

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

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

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему Вибір оптимального методу прогнозування обсягів автомобільного руху в сучасних умовах

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

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

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

	<u>Кірюхін А.С.</u> (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Райда І.М.</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>Артюх О.М.</u> (прізвище та ініціали)

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

Інститут, факультет Машинобудівний інститут, транспортний факультет
 Кафедра транспортних технологій

Ступінь вищої освіти магістр

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

«07» жовтня 2019 року

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

Кірюхіна Артема Сергійовича
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Вибір оптимального методу прогнозування обсягів автомобільного руху в сучасних умовах

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

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

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

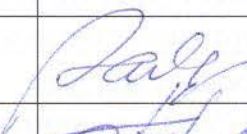
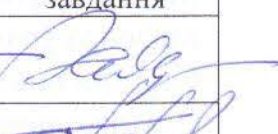
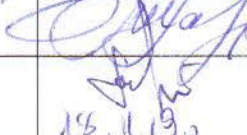
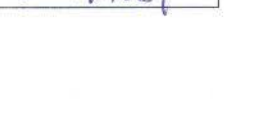
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Існуючі методи прогнозування інтенсивності, існуючі перехрестя, дані про інтенсивність руху за 2011 рік та 2007рік.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1.Аналітична частина, 1.1 Класифікація методів прогнозування, 1.2 Дослідження інтенсивності та складу транспортного потоку. 2.Основана частина, 2.1 Вибір метода та сучасні дослідження, 2.2 Розрахунок очікуваної інтенсивності 3.Економічна частина 4.Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

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

1. Методи прогнозування, місце розташування перехресть; 2. Приведені інтенсивності транспортного потоку на перехрестях; 3. Склад транспортного потоку на перехрестях; 4. Таблиці різниць між очікуваною інтенсивністю і заміряною на перехрестях; 5. Графіки різниць затрат за очікуваної інтенсивності та заміряної на перехрестях.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Основна частина	Райда І.М.		
Економічна частина	Харченко Т.В.		
Охорона праці	Лазуткін М.І.	 18.11.19р	 22.11.19р

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент(ка)

(підпис)

А.С. Кірюхін

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

І.М. Райда

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 118 стор., 41 табл., 79 рис., 12 використаних джерел.

В магістерській роботі розглядається методи прогнозування інтенсивності руху на автомобільних дорогах, їх класифікація. Обрані перехрестя на яких проведені дослідження інтенсивності руху та складу транспортних потоків. Проведений розрахунок очікуваної інтенсивності на перехрестях, проаналізовано та обрано кращий метод для сучасних умов. Визначено транспортно-експлуатаційних витрати. В процесі роботи були розглянуті питання охорони праці та цивільного захисту.

ПЕРЕХРЕСТЯ, ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, МЕТОД, ІНТЕНСИВНІСТЬ, ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК, ПРОГНОЗУВАННЯ, ПЕРСПЕКТИВНИЙ ПЕРІОД.

ЗМІСТ

Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	6
1 Аналітична частина.....	7
1.1 Класифікація методів прогнозування	7
1.2 Дослідження інтенсивності та складу транспортного потоку...	17
1.2.1 Вибір місця для проведення досліджень.....	17
1.2.2 Інтенсивність та склад транспортних потоків.....	18
2 Основна частина.....	55
2.1 Вибір метода та сучасні дослідження.....	55
2.2 Розрахунок очікуваної інтенсивності.....	76
3 Економічна частина.....	83
3.1 Визначення транспортно-експлуатаційних витрат за фактичними даними.....	83
3.2 Визначення транспортно-експлуатаційних витрат за проєктними даними.....	97
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	103
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	103
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	104
4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці...	104
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	110
4.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	112
Висновки.....	116
Перелік посилань.....	117

ВСТУП

Найважливішим критерієм при обґрунтуванні інвестицій в будівництво нових або реконструкцію існуючих автомобільних доріг є перспективна інтенсивність руху. Ведення нових або підвищення технічного рівня існуючих доріг супроводжується значними змінами сформованих потоків автотранспорту за напрямками.

Прогнозування інтенсивності руху можна застосовуватися для розробки прогнозу зростання інтенсивності руху автомобілів різних типів, отже, для прогнозування складу транспортних потоків. В даний час розроблено багато методів прогнозування інтенсивності руху на автомобільних дорогах. Є методи, призначені для прогнозування інтенсивності руху як на окремих, конкретних дорогах, так і на мережі автомобільних доріг. При цьому методи прогнозу засновують на обліку різних чинників, які, на думку їхніх авторів, справляють істотний вплив на інтенсивність руху автотранспорту.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Класифікація методів прогнозування

Залежно від підходу до прогнозування інтенсивності руху використовуються методи які можна розділити на три групи: методи екстраполяції; балансові методи; модельні методи (див. слайд № 3).

Методи екстраполяції є найбільш простими. Вони засновані на умови збереження у часу існуючих тенