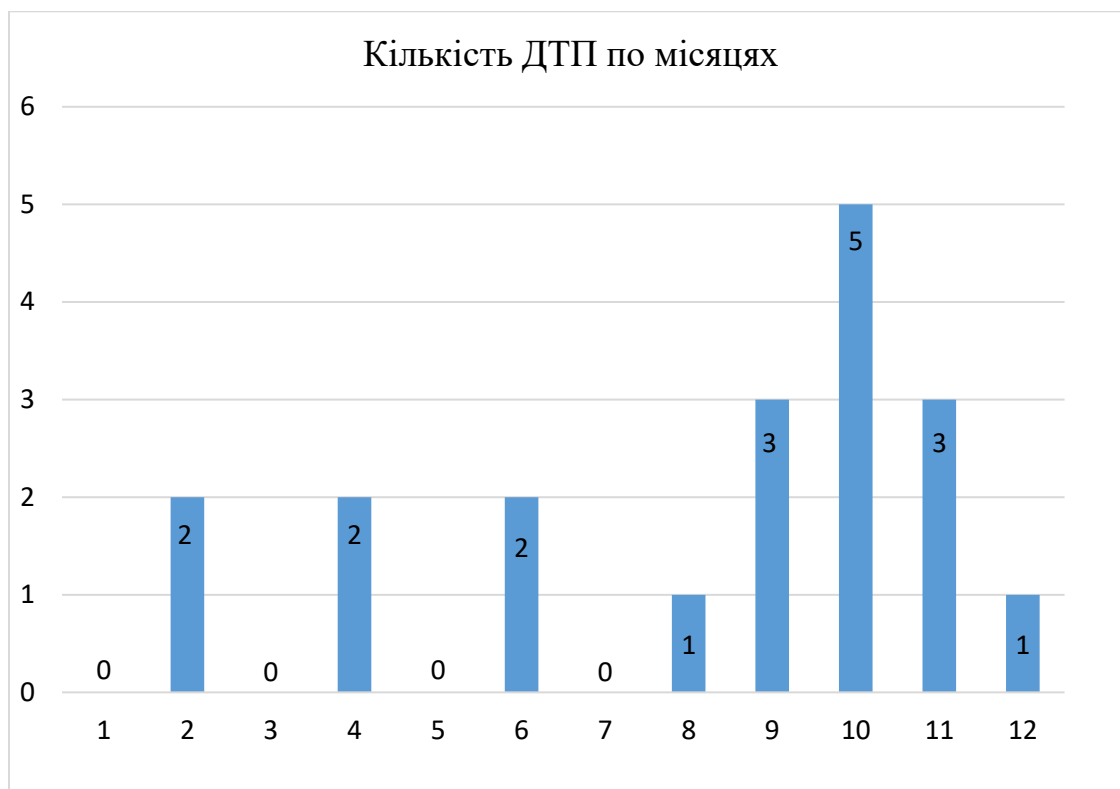


Рисунок 1.4 – Кількість ДТП по місяцях року



Рисунок 1.5 – Кількість постраждалих у ДТП по роках

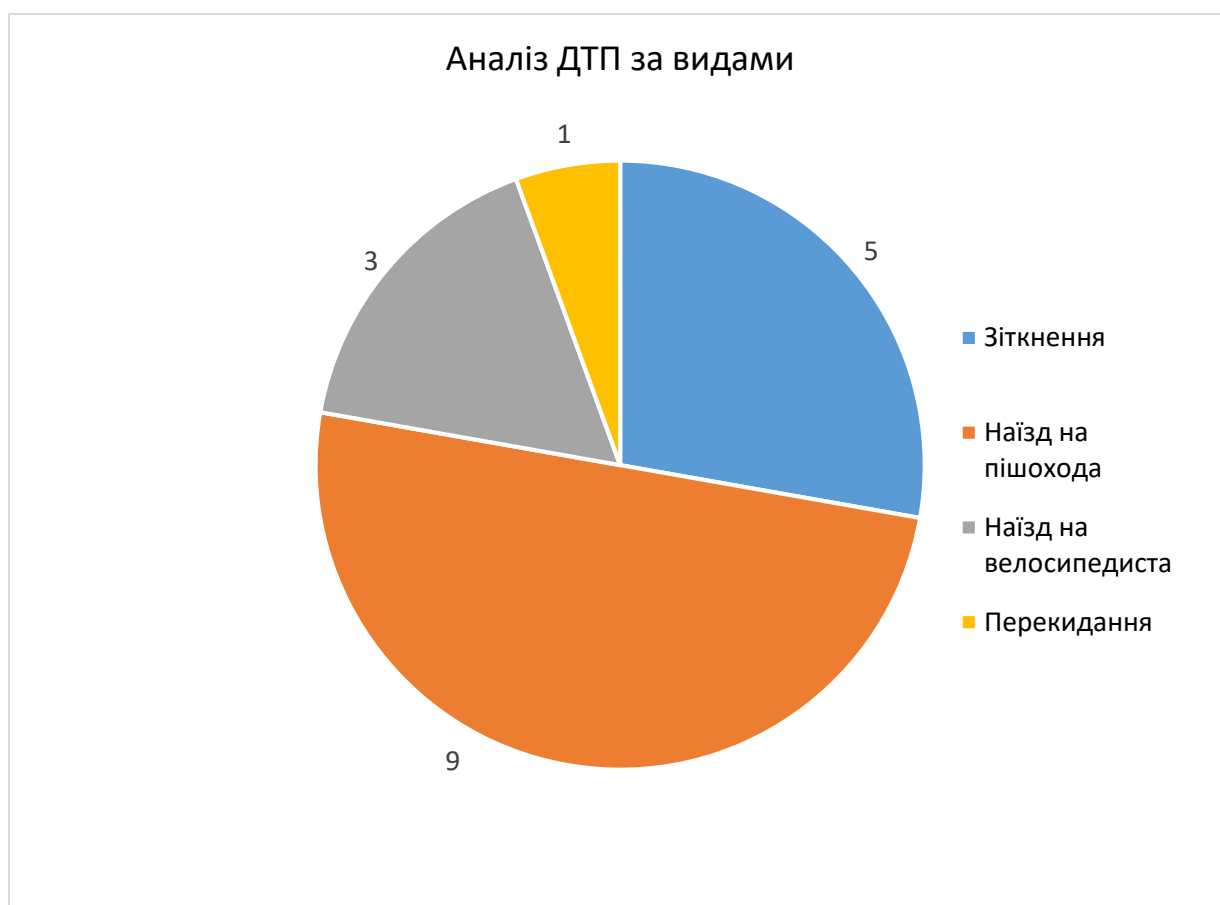


Рисунок 1.6 – Аналіз ДТП за видами



## 1.5 Екологічна оцінка району проектування

Запорізька область є місцем концентрації промислових підприємств багатьох галузей промисловості. У місті представлені підприємства чорної та кольорової металургії, машинобудування, хімічної галузі, теплової та атомної енергетики тощо. Щороку ці промислові підприємства перераховують до державного бюджету внески, що створюють умови для розвитку соціальної сфери та промисловості. Запорізька область має високий потенціал щодо вкладення інвестицій. Але поряд з тим, іншу негативну сторону становить поганий стан атмосферного басейну, забруднення якого зумовлене діяльністю та функціонуванням промислових підприємств міста та області.

За оцінками спеціалістів-екологів, щорічно до атмосферного повітря Запорізької області викидається понад 350 тонн забруднюючих речовин, з яких близько 230 тонн припадає на стаціонарні, а 120 тонн – на пересувні (транспортні засоби) джерела забруднення. Всього щодоби у повітряний басейн Запорізької області викидається понад 600 тонн шкідливих речовин, а темпи зростання (приріст) обсягу викидів складають 2,0–2,5 % щороку [4].

Незадовільна якість повітря Запоріжжя та області зумовлена також незадовільним станом вирішення техногенних та промислових проблем, до яких слід віднести:

– відсутність або неналежне використання методів ефективного очищення значних обсягів забруднених газів на підприємствах чорної металургії з одночасною відсутністю ефективного моніторингу та контролю стану забруднення на базі автоматичних давачів викидів забруднюючих речовин безпосередньо біля об'єктів-джерел забруднення. Між тим, застосування подібних технологій дає можливість оперативного реагування контролюючих органів на випадки понаднормового забруднення атмосфери цілодобово круглий рік, розраховувати збитки від забруднення та накладати на підприємства-порушники фінансових штрафних санкцій;

– відсутність на даний час ефективних методів нейтралізації викидів оксидів сірки та викидів оксидів азоту, частка яких у складі забруднюючих речовин у атмосфері є найбільшою;

– складність встановлення на підставі лабораторних вимірів обсягів викидів ароматичних вуглеводнів у викидах промпідприємств.

Найбільш несприятливими у екологічному стані є такі міста Запорізької області, як Бердянськ, Мелітополь та Токмак. Не виключенням є і сільські райони області: Бердянський, Веселівський, Запорізький, Приморський, Розівський та Токмацький.

Окремо слід згадати про забруднення водних басейнів. Основним негативним чинником їх забруднення є наслідки аварійних ситуацій у системах міської каналізації, стан яких у більшості населених пунктів Запорізької області є далеко не найкращим через зношеність та технічну недосконалість. Часті пориви систем водопостачання та каналізації призводять до підтоплення будівель, їх основ та підвалів, що створює ризик та загрози для життя і здоров'я населення [4].

## 1.6 Недоліки існуючої організації дорожнього руху та постановка задач магістерської роботи

Основним недоліком схеми організації дорожнього руху на обраній ділянці проектування є велика тривалість затримок, що негативно впливає на екологічну ситуацію на перехресті. Розберемо докладніше:

- недостатня тривалість світлофорного циклу для теперішньої інтенсивності транспорту на ділянці вулично - дорожньої мережі та як наслідок збільшення тривалості затримок, часу простою транспорту та погіршення екологічної ситуації;

- відсутність потрібної розмітки та дорожніх знаків згідно державних стандартів де вони повинні бути та оновлення старих.

Для усунення усіх недоліків існуючої схеми вулично-дорожньої мережі пропоную ввести такі заходи:

- перерахувати світлофорний цикл на існуючих світлофорних об'єктах на перехресті для мінімізації затримок та покращення екологічної ситуації;
- оновити стару розмітку та нанести нову у місцях де вона необхідна;
- встановити дорожні знаки для забезпечення безпеки та більшої інформативності водіїв, сюди входить як оновлення старих так і встановлення нових.

## 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

### 2.1 Дорожні знаки проектування

Дорожні знаки є одним з найпоширеніших технічних засобів організації дорожнього руху та призначені для інформування учасників дорожнього руху про умови, режими та дозволені чи заборонені напрямки руху на перехрестях та ділянках автомобільних доріг. Завдяки ним водії, які, можливо, вперше користуються дорогою, отримують необхідну інформацію про існуючі дорожні умови, встановлені обмеження руху, дозволені швидкісні режими руху, розташування різноманітних об'єктів. Інформація, що надається дорожніми знаками, поєднується з іншими технічними засобами організації дорожнього руху (наприклад, дорожньою розміткою) та у такому поєднанні дозволяє успішно вирішувати завдання організації дорожнього руху.

Основним документом, який регламентує поділення знаків на групи, їх нумерацію та назви, форму та використовувані кольори, розташовувані на знаках символи є ДСТУ 4100:2014 «Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування». Так, вищезгаданий стандарт встановлює поділ дорожніх знаків на 7 груп: попереджувальні, знаки пріоритету, заборонні, наказові, інформаційно-вказівні, знаки сервісу, додаткової інформації (таблички).

Типорозміри використовуваних знаків в залежності від умов застосування приймаються у відповідності до таблиці 2.1.

Дорожні знаки слід розташовувати таким чином, щоб забезпечити їх добру видимість для усіх учасників дорожнього руху як у світлу, так і в темну пору доби, при цьому слід забезпечувати зручність експлуатації і обслуговування знаків, а також унеможливлення їх ненавмисного пошкодження чи зміну положення. Обов'язковою умовою встановлення знаків є забезпечення їх незатулення від усіх учасників дорожнього руху якими-небудь перешкодами (гілками та листям дерев, опорами зовнішнього освітлення, іншими дорожніми знаками тощо).



Таблиця 2.1 - Типорозміри знаків залежно від умов застосування згідно ДСТУ 4100

Типо розмір знака	Застосування знаків	
	за межами населених пунктів	у межах населених пунктів
I	дороги з шириною проїзної частини менш ніж 6 м	дороги та вулиці з однією смугою для руху в одному напрямку
II	дороги з однією чи двома смугами для руху в одному напрямку	дороги та вулиці з двома смугами для руху в одному напрямку
III	дороги з трьома і більше смугами для руху в одному напрямку та автомагістралі	дороги з трьома і більше смугами для руху в одному напрямку
IV	ремонтні роботи на автомагістралях, місця концентрації ДТП, небезпечні ділянки у разі обґрунтування доцільності застосування знаків	

При встановленні дорожніх знаків слід забезпечувати цілеспрямованість інформації, яку вони несуть, лише до тих учасників дорожнього руху, яким ця інформація призначена.

На ділянках автомобільних доріг, де можливе ускладнення видимості дорожньої розмітки (бруд, сніг тощо) або таку розмітку неможливо відновити (незадовільний стан дорожнього покриття), встановлюють відповідні за інформацією дорожні знаки.

Знаки можуть мати світлоповертальну поверхню, у такому разі вони використовуються на ділянках автомобільних доріг без зовнішнього стаціонарного освітлення. Такі знаки можна встановлювати і на ділянках доріг зі стаціонарним освітленням, але при цьому слід забезпечити їх видимість на відстані не менш ніж 100 м незалежно від періоду доби. Також може використовуватись внутрішнє освітлення знаків, у такому разі воно повинно

бути увімкнене протягом усього темного часу доби. Більшість дорожніх знаків встановлюється у населених пунктах на відстані від 50 до 100 м від відповідного об'єкту, а поза населеними пунктами – на відстані від 150 до 300 м від відповідного об'єкту.

При встановленні знаків слід дотримуватись правила, щоб у одному поперечнику автомобільної дороги для певного напрямку руху було встановлено не більш ніж три знаки (без врахування табличок та дублюючих знаків).

Якщо декілька дорожніх знаків встановлюються на одній опорі, то їх черговість розташування (рахуючи зверху донизу або зліва направо) повинна бути такою: знаки пріоритету, попереджувальні, наказові, заборонні, інформаційно-вказівні, сервісу. У випадку розміщення на одній опорі декількох знаків однієї групи, порядок їх розташування визначається номером знака у групі.

Якщо знаки на ділянці дороги встановлюються послідовно (за винятком перехресть вулиць та доріг), то вони повинні бути розташовані на відстані не менш ніж 50 м (за межами населених пунктів) або 25 м (у межах населених пунктів) між поперечниками їх встановлення.

Встановлюють дорожні знаки праворуч поза межами проїзної частини та узбіччя дороги, на тротуарі, розділовій смузі, зеленій зоні (газоні) або над поверхнею дороги (за деякими виключеннями, зумовленими стандартом). Дорожні знаки можуть дублюватись у випадку наявності на дорозі двох та більше смуг руху у одному напрямку. Таке дублювання визначається в залежності від дорожніх умов, що склалися. У випадку дублювання, такі знаки встановлюють на розділовій смузі, а за її відсутності – над поверхнею дороги або зліва по напрямку руху, якщо для руху у зустрічному напрямку наявні не більше двох смуг руху.

Відстань від межі проїзної частини або від брівки земляного полотна узбіччя до найближчого до них краю дорожнього знаку, що встановлений обабіч проїзної частини, повинна складати від 0,5 метрів до 2,0 метрів, а до кромки деяких інформаційно-вказівних знаків від 0,5 метрів до 5,0 метрів.

У складних умовах (урвища, скелі, парапети тощо) допускається встановлення дорожніх знаків на узбіччі. У такому випадку відстань між кромкою проїзної частини до найближчого до неї краю дорожнього знаку повинна бути не меншою за 1,0 м, а висота встановлення знака повинна бути не меншою ніж 2,0 м.

У випадках відсутності огорожі барерного або парапетного типів, знаки, які встановлюють на узбіччі або на розділовій смузі, встановлюються на безпечних опорах у відповідності до вимог ГОСТ 25458 та ГОСТ 25459. Верхню кромку фундаменту опори знака слід виконувати врівень з поверхнею узбіччя або розділової смуги.

У місцях проведення ремонтних робіт на проїзній частині дороги та у випадку необхідності внесення оперативних змін до схем організації дорожнього руху встановлюють тимчасові дорожні знаки на переносних опорах безпосередньо на проїзній частині. Поза населеними пунктами дозволяється встановлення тимчасових дорожніх знаків на опорах, що пофарбовані у жовтий колір.

Згідно ДСТУ 4100:2014, відстань від нижнім краєм знака (без урахування попереджувальних знаків 1.31.1-1.31.6 і табличок до дорожніх знаків) до поверхні дорожнього покриття (висота устанавлення) крім випадків, спеціально обумовлених стандартом, повинна становити:

- у разі встановлення збоку від проїзної частини дороги поза межами населених пунктів від 1,5 м до 2,2 м, а у межах населених пунктів від 2,0 м до 4,0 м;

- у разі встановлення на острівцях безпеки та безпосередньо на проїзній частині дороги не менше ніж 0,6 м;

- у разі розташування над дорогою від 5,0 м до 6,0 м. У випадку розміщення знаків на конструкціях штучних споруд

- від 5,0 до 6,0 м - у разі розміщення знаків над проїзною частиною.

Висота встановлення дорожніх знаків, які розташовуються збоку від дороги, вимірюється від поверхні дорожнього покриття на краю проїзної частини.

У випадку встановлення декількох знаків один під одним, висота їх встановлення визначається за найнижчим знаком.

Не дозволяється встановлення дорожніх знаків на відстані менш ніж 1,0 м від дротів ліній високої напруги. У межах охоронних зон високовольтних ліній електропередач забороняється розташовувати дорожні знаки на тросах-розтяжках [6].

У нашому випадку розташування дорожніх знаків, що застосовуються для реалізації прийнятої схеми організації дорожнього руху на перехресті вул. Іванова та пр. Моторобудівників, відповідають вимогам ДСТУ 4100:2014 «Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування».

Недоліками в існуючій схемі дорожнього руху є те, що запроектовані та встановлені не усі необхідні технічні засоби організації дорожнього руху на даній ділянці дороги вулиця Іванова - проспект Моторобудівників.

На даній ділянці присутні наступні знаки, які наведені в таблиці 2.3.

Встановлені знаки показані на слайді 4 презентації магістерської роботи.

Для чіткої організації дорожнього руху на ділянці дороги вулиця Іванова - проспект Моторобудівників про кількість дорожніх знаків кожного виду та групи, а також про загальну їх кількість, що необхідні установити для забезпечення належного рівня інформування учасників дорожнього руху відносно умов та режимів руху на даній ділянці наведені в таблиці 2.4. Знаки проектування показані на 6 слайді презентації магістерської роботи.

Знаки 4.7 «Об'їзд перешкоди з правого боку», 4.8 «Об'їзд перешкоди з лівого боку», 4.9 «Об'їзд перешкоди з правого або лівого боку» застосовано, щоб зазначити, що об'їзд улаштованих на перехресті острівців безпеки і наявних різноманітних перешкод, що розташовані на проїзній частині доріг, дозволяється лише з боку або боків, зазначених стрілками, нанесеними на відповідних знаках.

У випадку встановлення наказових знаків 4.7-4.9 на стійках, допускається встановлення під ними щитів розмірами 350 мм x 700 мм з нанесеною на них розміткою 2.3.

Таблиця 2.3 – Встановлені знаки на перехресті вулиця Іванова – проспект Моторобудівників.

Група згідно ДСТУ 4100-2002	Номер знаку	Кількість знаків II типорозміру	Назва знаку
Попереджувальні	1.29	1	Одноколійна залізниця
Пріоритету	2.1	1	Дати дорогу
	2.3	1	Головна дорога
	2.4	1	Кінець головної дороги
Заборонні	3.12	1	Рух транспортних засобів, які перевозять небезпечні вантажі, заборонено
Наказові	4.7	1	Об'їзд перешкоди з правого боку
	4.9	1	Об'їзд перешкоди з правого та лівого боку
	4.10	3	Рух по колу
Інформаційно-вказівні	5.18	6	Напрямок смугою руху
	5.35.1	5	Пішохідний перехід
	5.35.2	2	Пішохідний перехід
	5.38	1	Місце для паркування
	5.53	6	Показчик напрямку
	5.54	3	Показчик напрямку
Знаки сервісу	6.5	2	Пункт ТО
Таблички до дорожніх знаків	7.3.3	1	Напрямок дії

Таблиця 2.4 - Дорожні знаки проектування

Група згідно ДСТУ 4100-2002	Номер знаку	Кількість знаків II типорозміру	Назва знаку
Наказові	4.7	1	Об'їзд перешкоди з правого боку
	4.10	1	Рух по колу
Інформаційно - вказівні	5.20.3	1	Початок додаткової смуги руху
	5.21.1	1	Кінець додаткової смуги руху
	5.21.2	1	Кінець додаткової смуги руху
	5.35.1	12	Пішохідний перехід
	5.41.1	2	Зупиночний пункт автобуса
	5.41.2	2	Кінець зупиночного пункту автобуса

В місцях проведення ремонтних робіт на дорозі дорожні знаки 4.7 і 4.8 можна застосовувати для позначення лінії відхилення траєкторії руху транспортних потоків від наявної перешкоди, яка повинна бути створеною не менше ніж п'ятьма дорожніми знаками, при цьому ухил таких ліній до повздовжньої осі автомобільної дороги повинен бути не менш ніж 1:10, 1:20, 1:50, якщо дозволена швидкість руху відповідно складає 40, 60 і понад 60 км/год.

Знак п'ятої групи 5.20.3 «Початок додаткової смуги руху» застосовано для позначення смуги гальмування на дорозі, призначеної для повороту транспортних засобів ліворуч або виконання розвороту.

Знак 5.21.1 «Кінець додаткової смуги руху» застосовується для позначення кінця додаткової смуги руху на підйомах або смуги розгону на перетині автомобільних доріг в одному або різних рівнях і встановлюється на відстані 50 метрів від місця завершення смуги.

Знак 5.21.2 «Кінець додаткової смуги руху» згідно стандарту застосовується для позначення завершення смуги, призначеної для руху в даному напрямку, у такому випадку знак встановлюється біля початку перехідної лінії дорожньої розмітки.

Знаки 5.35.1 і 5.35.2 «Пішохідний перехід» застосовуються для позначення місць, що призначені для організованого переходу пішоходів через проїзну частину автомобільної дороги, якщо інтенсивність руху автомобілів перевищує 300 авт/год у обох напрямках руху та понад 100 пішоходів перетинають проїзну частину дороги хоча б в одну годину будь-якого дня тижня. Знак 5.35.1 встановлюється праворуч від дороги, знак 5.35.2 встановлюється ліворуч від дороги. На дорогах з розділовою смугою, де кожна з проїзних частин має дві чи більше смуг руху, знак 5.35.2 встановлюється ліворуч від кожної з проїзних частин на розділювальній смузі. У випадку відсутності на пішохідному переході дорожньої розмітки 1.14.1-1.14.3, дорожні знаки 5.35.1 і 5.35.2 встановлюють таким чином, щоб знак 5.35.1 розташовувався відносно транспортних засобів, що наближаються до переходу, на ближній межі переходу, а знак 5.35.2 на дальній межі переходу. Ширина нерозміченого пішохідного переходу, яка розташована між попереками дороги у місці встановлення знаків 5.35.1 і 5.35.2, визначається в залежності від інтенсивності пішохідного потоку виходячи з розрахунку 1 м ширина на 500 пішоходів на годину, але у будь-якому випадку становити не менше ніж 4 м. Знак 5.35.2 можна розміщувати на зворотному боці знака 5.35.1, який призначений для автомобілів зустрічного напрямку руху. На регульованих перехрестях вулиць та доріг, у тому числі і на тих, які позначені дорожньою розміткою 1.14.3 і на яких світлофорна сигналізація не переводиться у режим жовтого миготіння, знаки 5.35.1 і 5.35.2 можна не встановлювати.

Знаки 5.41 «Місце зупинки автобуса» і 5.43 «Місце зупинки тролейбуса» повинні застосовуватись для позначення зупинкових пунктів відповідних видів транспортних засобів, що рухаються за встановленими маршрутами. Знаки 5.41-5.43 встановлюються на ближньому за напрямком руху транспортних засобів краю зупинкового пункту. Якщо знаки 5.41-5.43 устанавлюються на павільйоні,

то їх належить розташовувати над краєм павільйону, повернутим у бік транспортних засобів, що наближаються до нього. Якщо знаки, у разі наявності павільйону, встановлюють на самостійній опорі, то опора повинна міститися на рівні ближнього за напрямком руху краю павільйону, а знак - повернутий у бік транспортних засобів, що наближаються до нього [7].

## 2.2 Проектна розмітка проїзної частини

В залежності від місця нанесення дорожньої розмітки її поділяють на дві групи: горизонтальна (лінії, написи, стрілки, інші позначення, які наносяться безпосередньо на поверхню проїзної частини дороги, якщо це дозволяє дорожнє покриття) та вертикальна (лінії, смуги, які наносяться на поверхні штучних споруд та інші елементи інженерного обладнання автомобільної дороги, а також світловідбивні елементи, які закріплюються на таких поверхнях).

Кожний вид розмітки має унікальний номер, який складається з арабських цифр: перше число позначає номер групи розмітки (перша цифра 1 позначає горизонтальну розмітку, перша цифра 2 – вертикальну розмітку), друга цифра позначає групу розмітки, а третя – порядковий номер розмітки у межах групи.

Основним призначенням дорожньої розмітки є забезпечення візуального орієнтування учасників дорожнього руху при виборі безпечної траєкторії, напрямку та режимів руху у дорожніх умовах, що склалися. Основна вимога до дорожньої розмітки – її видимість як вдень так і вночі на відстані, яка забезпечує безпечний рух.

Для нанесення дорожньої розмітки використовують матеріали, які у процесі експлуатації слабо змінюють свої характеристики під дією зовнішніх чинників, до яких відносять:

- широкий діапазон температур навколишнього повітря та поверхні (від – 30 °С до +40 °С;



- вологість повітря (відносна) 98 % при температурі повітря +25 °С;
- тривалу дію сонячної радіації.

Такими матеріалами для нанесення дорожньої розмітки є різноманітні фарби, пластмаси, полімерні стрічки, скляні мікрокульки тощо. Допускається для позначення вертикальної розмітки використання світловідбивної плівки згідно вимог ДСТУ 4100:2014.

Для нанесення горизонтальної розмітки використовують матеріали, які мають термін зношування не менше ніж три роки (полімерна стрічка), один рік (пластмаси) та півроку (для фарб).

Горизонтальна дорожня розмітка застосовується на автомобільних дорогах з удосконаленим покриттям, при цьому на загальнодержавних дорогах, дорогах I та II категорій, міських магістральних вулицях та вулицях загальноміського значення така розмітка виконується матеріалами, що мають підвищений термін зношуваності.

Нижче наведені вимоги застосування дорожньої розмітки згідно вимог ДСТУ 2587–2010 «Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Технічні вимоги. Методи контролювання. Правила застосування».

Розмітку за номером 1.1 застосовують:

- для позначення меж смуг руху:
- перед перехрестями, пішохідними переходами і залізничними переїздами протягом не менше ніж 20 м (40 м) до розмітки за номерами 1.12 або 1.13 або краю проїзних частин доріг, що перетинаються;
- перед напрямними острівцями, острівцями безпеки та розділювальною смугою протягом не менше ніж 20 м (40 м);
- краю проїзної частини (крайова лінія) на дорогах 11-IV категорії згідно з ДБН В.2.3-4, меж покриття (напрямого острівця, острівця безпеки тощо), в'їзд на який заборонено.

За наявності бордюру крайову лінію можна не наносити, за винятком штучних споруд та небезпечних ділянок доріг (криві в плані з радіусом менше ніж 150 м в населених пунктах та менше ніж 500 м поза населеними пунктами,

ділянки з незабезпеченою видимістю тощо), де їх має бути нанесено по краю проїзної частини;

Розмітку за номером 1.5 застосовують для:

- розділення транспортних потоків протилежних напрямків (осьова лінія) на дорогах, що мають не більше ніж три смуги руху в обох напрямках;
- позначення меж смуг руху за їх кількості для одного напрямку руху, крім випадків.

Розмітку за номером 1.6 (лінія наближення) застосовують для позначення наближення до розмітки за номерами 1.1 та 1.11, що розділяє транспортні потоки протилежних або попутних напрямків руху, протягом не менше ніж 50 м (100 м).

Розмітку за номером 1.8 застосовують для позначення межі між перехідно-швидкісною смугою і основною смугою руху. Дозволено застосовувати розмітку 1.8 для позначення межі заїзної «кишені» згідно з ДБН В.2.3-5 - місця зупинки маршрутних ДТЗ.

Розмітку за номером 1.13 застосовують для позначення місця зупинки транспортних засобів за наявності дорожнього знака за номером 2.1 «Дати дорогу» згідно з ДСТУ 4100, як правило, у тих випадках, коли цей знак з будь-яких причин не може бути встановлено безпосередньо у місці, де водій зобов'язаний уступити дорогу.

Розмітку 1.14.2 застосовують для позначення регульованих пішохідних переходів, де рух регулюється світлофором згідно з ДСТУ 4092.

Розмітки за номерами 1.16.1-1.16.3 застосовують для позначення напрямних острівців, розмітку за номером 1.16.4 - для позначення острівця безпеки.

Розмітки 1.16.1 та 1.16.2 має бути нанесено в місцях розділення транспортних потоків протилежних та одного напрямку руху відповідно, а розмітка 1.16.3 - в місцях злиття транспортних потоків одного напрямку руху. На острівцях, що мають велику площу, наносять розмітку 1.16.1-1.16.4. Розмітку за номером 1.18 застосовують на ділянках доріг з двома і більше смугами для руху в одному напрямку, окремих територіях, об'єктах дорожнього сервісу для позначення дозволених напрямів руху автотранспорту.

Перед перехрестям повинні бути нанесені дві, три чи більше стрілок з відстанню між ними від 20 м до 30 м. Основа стрілки, найближчої до перехрестя, повинна бути на рівні початку розмітки за номером 1.1, що розділяє потоки попутних напрямків руху. Межі стрілки по ширині повинні бути на однаковій відстані відносно осі смуги відповідного напрямку руху.

Розмітку за номером 2.5 застосовують для позначення бічних поверхонь дорожніх огорожень першої групи згідно з ДСТУ 2735, встановлених на небезпечних ділянках доріг, штучних спорудах та бічних поверхонь початкової (кінцевої) ділянки огорожень бар'єрного типу протягом не менше ніж 10 м згідно з ДСТУ Б В.2.3-10 та ДСТУ Б В.2.3-12. Допустимо не наносити розмітку на поверхню огороження, що має захисне покриття (алюмінізація, оцинкування тощо).

Розмітку за номером 2.6 застосовують для позначення бордюру напрямного острівця та острівця безпеки, на кривих у плані з радіусом менше ніж 50 м, у місцях звуження дороги та на інших небезпечних ділянках. Розмітку за номером 2.7 застосовують для позначення бордюру в місцях, де заборонено стоянку ДТЗ [8].

На даній ділянці дороги для забезпечення належної організації дорожнього руху необхідно нанести наступну розмітку, яка наведена в таблиці 2.5. Нанесена розмітка показана на 6 слайді презентації магістерської роботи.

Таблиця 2.5 – Проектна розмітка на ділянці дороги вулиця Іванова – пр-т Моторобудівників

Розмітка	Вартість, грн./м <sup>2</sup>	Площа, м <sup>2</sup>
1.1	3,5	22
1.5	3,5	71,5
1.6	3,5	4,32
1.12	3,5	12,4
1.14.1	3,5	41
1.14.2	3,5	13
1.17	3,5	8
Разом		172,22

### 2.3 Розрахунок інтенсивностей руху

Інтенсивність дорожнього руху - кількість автомобілів, які перетнули розріз дороги за одиницю часу. За розрахунковий період може прийматися рік, місяць, година, хвилина в залежності від поставлених задач. Інтенсивність дорожнього руху не є постійною, як в часі так і в просторі. Найбільша інтенсивність у години пік, саме ці періоди і є розрахунковими при організації дорожнього руху.

Часова нерівномірність транспортних потоків характеризується коефіцієнтом нерівномірності  $K_n$ . Цей коефіцієнт може бути розрахований для річної, добової, годинної нерівномірності руху.

Складаємо маршрут руху, тобто перерозподіляємо інтенсивності, які ми виміряли на вибраних для виконання проекту перехрестях, виходячи з умов нерозривності транспортного потоку на перехрестях. Баланс досягаємо за рахунок розподілення інтенсивностей на перехрестях на прямі, ліво і правоповоротні маневри, прагнучи, щоб інтенсивності руху у лівоповоротних напрямках не перевищували 120 од./год.

Інтенсивність руху транспортних потоків на певній ділянці дороги повинна відповідати пропускній спроможності на цій ділянці, а коефіцієнти завантаження кожної смуги були приблизно однакові.

Метою маршрутизації транспортних потоків є запровадження певної схеми руху на ділянці вулично-дорожньої мережі для рівномірного завантаження всіх ділянок мережі, раціонального використання пропускної спроможності, зменшення непродуктивних транспортних затримок, визначення пріоритетних напрямів руху, пошуку шляхів зменшення завантаження вузлів вулично-дорожньої мережі.

У магістерській роботі інтенсивності дорожнього руху виміряні з переведенням кількості автомобілів у одиниці, використовуючи коефіцієнти приведення, таблиця 2.6.

Таблиця 2.6 - Таблиця коефіцієнтів приведення

Назва транспортного засобу	Коефіцієнт приведення
легкові автомобілі	1,00
мікроавтобуси	1,50
вантажівки до 2т	1,50
вантажівки до 5т	2,00
вантажівки до 8 т	2,50
вантажівки до 14 т	3,00
автобус	3,00
тролейбус	3,00
автопоїзд	4,00

Інтенсивності на перехресті виміряні натурним методом дослідження у певні години доби, а саме з 8 до 9 ранку, 13 до 14 години, 17 до 18 години та 20 до 21 години. Це таблиці 2.7, 2.8, 2.9 та 2.10 відповідно.

Таблиця 2.7 - Інтенсивність руху з 8 до 9 години

День тижня	Номер підходу	Інтенсивність фізична (приведена) од/год			
		прямо	направо	наліво	разом
Понеділок	1	758	276	-	1034
	2	755	702	561	2018
	3	684	-	724	1408
	4	241	-	373	614

Продовження таблиці 2.7.

День тижня	Номер підходу	Інтенсивність фізична (приведена) од/год			
		прямо	направо	наліво	разом
Середа	1	742	296	-	1038
	2	755	702	561	2054
	3	634	-	736	1370
	4	255	-	389	644
П'ятниця	1	718	292	-	1010
	2	783	694	561	2038
	3	650	-	728	1378
	4	263	-	393	656

Таблиця 2.8 - Інтенсивність руху з 13 до 14 години

День тижня	Номер підходу	Інтенсивність фізична (приведена) од/год			
		прямо	направо	наліво	разом
Понеділок	1	688	246	-	934
	2	702	667	550	1919
	3	655	-	738	1393
	4	223	-	387	610
Середа	1	668	310	-	978
	2	750	667	550	1967
	3	621	-	732	1353
	4	241	-	389	630
П'ятниця	1	617	278	-	985
	2	727	621	472	1820
	3	600	-	665	1265
	4	237	-	371	608

Таблиця 2.9 - Інтенсивність руху з 17 до 18 години

День тижня	Номер підходу	Інтенсивність фізична (приведена) од/год			
		прямо	направо	наліво	разом
Понеділок	1	820	307	-	1127
	2	686	481	760	1927
	3	703	-	764	1467
	4	226	-	427	653
Середа	1	788	305	-	1093
	2	708	497	748	1953
	3	687	-	734	1421
	4	254	-	397	651
П'ятниця	1	717	281	-	998
	2	700	475	720	1895
	3	651	-	683	1334
	4	246	-	377	623

Таблиця 2.10 - Інтенсивність руху з 20 до 21 години

День тижня	Номер підходу	Інтенсивність фізична (приведена) од/год			
		прямо	направо	наліво	разом
Понеділок	1	772	257	-	1029
	2	671	457	705	1833
	3	647	-	701	1348
	4	201	-	388	589
Середа	1	742	259	-	1001
	2	683	463	809	1955
	3	641	-	669	1310
	4	235	-	372	607

Кінець таблиці 2.10

День тижня	Номер підходу	Інтенсивність фізична (приведена) од/год			
		прямо	направо	наліво	разом
П'ятниця	1	666	248	-	914
	2	670	433	768	1817
	3	584	-	647	1231
	4	226	-	354	580

Дозволена швидкість руху на цій ділянці вулично-дорожньої мережі 50 км/год. Але проїзд на такій швидкості ускладнюється заторами, тому середня швидкість знижується приблизно до 40, 30, 20 км/год.

Склад транспортного потоку за типом транспортного засобу відрізняється на обраних вулицях. Побудовано діаграми транспортних потоків. Відповідно по дням тижня та часу доби. Це показано в додатку А, де зображена кількість типів транспортних засобів у відсотках на кожній вулиці. Також склад транспортного потоку відрізняється за типом двигуна транспортного засобу, що зображено в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11- Інтенсивність руху за типом двигуна транспортних засобів

День тижня	Час доби	Інтенсивність фізична (відсотки) од/год	
		дизель	бензин
Понеділок	8-9	65%	35%
	13-14	65%	35%
	17-18	68%	32%
	20-21	71%	29%
Середа	8-9	64%	36%
	13-14	68%	32%
	17-18	68%	32%
	20-21	73%	27%



Кінець таблиці 2.11.

День тижня	Час доби	Інтенсивність фізична (відсотки) од/год	
		дизель	бензин
в'ялня, П	8-9	65%	35%
	13-14	69%	31%
	17-18	70%	30%
	20-21	72%	28%

#### 2.4 Розрахунок проектного світлофорного циклу на перехресті

Для розрахунку світлофорного циклу потрібно було вирахувати приблизну швидкість руху на перехресті, ширину проїзної частини та ширину пішохідних переходів.

1. Знаходимо час, необхідний пішоходам для перетину проїзної частини

$$t_{nu} = \frac{H}{V_n} + 5, c \quad (2.1)$$

де  $H$  - ширина проїзної частини, м;

$V_n$  - швидкість руху пішохода (відповідно до ДСТУ 4092-2002 приймається рівною 1,3 м/с). Відповідно ДСТУ 4100:2014, це значення дорівнює тривалості пішохідної фази.

2. Знаходимо тривалість перехідного інтервалу пішохідної фази.

Відповідно ДСТУ 4092-2002, значення перехідного інтервалу для пішохідного напрямку  $t_{III}''$  складає 6; 7 або 8 с. При виборі цього значення слід виконати співвідношення:

$$t_{III}'' \geq \frac{H}{V_n}. \quad (2.2)$$

Значення  $H$  обирається в залежності від дорожніх умов і дорівнює максимальній ширині проїзної частини, яку слід пройти пішоходам, аби дістатися тротуару, розділової смуги, лінії розділу зустрічних смуг руху.

3. Знаходимо тривалість основного такту пішохідної фази.

$$t_{om}^{II} = t_{nu}^{II} - t_{III}^{II} . \quad (2.3)$$

4. Знаходимо тривалість перехідного інтервалу транспортної фази.

Перехідний інтервал для транспортної фази розраховуємо за формулою:

$$t_{tr}^I = t_p + \frac{V_k}{2 \cdot a^k} + \frac{B_i + l_a}{V_k} + 2, \text{ с} \quad (2.4)$$

де  $t_p$  - час реакції водія, с (1 с);

$V_k$  - швидкість руху, м/с;

$a^k$  - прискорення уповільнення, м/с<sup>2</sup> (2,75 м/с<sup>2</sup>);

$B_i$  - відстань на переході між стоп-лініями, м;

$l_a$  - довжина зведеного автомобіля, м (приймаємо 5м).

5. Знаходимо тривалість циклу регулювання.

Визначаємо цикл регулювання:

$$T_u = \frac{B}{2A} + \sqrt{\frac{B^2}{4A^2} - \frac{C}{A}}, \quad (2.5)$$

де  $A = 1 - y^I$ ;

$B = 2.5T_n - T_n y^I + t_{nu}^{II} + 5$ ;

$T_i = (t_{i_3}^2 - 3) + (t_{i_3}^{22} - 3)$ ;

$C = (T_n + t_{om}^{II})(1.5T_n + 5)$ ;

$y = \frac{N}{M}$ .

Потік насичення розраховується за таблицею 2.12 за шириною проїзної частини.

Таблиця 2.12 - Значення потоків насичення

Н, м	3,0	3,3	3,6	4,2	4,8	5,2
$M_n$ , од./год	1850	1875	1950	2075	2475	2700

6. Знаходимо тривалість основного такту транспортної фази.

$$t_{tr}^I = T_c - t_{pi}^{II} - t_{ot}^{II} - t_{pi}^I, \text{ с.} \quad (2.6)$$

Для поліпшення ситуації на перехресті та скорочення затримок потрібно перерахувати параметри світлофорного циклу та сам цикл відповідно. Згідно формул 2.6-2.11 ми отримаємо наступні значення:

$$t_{nu} = \frac{12}{1,3} + 5 = 14,23 \text{ с;}$$

$$t_{III}^{II} \geq \frac{12}{1,3};$$

$$t_{ot}^{II} = 14,23 - 8 = 6,23 \text{ с;}$$

$$t_{tr}^I = 1 + \frac{11,11}{2 \cdot 2,75} + \frac{5+5}{11,11} + 2 = 3,92 \text{ с;}$$

$$y^I = \frac{1746}{2475} = 0,706;$$

$$A = 1 - 0,706 = 0,294;$$

$$T_n = (6,23 - 3) + (8 - 3) = 8,23 \text{ с;}$$

$$B = 2,5 \cdot 8,23 - 8,23 \cdot 0,706 + 14,23 + 5 = 34 \text{ с;}$$

$$C = (8,23 + 6,23) \cdot (1,5 \cdot 8,23 + 5) = 250,85;$$

$$T_{\text{ц}} = \frac{34}{2 \cdot 0,294} + \sqrt{\frac{34^2}{4 \cdot 0,294^2} - \frac{250,85}{0,294}} = 89,36 \text{ с};$$

$$t_{\text{тр}}^I = 89,36 - 3,92 - 6,23 - 8 = 71,21 \text{ с}$$

За результатами розрахунків було отримано нову тривалість світлофорного циклу на перехресті вул. Іванова та пр-ту Моторобудівників. Циклограма роботи світлофорного об'єкту зображена на рисунку 2.2.

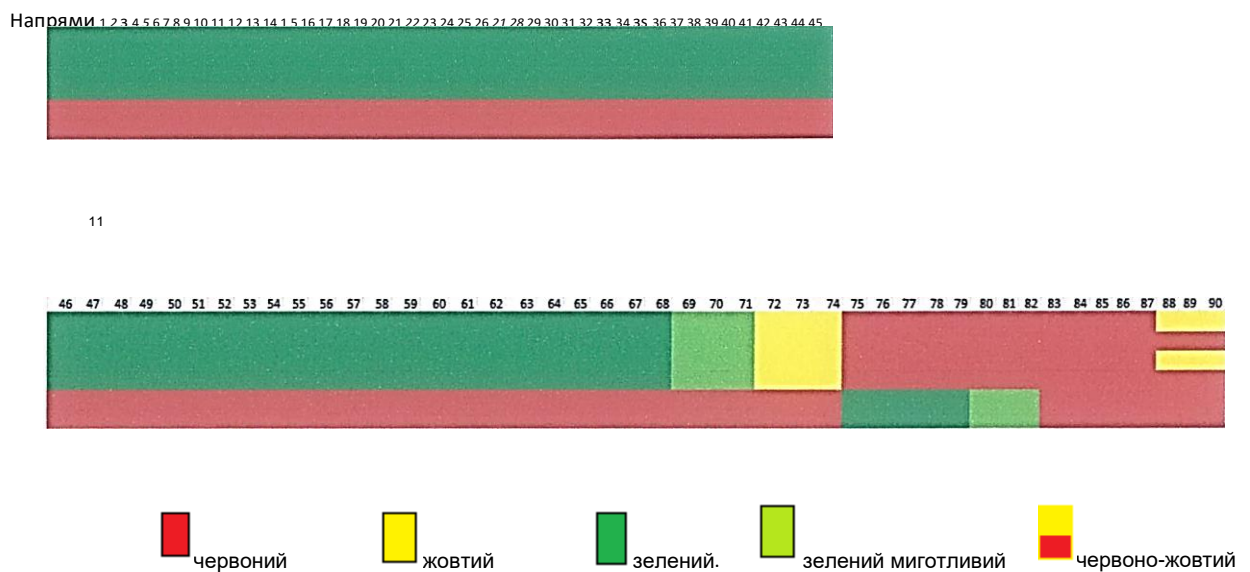


Рисунок 2.2 - Циклограма роботи світлофора на перехресті

За результатами розрахунків тривалість нового циклу на перехресті вул. Іванова та пр-ту Моторобудівників складає 90 с. Нові параметри світлофорного циклу: ОТ1 - 71с, ОТ2- 7с, ПІ 1-4 с, ПІ 2-8с. Базова та проектна циклограми зображені на слайді 5 презентації магістерської роботи.

## 2.5 Пропускна здатність дороги

Однією з найважливіших характеристик автомобільної дороги, яка характеризує її функціонування, є пропускна здатність.

Під пропускною здатністю автомобільної дороги розуміється максимально можлива кількість транспортних засобів, яка може проїхати через її поперечник в одиницю часу. Тут слід зазначити, що у більшості випадків мова йде не про автомобільну дорогу, а про комплекс «водій-автомобіль-дорога-середовище». Це можна пояснити тим, що індивідуальні характеристики водіїв та транспортних засобів можуть суттєво впливати на пропускну здатність дороги, не менш ніж її геометричні характеристики або параметри.

Проведені у США дослідження показали, що за умови заміни водія-людини системою автоматичного водіння автомобіля, пропускна здатність смуги руху автомобільної дороги зростає майже вдвічі. Крім того, на фактичну пропускну здатність автомобільної дороги впливають дорожні умови, тож вона суттєво падає під час дощу, туману, снігопаду, ожеледиці.

У низці випадків на пропускну здатність впливає необхідність дотримання умов забезпечення заданої швидкості сполучення. Особливо це важливо для швидкісних доріг, де умови безпеки руху слід забезпечувати за заданих підвищених швидкісних режимів руху. Тож, якщо для міської вулиці нормальним є рух транспортного потоку зі швидкістю близько 50 км/год, то для швидкісної автомагістралі така швидкість становить 100-140 км/год та вище. Через це виникає необхідність зниження нормативу пропускної здатності.

При визначенні пропускної здатності автомобільної дороги зазвичай розглядається спрощена ситуація – одномірні потоки руху однотипних автомобілів. Втім, на сьогодні у наукових працях вітчизняних та закордонних науковців відсутній єдиний методологічний підхід до методик визначення і розрахунку пропускної здатності автомобільної дороги.

У фаховій літературі з управління транспортними потоками описуються декілька різновидів пропускної здатності: теоретична, номінальна, індикаторна,

ефективна тощо. Таке різноманіття використовуваних термінів відбиває низку методичних підходів до встановлення пропускної здатності дороги. Тож, в залежності від врахованих чинників і точності оцінки впливу окремо кожного з них можна отримати для одного та й того ж перегону автомобільної дороги зовсім різні значення пропускних здатностей.

На сьогодні виділяють два принципово різні підходи до оцінки пропускної здатності автомобільної дороги: на перегоні автомобільної дороги і на перетині декількох автомобільних доріг в одному рівні. У першому випадку автомобільний потік при достатній інтенсивності можна вважати неперервним. Особливістю ж другого підходу до оцінки пропускної здатності дороги є врахування періодичних розривів транспортного потоку для пропуску автомобілів по напрямкам, що перетинаються, та обумовлені світлофорним регулюванням або режимами пріоритетності на підходах до перехрестя.[4].

Для оцінки наявного запасу пропускної здатності на реальних дорогах (або окремих смугах проїзної частини) використовується коефіцієнт завантаження дороги рухом  $Z$ , який визначається як відношення існуючої інтенсивності руху  $N_{\phi}$  до пропускної здатності дороги або смуги руху, тобто  $Z = N_{\phi} / P_{\phi}$  (див. рис. 2.3). Цей коефіцієнт також називають рівнем завантаження дороги (смуги) транспортним потоком.

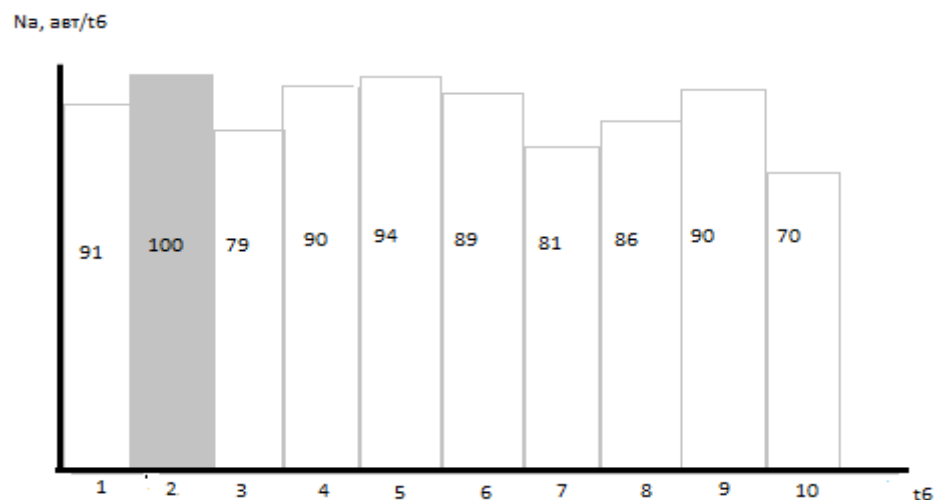


Рисунок 2.3 - Діаграма інтенсивності однорядного потоку, отримана при визначенні коефіцієнта завантаження  $Z$  (по 6-хвилинним відріzkам часу)

Приблизне значення коефіцієнта завантаження дороги рухом  $Z$  може бути знайдене експрес-методом погодинного спостереження на заданому елементі вулично-дорожньої мережі у піковий період руху без затору. Протягом однієї години по 6-хвилинним інтервалам часу  $t_6$  спостерігачем фіксується інтенсивність руху транспортного потоку. За максимальною інтенсивністю (на рис. 2.3  $N_{a2} = 100$  авт / год) розраховується фактична пропускна здатність ділянки, як  $100 * 10 = 1000$  авт / год. Фактична інтенсивність руху дорівнює сумі інтенсивностей руху транспорту за усі 10 відрізків протягом часу. Звідки коефіцієнт завантаження ділянки рухом дорівнює  $Z = 870/1000 = 0,87$ . Отже можна дійти висновку, що досліджувана ділянка працює на межі своєї пропускної здатності.

Пропускна здатність однієї смуги руху автомобільної дороги може бути визначена за формулою:

$$Ac = \frac{3600 \cdot v}{v \cdot t_p + \beta \cdot v^2 + l_0 + l_a}, \quad (2.7)$$

де  $v$  - швидкість транспортного потоку, що відповідає пропускній здатності дороги, м/с;

$t_p$  - час реакції водія, с (0,9 - 1,0 с.);

$l_0$  - зазор безпеки, м (5 м);

$l_a$  - довжина розрахункового автомобіля, м (5м);

$\beta$  - коефіцієнт гальмування.

$$\beta = \frac{1}{2g \cdot (\varphi \pm i + f)}, \quad (2.8)$$

де  $g$  - прискорення сили тяжіння (9,8 м/с<sup>2</sup>);

$f$  - коефіцієнт опору коченню (0,02);

$i$  - поздовжній ухил дороги або вулиці (0,05);

$\varphi$  - коефіцієнт поздовжнього зчеплення шин автомобіля з дорожнім покриттям (0,5 - 0,8).

Визначаємо пропускну здатність однієї смуги руху по вул. Іванова в напрямку руху від пр-ту Моторобудівників за формулами (2.1) та (2.2).

$$\beta = \frac{1}{2 \cdot 9,8 \cdot (0,8 + 0,05 + 0,02)} = 0,058$$

$$A_c = \frac{3600 \cdot 16,66}{16,66 \cdot 1 + 0,058 \cdot 16,66^2 + 5 + 5} = 1403 \text{ авт/год.}$$

При перетинанні вулиці з іншими вулицями пропускну здатність через затримки руху буде зменшуватись, її визначають шляхом введення коефіцієнту зниження пропускну здатності за формулою:

$$A_{c, \text{пер.}} = A_c \cdot \delta, \quad (2.9)$$

Коефіцієнт  $\delta$  визначається за формулою:

$$\delta = \frac{T_1}{T_2} = \frac{l/v}{l/v + v/2a + v/2b + \nabla}, \quad (2.10)$$

де  $T_1$  і  $T_2$  - тривалість проїзду автомобіля між перехрестями з заданою розрахунковою швидкістю без затримок у русі та з урахування можливих зупинок на шляху прямування і зниження швидкості в наприкінці перехрестя, с;

$l_n$  - відстань між перехрестями, м;

$a$  - пришвидшення при розгоні автомобіля (0,6 - 1,2 м/с<sup>2</sup>);

$b$  - пришвидшення при сповільненні автомобіля (0,6 - 1,5 м/с<sup>2</sup>);

$\nabla$  - середній час затримки транспортних засобів (4 с.).

$$\delta = \frac{\frac{230}{16,66}}{\frac{230}{16,66} + \frac{16,66}{2 \cdot 1,2} + \frac{16,66}{2 \cdot 1,5} + 5,1} = 0,44;$$

$$A_c = 1403 - 0,44 = 618 \text{ авт/год.}$$



Пропускна здатність не є постійною величиною і залежить від порядкового номеру смуги руху. По мірі наближення до центру проїзної частини пропускна здатність смуги руху зменшується. Зрозуміло, що пропускна здатність всієї автомобільної дороги за умови зміни автомобілями смуг руху є меншою, ніж за умови руху автомобілів без змінювання смуг руху. Таке зниження є тим більшим, чим більше автомобілів виконують подібний маневр. Зниження пропускної здатності внутрішніх смуг пов'язана, в першу чергу, перестроюваннями автомобілів у потоці, а також з певними перевищеннями розрахункових швидкостей руху автомобілями, що здійснюють маневр випередження [5].

Пропускна спроможність кожної смуги проїзної частини автомобільної дороги може бути визначена за формулою.

$$A_{a-} = A_{c.peg.} \cdot \varepsilon_i, \quad (2.11)$$

де  $\varepsilon_i$  - коефіцієнт зниження пропускної здатності кожної смуги;

Коефіцієнт  $\varepsilon_i$  в залежності від порядкового номеру смуги (рахуючи з права наліво) має такі значення:

- для першої смуги - 1,00;
- для другої смуги - 0,85;
- для третьої смуги - 0,70;
- для четвертої і далі - 0,50.

Першою вважається смуга, яка розташована праворуч за напрямком руху.

Проводимо відповідні розрахунки для проєктованої ділянки:

$$A_{c.peg} = 1403 \text{ авт / год};$$

$$A_{c.peg2} = 1403 \cdot 0,85 = 1193 \text{ авт / год};$$

$$A_{c.peg3} = 1403 \cdot 0,7 = 983 \text{ авт / год}.$$

На перегоні по вул. Іванова наявні три смуги руху тому сумарна пропускна здатність дороги буде дорівнювати 3579 авт/год, на перегоні по пр-ту Моторобудівників - три смуги руху, це означає що пропускна здатність збільшиться майже на тисячу автомобілів до 3579 авт/год.

### 3 ЕКОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ НА ПЕРЕХРЕСТІ

Бурхливе зростання чисельності автотранспорту погіршує екологічну ситуацію перш за все у великих індустріальних містах. Шкідливі викиди двигунів внутрішнього згорання, загальний фон яких у місцях масового скупчення людей у години «пік» на транспортних магістралях досягає 70 %, призводить до зростання ризиків захворювання населення. З кожним роком це питання все гостріше турбує вчених та медиків та екологічні служби великих міст України.

Значні затримки автотранспорту на досліджуваному перехресті тягнуть за собою не тільки екологічні, а й соціальні проблеми у містах: люди частіше спізнюються на роботу, погіршуються моральні відносини у колективі. Відомо, що при згоранні нафтового палива в циліндрах автомобільних двигунів у навколишнє середовище викидається до 200 хімічних сполук, в тому числі до 10 гостро-токсичних і канцерогенних. Вони безпосередньо діють на пішоходів і жителів прилягаючих до перехрестя будинків, викликають такі розповсюджені захворювання як алергія, бронхіальна астма, ракові пухлини різних органів людини.

За загальним несприятливим екологічним станом м. Запоріжжя входить до 5 міст України. На кожного жителя міста за рік викидає 200 кг шкідливих речовин промислового походження 7 потужних металургійних підприємств на чолі з комбінатом «Запоріжсталь» щоденно викидають десятки тон пилу і різноманітних хімічних речовин. В таких умовах транспортний «додаток» до цього букету є особливо небезпечним. Оксиди вуглецю, сірки і азоту, альдигіди, сажа, бензапірени та інші речовини не встигають на перехрестях підлягати природній аерації і в певних умовах накопичуються у приземних шарах атмосфери.

Ці факти відомі давно, але заходи до їх зменшення носять, в основному, декларативний характер. За ініціативою Запорізького міськвиконкому в цьому

році винесено рішення дослідження найбільш напружених автомагістралей міста з притяганням вчених Запорізького національного технічного університету і фахівців Київського інституту санітарії і гігієни ім. Морзеєва. Головними задачами дослідження були: визначення фактичної інтенсивності руху, характеристика затримок автотранспорту на перехрестях, теоретичний розрахунок шкідливих викидів з відпрацьованими газами і охоплення цих показників мережею міського громадського автотранспорту.

Вимірювання інтенсивності руху здійснювалось чотири рази на день: у годину «пік» і у міжпіковий час. Проводився розподіл автотранспортних засобів (АТЗ) за напрямками руху, видами, типами і вантажопідйомністю. Фіксувався також час простою АТЗ на перехресті. Результати дослідження показали, що на час їх проведення середня інтенсивність руху АТЗ на перехресті вул. Іванова та проспекті Моторобудівників міста Запоріжжя в напрямку основних векторів руху лежить у межах від 253 до 864 авт/год. Пікова інтенсивність руху на перехресті 5416 авт/год. При цьому затримки руху по вул. Іванова досягають 4 с, а по проспекту Моторобудівників 2 с.

### 3.1 Розрахунок викидів СО

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

Потік автомобілів, що розглядається, зводиться до розрахункових легкових та вантажних автомобілів з використанням коефіцієнтів зведення (таблиця 3.1).

Середнє значення викиду СО одним автомобілем розрахункового  $j$ -го типу на ділянці магістралі, що складається з перегону та регульованого перехрестя, визначається за залежністю:

Таблиця 3.1 – Коефіцієнти зведення за викидом CO

Тип транспортного засобу	Коефіцієнт зведення за викидом CO для типу розрахункового автомобіля	
	легковий	вантажний
Легковий автомобіль	1	–
Вантажний автомобіль вантажопід'ємністю, т: до 2 2...5 10...15 15	1,5	1 1,85 2,5
Автобус пасажиромісткістю: особливо малою малою середньої великої	1,43	1 1,85 2,25

$$\delta_{oi}^{co} = \{ \delta_{oi} L_n^{-1} [a_j V_j + b_j T_u (1 - \lambda) + C_j] + d_j V^{-1} + e_j \} ПР_j^{co}, \text{ г/км} \quad (4.1)$$

де  $\delta_{oi}$  - частка автомобілів, що зупинилися на даному підході до перехрестя;

$a_j, b_j, c_j, d_j, e_j$  - постійні коефіцієнти, значення яких наведено в табл. 4.2;

$V_i$  - середня швидкість руху на перегоні, км/год;

$ПР_j^{co}$  - добуток поправочних коефіцієнтів, які враховують вплив численних

факторів на зміну кількості CO, що виділяється автомобілем j-го типу;

$L_n$  - довжина перегону, км.

Таблиця 3.2 – Значення коефіцієнтів  $a_j, b_j, c_j, d_j, e_j$ 

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

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

$$\delta_{oi} = \frac{1 - \lambda_i}{1 - y_i}, \quad (4.2)$$

де  $\lambda_i$  - ефективна частка і-ої фази в циклі світлофорного регулювання;

$y_i$  - фазовий коефіцієнт і-ої фази регулювання.

$$\lambda_i = \frac{t_{efi}}{T_u}, \quad (4.3)$$

де  $t_{efi}$  - ефективна тривалість зеленої фази з урахуванням стартових затримок, с.

$$y_i = \frac{N}{M_H}, \quad (4.4)$$

де  $N$  – інтенсивність руху, авт/год (фізичні одиниці);

$M_H$  - потік насичення, авт/год.

$$M_H = \frac{3600}{3.45 - 1.15 \Delta_{jl}}, \quad (1.5)$$

де  $\Delta_{jl}$  - частка легкових автомобілів у потоці.

Середня швидкість руху відповідно легкових та вантажних автомобілів, що разом рухаються у транспортному потоці визначається за формулами:

$$V_{л} = [1 + 0,24(1 - \Delta_{л})(1 - Z)]V; \quad (4.6)$$

$$V_{в} = [1 - 0,24\Delta_{л}(1 - Z)]V, \quad (4.7)$$

де  $Z$  – рівень завантаження дороги рухом

$$Z = \frac{N}{N_{\max}^I}, \quad (4.8)$$

де  $N_{\max}^I$  - пропускна спроможність однієї смуги руху, авт/год.

$$N_{\max}^I = (1070 + 530 * \Delta_{л})\psi, \quad (4.9)$$

де  $\psi$  - параметр, що враховує вплив світлофорного регулювання та довжини перегону на зміну щільності потоку.

$$\psi = \lambda + 0,5(1 - \lambda)L_n. \quad (4.10)$$

Значення коефіцієнта  $PIR_j^{CO}$  можна визначити за формулою:

$$PIR_{л}^{CO} = 2,07 - 0,045(T - 1985); \quad (4.11)$$

$$PIR_{в}^{CO} = 2,25 - 0,035(T - 1985), \quad (4.12)$$

де  $T$  – розрахунковий рік визначення викидів CO.

Розрахунки приведемо нижче для базового варіанту на перехресті, тобто до реорганізації за вже існуючими даними. Розрахунки наведені для 2 напрямку на перехресті вул. Іванова та проспекту Моторобудівників згідно формул 4.1-4.12:

$$\delta_i = \frac{27}{60} = 0,45$$

$$M_H = \frac{3600}{3,45 - 1,15 \cdot 0,76} = 1398 \text{ од/год};$$

$$y_i = \frac{1328}{1398} = 0,95;$$

$$\delta_{oi} = \frac{1 - 0,45}{1 - 0,95} = 11;$$

$$\omega = 0,45 + 0,5 \cdot (1 - 0,45) \cdot 0,337 = 0,54;$$

$$N_{\max}^I = (1070 + 530 \cdot 0,76) \cdot 0,54 = 796 \text{ од/год};$$

$$Z = \frac{443}{796} = 0,56;$$

$$V_n = [1 + 0,24 \cdot (1 - 0,76) \cdot (1 - 0,56)] \cdot 40 = 41,01 \text{ км/год};$$

$$V_e = [1 - 0,24 \cdot 0,76 \cdot (1 - 0,56)] \cdot 40 = 36,8 \text{ км/год};$$

$$PIR_n^{CO} = 2,07 - 0,045 \cdot (2015 - 1985) = 0,72;$$

$$PIR_B^{CO} = 2,25 - 0,035 \cdot (2015 - 1985) = 0,26;$$



$$q_j^{CO} = \left( 11 \cdot \frac{1}{0,337} \cdot [0,171 \cdot 41,01 + 0,041 \cdot 60 \cdot (1 - 0,45) - 2,74] + \frac{68}{40} + 9,65 \right) \cdot 0,72 = 141,14 \text{ Г/км};$$

$$q_j^{CO} = \left( 11 \cdot \frac{1}{0,337} \cdot [0,656 \cdot 36,8 + 0,125 \cdot 60 \cdot (1 - 0,45) - 7,5] + \frac{68}{40} + 49 \right) \cdot 0,26 = 856,91 \text{ Г/км}.$$

Надалі таким же чином проведемо розрахунки для 1,2 та 4 напрямку на перехресті. Зведемо результати розрахунків до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Базові результати розрахунків викиду CO за напрямками руху

Напрямок руху	$\lambda_i$	$y_i$	$M_H$	$\delta_{oi}$	$\psi$	$N_{\max}^I$	$Z$	$V_L$	$V_B$	$PIR_j^{CO}$		$q_j^{CO}$	
										л	в	л	в
1	0,45	0,52	1404	1,15	0,54	795	0,46	41,19	36,01	0,72	1,2	22,85	128,2
2	0,45	0,95	1398	11	0,54	796	0,56	41,01	36,8	0,72	1,2	141,14	856,91
3	0,55	0,92	1411	5,4	0,62	917	0,7	40,62	37,8	0,72	1,2	76,46	4832,3
4	0,55	0,33	1398	0,67	0,56	827	0,28	41,67	34,7	0,72	1,2	61,11	340,34

Після проведення реорганізації засобів дорожнього руху на перехресті та перерахунку світлофорного циклу розрахунки викиду CO мають такий вигляд та наведені у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Проектні результати розрахунків викиду CO за напрямками руху

Напрямок руху	$\lambda_i$	$y_i$	$M_H$	$\delta_{oi}$	$\psi$	$N_{\max}^I$	$Z$	$V_L$	$V_B$	$PIR_j^{CO}$		$q_j^{CO}$	
										л	в	л	в
1	0,5	0,43	1398	0,88	0,56	854	0,35	41,49	34,28	0,72	1,2	20,54	111,37
2	0,79	0,95	1398	4,24	0,82	1215	0,36	41,46	35,36	0,72	1,2	54,68	313,81
3	0,79	0,92	1411	2,52	0,82	1218	0,53	40,99	36,48	0,72	1,2	38,61	229,67
4	0,5	0,33	1398	0,74	0,58	854	0,27	41,69	34,66	0,72	1,2	18,7	99,4

### 3.2 Розрахунок шкідливих викидів

Також розрахуємо решту викидів на перехресті, які в меншій кількості таких як вуглеводні, діоксид азоту, сажа, сірчаний газ, бенз(а)пірен. Розрахункові масові викиди шкідливих речовин визначались за рівнянням регресії по відомим коефіцієнтам емісії з урахуванням теоретичної (розрахункової) витрати палива бензиновими та дизельними двигунами. Автомобілі, які обладнані газовими установками, не враховувались, тому що їх кількість практично неможливо визначити у транспортному потоці.

Масові добові шкідливі викиди розраховані виходячи з витрати палива на перехрестях і коефіцієнтів емісії забруднюючих речовин при згоранні 1-ї тони рідкого палива за формулою

$$M_i = Q_n \cdot k_{ei}, \quad (4.13)$$

де  $Q_n$  - розрахункова витрата палива АТЗ на перехресті в режимах затримки і перетинанні перехрестя, т;

$k_{ei}$  - коефіцієнт емісії і-тої речовини у відпрацьованих газах АТЗ.

Теоретична витрата палива визначається за рівнянням регресії [9, 10]:

$$Q_n = \frac{k_{12} \cdot N_n \cdot t_c}{3600} + \frac{k_{22} \cdot N_n \cdot L_n}{3600}, \text{ т/ГОД} \quad (4.14)$$

де  $k_{12}$  та  $k_{22}$  - коефіцієнти регресії відповідно для частини потоку в очікуванні руху і розгоні АТЗ;

$N_n$  - фактична інтенсивність транзитного потоку на перехресті за усіма напрямками, авт/год;

$t_c$  - час очікування руху АТЗ з урахуванням режиму роботи світлофору і черги, с;

$L_n$  - довжина черги АТЗ перед перехрестям (зона впливу перехрестя), км.

Значення коефіцієнтів регресії, розрахованих за методикою, запропонованою в роботах [9,10] з врахуванням чисельності вантажних автомобілів і автобусів ( $5\% < S_{BA} < 25\%$ ) і наведені в таблиці 3.5 [11].

Таблиця 3.5 – Значення коефіцієнтів регресії

Показник	Коефіцієнти регресії	
	$k_{12}$	$k_{22}$
Бензин	0,113	0,25
Дизпаливо	0,014	0,02

Коефіцієнти емісії  $k_{ei}$  в тонах для розрахунку шкідливих викидів і клас небезпечності речовин представлені в таблиці 3.6 [12].

Таблиця 3.6 – Значення коефіцієнтів емісії

Найменування речовин	Вид палива		Клас безпеки
	бензин кг/т	дизпаливо кг/т	
Вуглеводні ( $C_xH_y$ )	0,080	0,055	4
Диоксид азоту ( $NO_z$ )	0,025	0,035	2
Сажа (ТЧ)	0,0006	0,015	3
Сірчаний газ ( $SO_2$ )	0,002	0,020	3
Бензапірен	0,23	0,31	1

Проведемо розрахунки згідно формул 3.13-3.14 для другого напрямку базового варіанту:

$$Q_n^{\sigma} = \frac{0,113 \cdot 671 \cdot 33}{3600} + \frac{0,25 \cdot 671 \cdot 0,337}{3600} = 0,71 \text{ т/Год};$$

$$Q_n^{\sigma} = \frac{0,014 \cdot 671 \cdot 33}{3600} + \frac{0,02 \cdot 671 \cdot 0,337}{3600} = 0,09 \text{ т/Год}$$

Розрахуємо масу шкідливих викидів від бензинового типу двигуна на перехресті:

$$M_i^{C_xH_y} = 0,71 \cdot 0,080 = 0,057 \text{ кг/т};$$

$$M_i^{NBz} = 0,71 \cdot 0,025 = 0,018 \text{ кг/т};$$

$$M_i^{Tq} = 0,71 \cdot 0,006 = 0,0004 \text{ кг/т};$$

$$M_i^{SO} = 0,71 \cdot 0,002 = 0,0014 \text{ кг/т};$$

$$M_i^{Ben} = 0,71 \cdot 0,23 = 0,163 \text{ г/т}$$

Розрахуємо масу шкідливих викидів від дизельного типу двигуна на перехресті:

$$M_i^{C_xH_y} = 0,09 \cdot 0,055 = 0,005 \text{ кг/т};$$

$$M_i^{NBz} = 0,09 \cdot 0,035 = 0,003 \text{ кг/т};$$

$$M_i^{Tq} = 0,09 \cdot 0,015 = 0,001 \text{ кг/т};$$

$$M_i^{SO} = 0,09 \cdot 0,02 = 0,0018 \text{ кг/т};$$

$$M_i^{Ben} = 0,09 \cdot 0,31 = 0,027 \text{ г/т}.$$

Для інших напрямків на перехресті розрахунки зведемо у таблицю 3.7. Також для більшої наглядності того, що ситуація на перехресті покращилася зробимо висновок у вигляді таблиці процентного співвідношення шкідливих викидів на перехресті за напрямками руху.

Таблиця 3.7 – Маса шкідливих викидів на перехресті

Напрямок руху на перехресті	Вид палива	Найменування речовини, кг/т					$Q_n^B$	$Q_n^D$
		$C_xH_y$	$NO_z$	ТЧ	$SO_2$	Бенз(а) пірен *		
1	Бензин	0,102	0,032	0,0008	0,0026	0,293	1,27	0,16
	Дизпаливо	0,009	0,006	0,0024	0,0031	0,049		
2	Бензин	0,057	0,018	0,0004	0,0014	0,163	0,71	0,09
	Дизпаливо	0,005	0,003	0,001	0,0018	0,0027		
3	Бензин	0,036	0,011	0,0003	0,0009	0,103	0,448	0,055
	Дизпаливо	0,003	0,002	0,0008	0,001	0,017		
4	Бензин	0,09	0,028	0,0007	0,0023	0,259	1,12	0,14
	Дизпаливо	0,008	0,005	0,002	0,003	0,043		

\* - грам/тону палива

Після проведення реорганізації засобів дорожнього руху на перехресті та перерахунку світлофорного циклу розрахунки викидів мають такий вигляд та наведені у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Маса шкідливих викидів на перехресті

Напрямок руху на перехресті	Вид палива	Найменування речовини, кг/т					$Q_n^B$	$Q_n^D$
		$C_xH_y$	$NO_z$	ТЧ	$SO_2$	Бенз(а) пірен *		
1	Бензин	0,092	0,029	0,0007	0,0023	0,264	1,15	0,14
	Дизпаливо	0,008	0,005	0,0021	0,0028	0,044		
2	Бензин	0,033	0,01	0,00025	0,0008	0,096	0,416	0,051
	Дизпаливо	0,003	0,002	0,0008	0,001	0,02		
3	Бензин	0,0323	0,01	0,0002	0,0008	0,0923	0,404	0,049
	Дизпаливо	0,003	0,002	0,0007	0,001	0,015		
4	Бензин	0,051	0,02	0,0004	0,0013	0,147	0,639	0,079
	Дизпаливо	0,004	0,003	0,0012	0,0016	0,025		

Після проведення розрахунків шкідливих викидів на перехресті за напрямками руху за двома теоріями викиди CO зійшлися з цифрами, інші викиди також мінімізувалися дивлячись на базові розрахунки. В свою чергу мінімізація викидів шкідливих речовин та мінімізація затримок показує, що екологічна ситуація на перехресті повинна покращитися. Для більшої наглядності того, що ситуація на перехресті покращилася зробимо таблицю у вигляді процентних співвідношень базового та пропонованого варіантів (таблиця 3.9).

Таблиця 3.9 – Процентне співвідношення базового та пропонованого варіантів

Напрямок руху на перехресті	Вид палива	Найменування речовини										Співвідношення та різниця %
		базовий варіант					пропонований варіант					
		CxHy	NBz	ТЧ	SO2	Бен	CxHy	NBz	ТЧ	SO2	Бенз-пірен	
1	Бензин	0,102	0,032	0,0008	0,0026	0,293	0,092	0,029	0,0007	0,0023	0,264	0,9 9,85%
	ДП	0,009	0,006	0,0024	0,0031	0,049	0,008	0,005	0,0021	0,0028	0,044	0,89 10,9%
2	Бензин	0,057	0,018	0,0004	0,0014	0,163	0,033	0,01	0,00025	0,0008	0,096	0,58 41,6%
	ДП	0,005	0,003	0,001	0,0018	0,027	0,003	0,002	0,0008	0,001	0,02	0,71 29,1%
3	Бензин	0,036	0,011	0,0003	0,0009	0,103	0,0323	0,01	0,0002	0,0008	0,0923	0,89 10,3%
	ДП	0,003	0,002	0,0008	0,001	0,017	0,003	0,002	0,0007	0,001	0,015	0,91 8,82%
4	Бензин	0,09	0,028	0,0007	0,0023	0,259	0,051	0,02	0,0004	0,0013	0,147	0,58 42,2%
	ДП	0,008	0,005	0,002	0,003	0,043	0,004	0,003	0,0012	0,0016	0,025	0,34 65,5%

## 4 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В магістерській роботі було обрано ділянку дороги у Шевченківському районі, а саме вул. Іванова та проспекту Моторобудівників. Економічна ефективність проекту оцінюється порівняно з попередніми умовами руху на об'єкті розробки, а також оцінюється за рахунок зменшення затримок транспорту на відрізку вул. Іванова. Умовна річна економія досягається за рахунок зниження витрат від гибелі та поранень людей, за рахунок зменшення матеріальних збитків від ДТП, а також зниження затримок руху при проїзді перехрестя.

В результаті нанесення дорожньої розмітки, встановлення нових знаків у кількості 21 одиниць для позначення можливих напрямків руху прокращатимуться умови роботи та буде підвищена безпека руху водіїв та пішоходів.

Інженерно-дорожнє облаштування в цілому сприяє досягненню основних цілей організації дорожнього руху, тобто підвищенню його безпеки, економічності і комфортності. Вирішення цих задач потребує визначення ефективності облаштування та економічної ефективності витрат на його влаштування. [14]

### 4.1 Розрахунок капітальних вкладень

Визначаємо обсяг капіталовкладень для введення в дію запропонованих заходів визначаємо за формулою (4.1):

$$K_{заг} = K_{зн} + K_{св}, \quad (4.1)$$

де  $K_{зн}$  - капіталовкладення на дорожні знаки, грн.;

$K_{св}$  — капіталовкладення в світлофори, грн;

Капітальні витрати на влаштування дорожніх знаків визначаємо за формулою (4.2):

$$K_{зн} = K_{заг} + K_{вл.зн}, \quad (4.2)$$

де  $K_{заг}$  - загальна вартість придбання дорожніх знаків, які встановлюємо, грн.;

$K_{вл.зн}$  - вартість безпосередньо влаштування знаків, грн.

На проектній ділянці необхідно встановити нові дорожні знаки для позначення нових напрямів руху після реорганізації. Кількість знаків кожної групи та їх вартість зводимо в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 - Типи і вартість знаків

Знак	Форма	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
4.7	Круглий	1	526	526
4.10	Круглий	1	526	526
5.20.3	Квадрат	1	622	622
5.21.1	Квадрат	1	622	622
5.21.2	Квадрат	1	622	622
5.35.1	Квадрат	12	622	7464
5.41.1	Прямокутний	2	750	1500
5.41.2	Прямокутний	2	750	1500
Усього		21		13382

Отже, загальна вартість усіх дорожніх знаків, які ми встановлюємо, складає 13382 грн.



Витрати безпосередньо на влаштування дорожніх знаків розраховуємо за формулою:

$$K_{\text{вл.зн}} = n_{\text{оп}} \cdot C_{\text{оп}} + n_{\text{зн}} \cdot C_{\text{зн}}, \quad (4.3)$$

де  $C_{\text{оп}}$  – вартість влаштування опори, грн. ( $C_{\text{оп}} = 700$  грн.);

$n_{\text{оп}}$  - кількість опор;

$C_{\text{зн}}$  - вартість влаштування одного знаку, грн. Приймаємо  $C_{\text{зн}} = 386$  грн.;

$$K_{\text{вл.зн}} = 11 \cdot 700 + 21 \cdot 386 = 15806 \text{ грн.}$$

Обсяг капіталовкладень на влаштування дорожніх знаків визначаємо за формулою (4.2):

$$K_{\text{зн}} = 13382 + 15806 = 29188 \text{ грн.}$$

Витрати на встановлення світлофорного об'єкта по пропонованому варіанту розраховуємо в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Вартість встановлення світлофорного об'єкта

Назва об'єкта та робіт	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Загальна вартість, грн
Світлофор транспортний трьохсекційний	6	16890	101340
Світлофор пішохідний	4	10125	40500
Встановлення світлофорів	10	700	7000
Усього			148840

Визначаємо загальну суму капітальних вкладень по проектному варіанті за формулою (4.1):

$$K_{\text{заг}} = 29188 + 148840 = 178028 \text{ грн.}$$

#### 4.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат

Знаходимо річні експлуатаційні витрати на введені об'єкти за формулою

$$C_{\text{експ}} = A + Z_{\text{рем}} + C_{\text{розм}} + I_{\text{э}}.$$

Витрати на амортизаційні відрахування по базовому варіанту по третій групі (світлофори) складають 6 %:

$$A = \frac{K_{\text{зн+св}} \cdot 6}{100} \quad (4.5)$$

$$A = \frac{178028 \cdot 6}{100} = 10682 \text{ грн}$$

$$A = \frac{(178028 - 10682) \cdot 6}{100} = 10041 \text{ грн}$$

$$A = \frac{(167346 - 10041) \cdot 6}{100} = 9438 \text{ грн}$$

$$A = \frac{(157306 - 9438) \cdot 6}{100} = 8872 \text{ грн}$$

$$A = 10682 + 10041 + 9438 + 8872 = 39033 \text{ грн}$$

Витрати на електроенергію, яка необхідна для роботи існуючих світлофорів розраховуємо за формулою:

$$I_{\text{вл.}} = P \cdot n \cdot T_{\text{рб}} \cdot C_{\text{ел.}} \cdot k_{\text{м}} \cdot n \quad (4.7)$$

де  $P$  - встановлена потужність струмоприймача. ( $P = 5$  Вт);

$n$  - кількість світлофорних лампочок;

$T_{\text{рб}}$  - число годин роботи на протязі року, год. ( $T_{\text{рб}} = 8760$  год.);

$C_{\text{ел}}$  - вартість 1 кВт/год електроенергії, грн. (Приймаємо  $C_{\text{ел}} = 1,825$  грн.);

$k_{\text{м}}$  - коефіцієнт використання встановленої потужності ( $k_{\text{м}} = 0,9$ ).

Витрати на електроенергію складають:

$$I_{\text{вл}} = 30 \cdot 0,05 \cdot 8760 \cdot 3,24 \cdot 0,9 = 38316 \text{ грн.}$$

Витрати на нанесення дорожньої розмітки також відносяться до поточних витрат. В таблиці 4.3 представлено типи розмітки, що впроваджуються на проектній ділянці, та її вартість.

Таблиця 4.3 - Нанесення дорожньої розмітки на проектній ділянці

Номер розмітки	Ціна за погонний метр, грн	Довжина нанесення, м	Вартість, грн
1.1	94	220	2680
1.5	94	787	73978
1.6	94	54	5076
112	94	31	2914
1.14.1	94	45	4230
1.14.2	94	45	4230
1.17	94	15	1410
Усього			112518

Отже, поточні витрати на нову розмітку, яку впроваджуємо, становлять  $C_{розм} = 112518$  грн. За формулою 3.5 визначаємо річні експлуатаційні затрати на введені об'єкти ОДР:

$$C_{експл} = 39033 + 8901 + 38316 + 112518 = 198769 \text{ грн.}$$

#### 4.3 Збитки від ДТП

Згідно статистики ДТП за останні 5 років на ділянці проектування сталося 2 ДТП, з них загинуло 2 чоловіка та поранено 18 чоловік, завдано 10 матеріальних збитків. Визначаємо річний збиток від ДТП за наступною формулою

$$C_{ДТП}^{існ} = \frac{K_з \cdot Ц_з + K_п \cdot Ц_п + K_м \cdot Ц_м}{5}, \quad (4.8)$$

де  $K_з$ ,  $K_п$ ,  $K_м$  - кількість відповідно загиблих, поранених та ДТП з матеріальним збитком на ділянці дороги;

$Ц_з$ ,  $Ц_п$ ,  $Ц_м$  - народногосподарський збиток від ДТП відповідно з загибеллю, пораненнями людей, матеріальними збитками грн. При виконанні розрахунків можна прийняти  $Ц_з = 200000$  грн.,  $Ц_п = 150000$  грн.,  $Ц_м = 100000$  грн [15].

Річний збиток від ДТП за існуючих умов становить:

$$C_{ДТП}^{існ} = \frac{2 \cdot 200000 + 18 \cdot 150000 + 10 \cdot 100000}{5} = 790000 \text{ грн.}$$

Збитки від ДТП після перебудови ділянки та введення заходів з ОДР розраховуються за формулою:

$$C_{ДТП}^{пр} = C_{ДТП}^{існ} \cdot k_п, \quad (4.9)$$

де  $k_{\pi}$  - коефіцієнт зниження втрат від ДТП після перебудови ділянки та впровадження заходів з ОДР. Значення коефіцієнтів  $k_{\pi}$  наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Значення коефіцієнтів  $k_{\pi}$

N з/п	Найменування заходів	$k_{\pi}$
1	Встановлення дорожніх знаків	0,66
2	Нанесення дорожньої розмітки	0,616

Значення коефіцієнту зниження втрат від ДТП:

$$k_{\text{заг}} = 1 - (1 - \Delta k_1) \cdot (1 - \Delta k_2), \quad (4.10)$$

Визначаємо коефіцієнт зниження втрат від ДТП за формулою 4.10:

$$k_{\text{заг}} = 1 - (1 - 0,66) \cdot (1 - 0,616) = 0,8694.$$

Отже, після введення заходів збиток від ДТП знизиться на 86,94 %, тобто становитиме:

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{пр}} = 820000 \cdot (1 - 0,864) = 107092 \text{ грн./рік.}$$

Величина економії за рахунок зменшення втрат від ДТП розраховується за формулою:

$$E_{\text{ДТП}} = C_{\text{ДТП}}^{\text{існ}} = C_{\text{ДТП}}^{\text{пр}}, \quad (4.11)$$

$$E_{\text{ДТП}} = 820000 - 107092 = 712908 \text{ грн./рік.}$$

Розраховуємо чистий дисконтований дохід NPV, який показує вартість капіталу чи прибутку, які могли би отримати при інвестуванні найбільш прибуткових альтернативних проектів. Щоб розрахувати NPV, нам потрібно розрахувати декілька показників. [16]

Коефіцієнт дисконтування при ставці дисконту 25 % розраховується за формулою (4.12):

$$\alpha = \frac{1}{(1+i)^t}, \quad (4.12)$$

де  $i$  – ставка дисконту;  $i = 0,25$ ;

$t$  - період дисконтування, рік.

Розрахунок чистого дисконтованого доходу виконується за формулою (4.13):

$$NPV = (E_{\text{річ}} - K - C_{\text{експ}}) * \alpha. \quad (4.13)$$

У таблиці 4.5 наведено розрахунок величини чистого дисконтованого доходу від переустрію ділянки та впровадження заходів з ОДР на ділянці вул. Іванова та пр. Моторобудівників.

Таблиця 4.5 - Розрахунок чистого дисконтованого доходу (NPV)

Рік	Річні вигоди E, грн.	Капітальні вкладення K, грн.	Річні витрати C, грн.	Чисті вигоди, П, грн	$\alpha$ , при $i=25\%$	NPV, грн	Накопичення NPV, грн
0	712908	178028	198769	33611	1	33611	-
1	641617	–	198769	442848	0,80	354279	690390
2	577456	–	198769	378686	0,64	242360	932749

Строк відшкодування додаткових капіталовкладень:

$$T_{\text{ок}} = 3 \text{ роки.}$$

Тобто додаткові капіталовкладення окупляться за 3 роки.

Таблиця 4.6 - Техніко-економічні показники варіантів

Показник	Величина	
	Існуюча схема ОДР	Пропонована схема ОДР
Загальна сума капітальних вкладень, грн.	-	178028
Річні експлуатаційні витрати, грн.	-	198769
Річні втрати від ДТП, грн.	820000	107092
Економія за рахунок зменшення втрат від ДТП, грн./рік	-	712908
Чистий дисконтований дохід, грн.	-	932749
Строк окупності капіталовкладень, років		3

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі магістерської роботи на тему «Удосконалення організації та підвищення безпеки руху автомобільного транспорту в районі перехрестя вул. Іванова – Проспект Моторобудівників м. Запоріжжя» розглянуто аналіз потенційних небезпек, які можуть підстерігати дослідника під час проведення досліджень. Розроблені заходи по їх усуненню.

### 5.1. Аналіз потенційних небезпек

Обробка статистичних даних відбувалася на персональному комп'ютері. Тому розглядається небезпеки, які можуть вплинути на дослідника, під час роботи на ПК.

- підвищений шум спричиняють такі компоненти ПК та периферійних пристроїв, як жорсткий диск, система охолодження блоку живлення, сканери, рухомі частини принтера. Підвищений рівень шуму негативно впливає на центральну та вегетативну нервову систему людини, а також на органи слуху;

- раптове чи постійне підвищення напруги у електричній мережі живлення ПК, коротке замикання якої може пройти скрізь тіло людини. Через пошкодження ізоляції дротів живлення може виникнути коротке замикання та вразити людину-оператора. Пошкодження може статися внаслідок скручування електричних дротів, зачеплення частинами тіла людини (руками, ногами тощо);

- однообразність та монотонність роботи оператора за ПК може призвести до швидкої втомлюваності, оскільки виконується понад 600 однотипних дій впродовж 75 % робочого часу оператора на годину. Така ситуація може призвести до захворювань загального невротичного характеру та виявлятися у вигляді підвищення загальної втомлюваності та відчуття важкості у голові та кінцівках;



- 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 назріваних 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 при вдиханні, визиває роздратованість, сип, запалення шкіри. При роботі на лазерному принтері виділяється озон, який подразнює 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 .

## 5.2. 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.

### 5.3 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 відповідно до «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час

роботи з екранними пристроям [Електронний ресурс]: НПАОП 0.00-7.15-18. – На заміну НПАОП 0.00-1.28-10; чинний від 2018-05-18. – К.: Мінсоцполітики України, 2018. – 6 с. – URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0508-18>. – (Нормативно-правовий акт охорони праці)»

У виробничих приміщеннях, на робочих місцях з комп'ютерною технікою забезпечуються оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості та швидкості переміщення повітря, для легкої роботи категорій 1б, згідно вимог ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», наведених у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – 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	легка –1а	22-24	40-60	0,1
	легка –1б	21-23	40-60	0.1
Тепла	легка –1а	23-25	40-60	0.1
	легка –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 5.2.

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 [22], 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 [22], 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 5.2 «Результати оцінювання за бальною шкалою».

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

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [22]. Розрахунковий коефіцієнт  $X_{визн}$  при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.1:

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

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

а) загальні енергозатрати організму,  $K_{знач} = 1,0$

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

Таблиця 5.2 – 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
Мікроклімат за ТНС-індексом, t, °С	27,9	7	22,9-25,8	3	3.3	3
Освітленість приміщення Е, 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	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	49000	7	40000	1,07		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	86	7	75	1,0		
Тривалість робочого дня, год.	7	7	8	0,11		

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

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

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

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

г) 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 б, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта  $X_{визн} = 3$ , з таблиці 7.2 [22] – 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 [22] – 2 клас;

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму  $P_{вим} = 94$  дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [22] – 3 клас, 2 ступінь (3.2);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників  $X_{визн}$  за формулою 7.3 [22]:

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

З таблиці 7.3 [22] 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 7.4 [22]:

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

- 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 7.5 [22]:

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

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 [22]. 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 дослідника 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, важкість та напруженість 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 робочій 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 робочій 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 [22], у розмірі 16%

## 5.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

### 5.4.1 Заходи з пожежної безпеки

Оскільки приміщення дослідницької лабораторії що обладнане ПК має площу 39 м<sup>2</sup>, 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 м<sup>2</sup> площі приміщення). Відстань між вогнегасниками та місцями можливих загорянь не перевищує 10 м.

### 5.4.2 Заходи з цивільного захисту

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:

- за місцем роботи - працюючого населення;
- за місцем навчання - дітей дошкільного віку, учнів та студентів;
- за місцем проживання - непрацюючого населення.

Організація навчання діям у надзвичайних ситуаціях покладається:

- 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;

– 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.

– стандартами професійно-технічної та вищої освіти передбачається набуття знань у сфері цивільного захисту.

– порядок здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях встановлюється Кабінетом Міністрів України.

– 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.

## ВИСНОВКИ

Вивчивши дорожні умови, інтенсивність руху на перехресті вулиця Іванова – проспект Моторобудівників, а також проаналізувавши статистику дорожньо-транспортних пригод, були виявлені такі недоліки:

а) велика кількість та тяжкість дорожньо-транспортних подій пов'язана із наїздом на пішоходів (50%).

б) незадовільна з точки затримок та екологічної ситуації тривалість світлофорного циклу.

в) відсутні дорожні знаки, які потрібно запроектувати на схемі для забезпечення належної організації дорожнього руху.

г) відсутня дорожня розмітка, яку потрібно запроектувати на схемі для забезпечення належної організації дорожнього руху.

З метою усунення виявлених недоліків та підвищення безпеки і комфортності руху транспортних засобів на перехресті вулиця Іванова – проспект Моторобудівників в магістерській роботі розроблені та впроваджені наступні заходи щодо удосконалення схеми організації дорожнього руху:

а) перерахунок світлофорного циклу регулювання на існуючих світлофорних об'єктах на перехресті, з подальшим зменшенням затримок транспорту.

б) розрахунок викидів шкідливих речовин у базовому та проектному варіанті, дивлячись на зменшення затримок.

в) оновлення старої розмітки та нанесення нової у місцях де вона необхідна.

г) встановлення дорожніх знаків для забезпечення безпеки та більшої інформативності водіїв, сюди входить як оновлення старих так і встановлення нових.

Впровадження пропонованих рішень дозволить значно знизити аварійність на даній ділянці і отримати річний економічний ефект від впровадження пропозицій у розмірі 223781 грн. Термін окупності  $T_{ок} = 3$  роки.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. <http://uk.wikipedia.org/wiki/> Запорізька область.
2. Кременец Ю.А. Технические средства регулирования дорожного движения: Учебник для автомобильно-дорожных вузов и факультетов/ Ю.А. Кременец. – М.: Транспорт, 1988. – 242 с.
3. Коноплянко В.И. Организация и безопасность дорожного движения / В.И. Коноплянко – М.: Транспорт, 1991. – 183 с.
4. ДБН В.2.3-4:2007 Автомобільні дороги. – Київ: Держстандарт України.
5. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения: Учебник для автодорожных вузов и факультетов/ Г.И. Клинковштейн. – М.: Транспорт, 1982. – 240 с.
6. <http://devicebox.ru/anti-sleep-pilot>.
7. ДБН 360-92 Планування і забудова міських і сільських поселень. – Київ: Держстандарт України. [Текст]
8. ДСТУ 4159-2003 Безпека дорожнього руху. Організація дорожнього руху. Умовні позначення на схемах і планах. [Текст]
9. ДСТУ Б В.2.3-12-2004 Огородження дорожнє металеве бар'єрного типу. Загальні технічні умови. – Київ: Держстандарт України. [Текст]
10. ДСТУ 2735-94 Огородження і направляючі пристрої. Правила застосування. – Київ: Держстандарт України. [Текст]
11. ДСТУ 4100-2002. Знаки дорожні. Загальні технічні умови.
12. Правила застосування. – К., Держстандарт України. [Текст]
13. ДСТУ 2587-10. Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги.
14. Правила застосування. –на заміну ДСТУ 2587-94; введ. 2010-12-27. – Київ: Держстандарт України. [Текст]
15. <http://bukvar.su/transport/66651>
16. Зав'ялов С.В. Порядок розрахунку податку за викиди забруднюючих речовин у атмосферу. – М.: Вища школа, 1999. – 84 с.

17. Зав'ялов С.В. Транспорт та контроль за викидами отруючих речовин у атмосферу. – М.: Транспорт, 2001. – 114 с.
18. Луканін В.Н. та ін. Автотранспортні потоки та навколишнє середовище – М.: ІНФА – М, 1998. – 264 с.
19. Луканін В.Н., Трофименко Ю.В. Промислово транспортна екологія. Підручник для вузів – М.: Вища школа, 2001 – 273 с.
20. Методика визначення маси викидів забруднюючих речовин автотранспортними засобами у атмосферне повітря. 1993
21. Методичні вказівки для розрахунку викидів шкідливих речовин автомобільним транспортом. М.: Московське відділення Гідрометеоіздата. 1985 – 319 с.
22. Лазуткін М. І., Журавель М. О. 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 : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС,
23. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [На заміну ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 ; чинний від 2014-05-30]. К. : МОЗ України, 2014. 37 с. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>. (Державні санітарні норми та правила)
24. ДСанПіН 3.3.2.007-98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин. [Чинний від 1998-12-10]. К. : МОЗ України, 1998. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=2445>. (Державні санітарні правила та норми).

## Додаток А

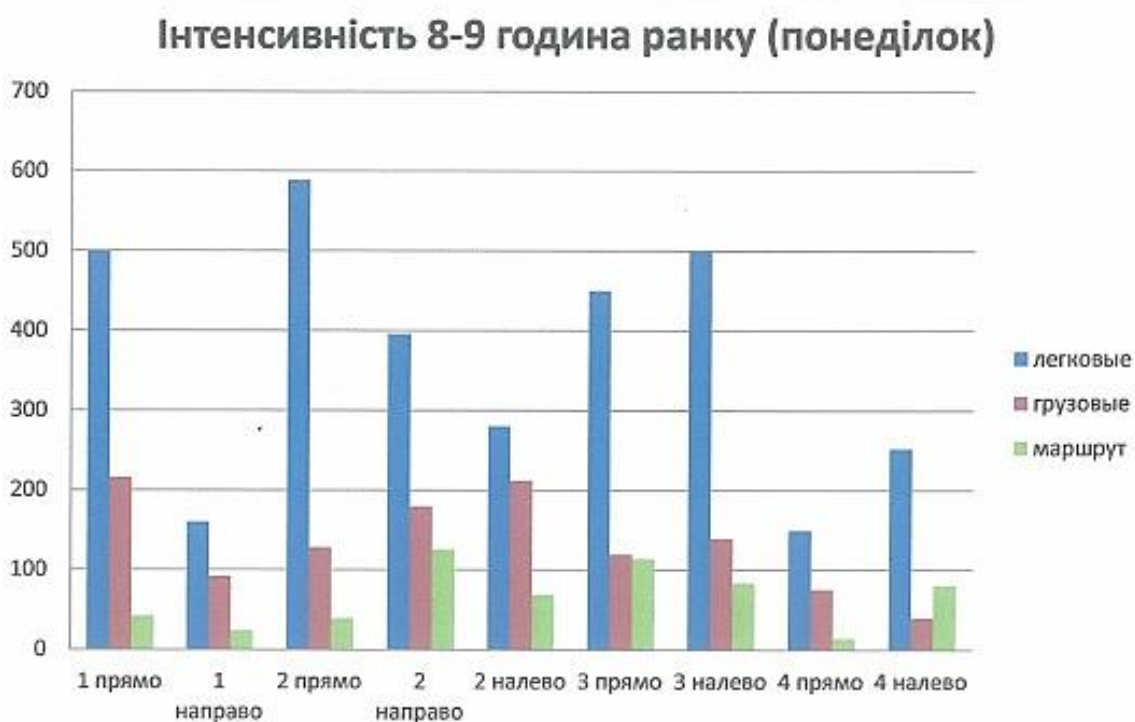


Рисунок А.1- Інтенсивність 8-9 година (понеділок)

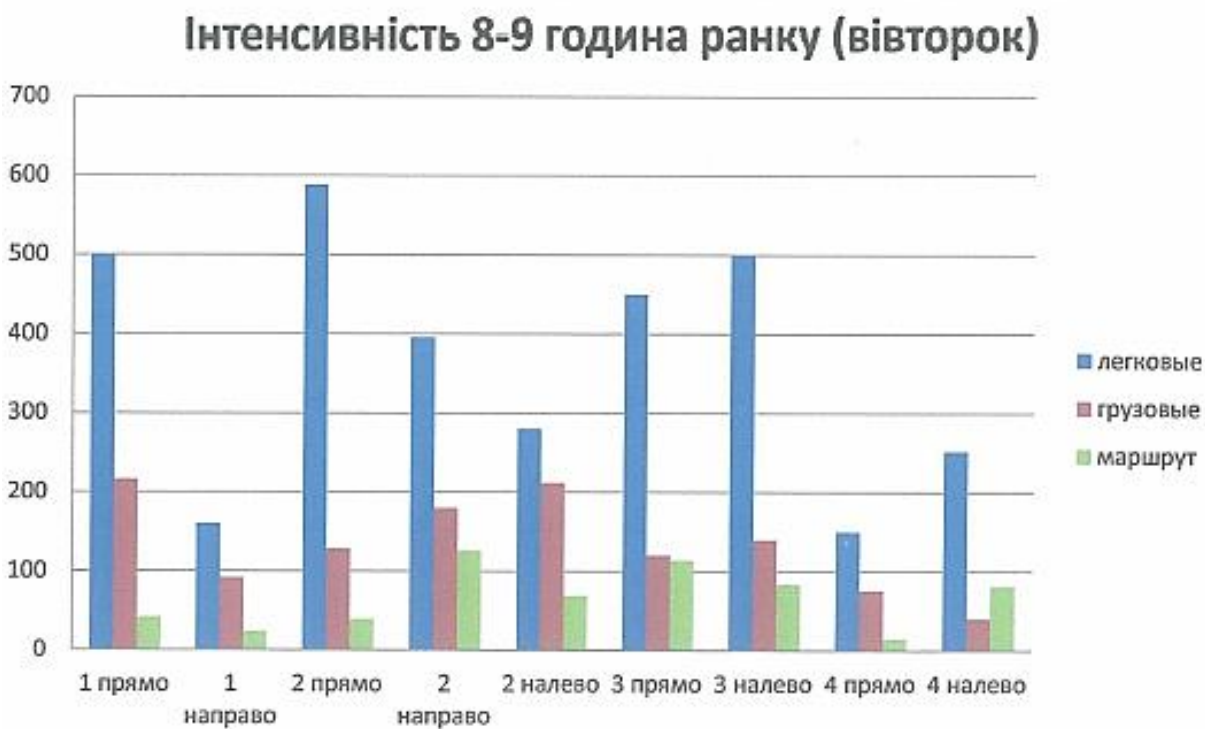


Рисунок А.2- Інтенсивність 8-9 година (середа)



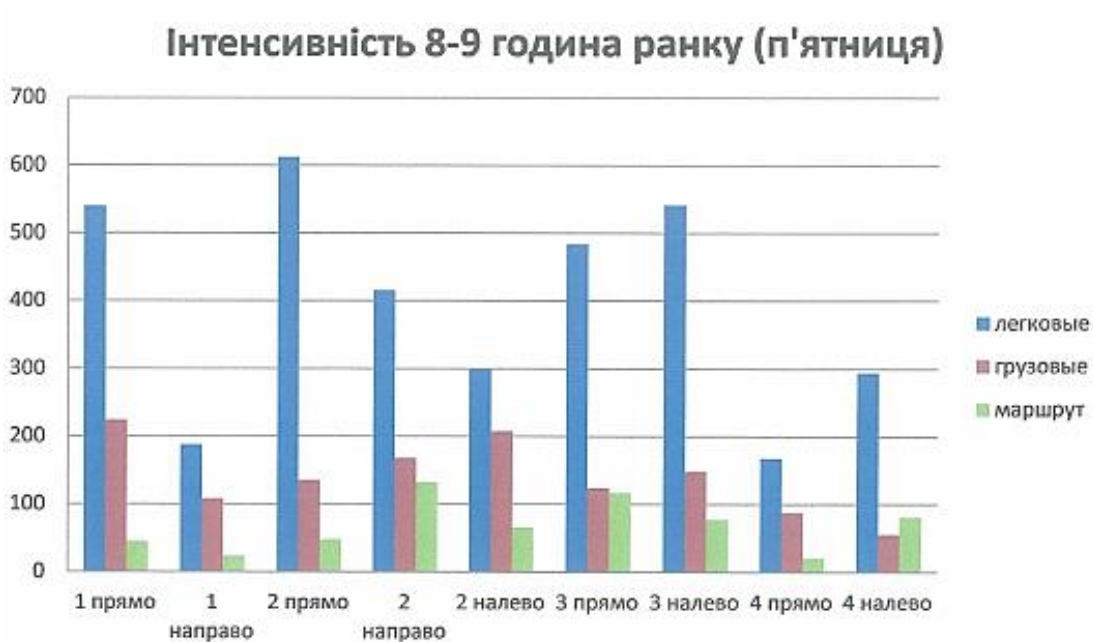


Рисунок А.3- Інтенсивність 8-9 година (п'ятниця)

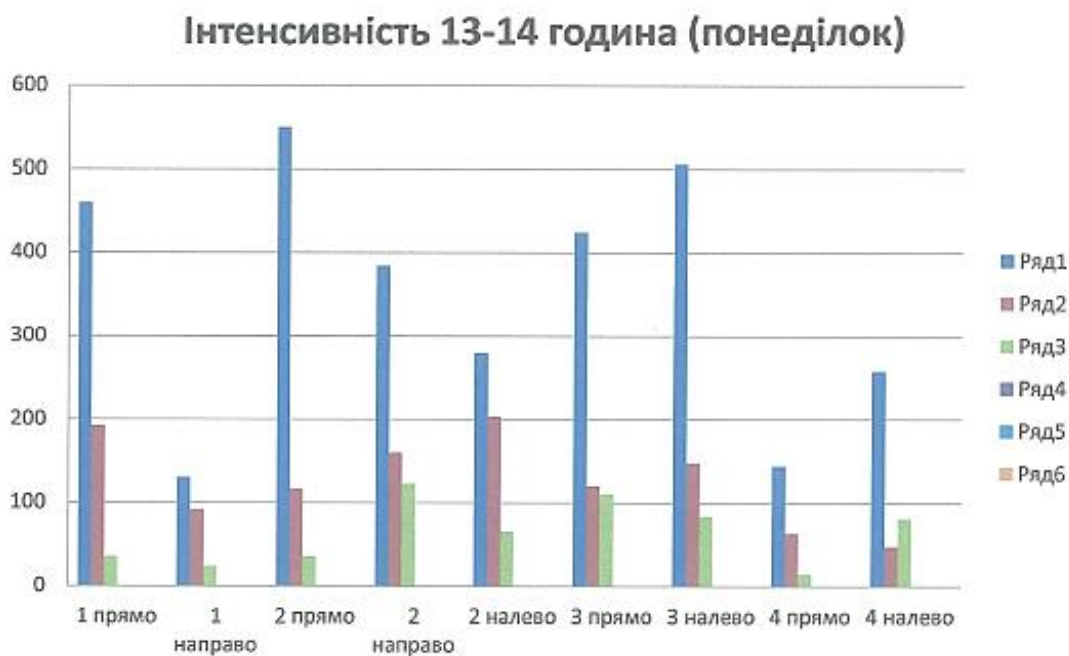


Рисунок А.4- Інтенсивність 13-14 година (понеділок)



Рисунок А.5 – Інтенсивність 13 – 14 година (середа)



Рисунок А.6- Інтенсивність 13-14 година (п'ятниця)

### Інтенсивність 17-18 година (понеділок)

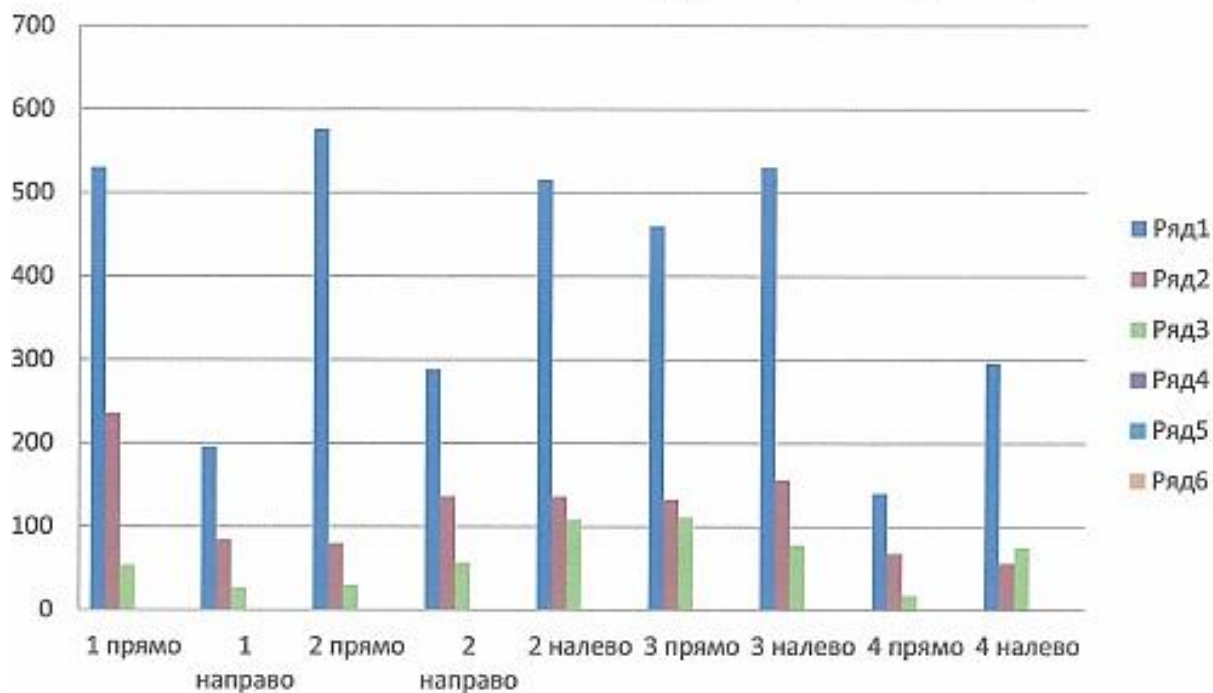


Рисунок А.7- Інтенсивність 17-18 година (понеділок)

### Інтенсивність 17-18 година (середа)

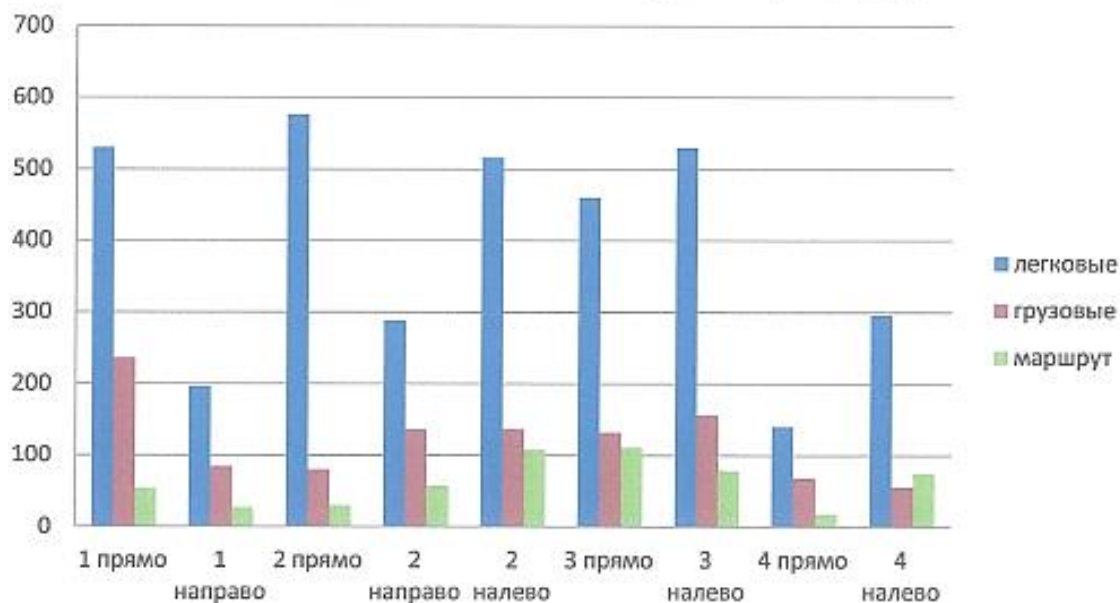


Рисунок А.8- Інтенсивність 17-18 година (середа)



Рисунок А.9- Інтенсивність 17-18 година (п'ятниця)

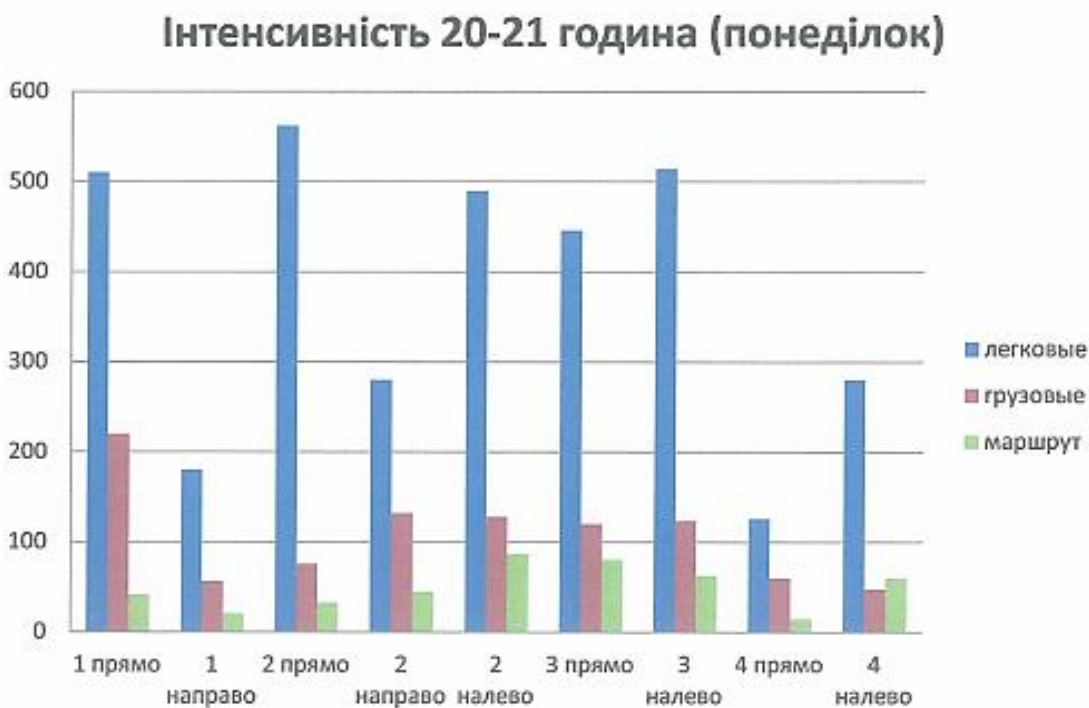


Рисунок А.10- Інтенсивність 20-21 година (понеділок)

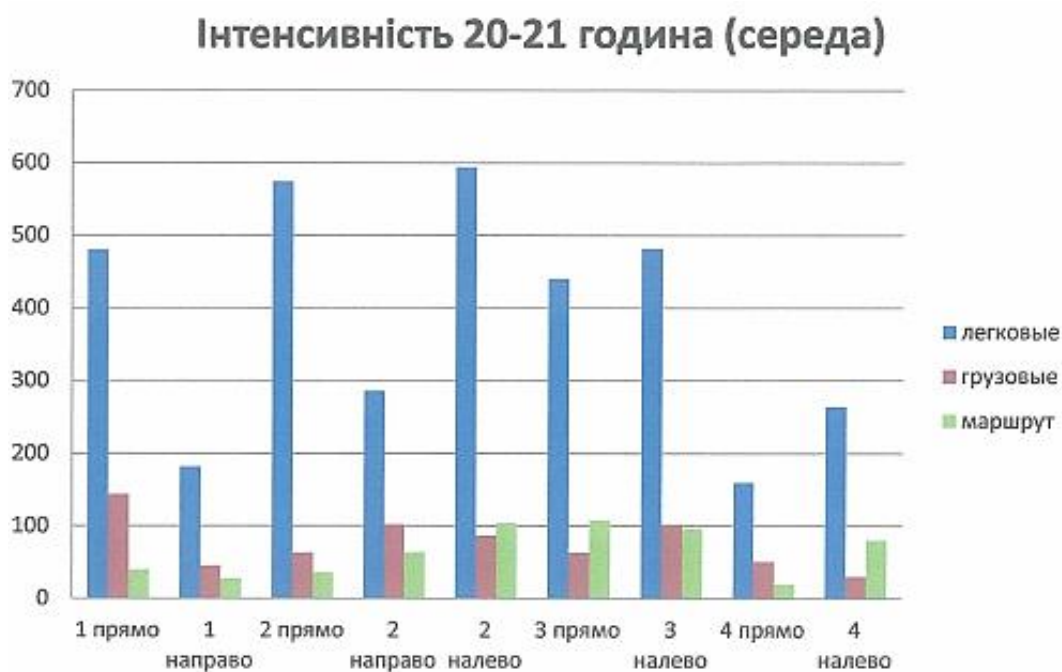


Рисунок А.11- Інтенсивність 20-21 година (середа)



Рисунок А.12- Інтенсивність 20-21 година (п'ятниця)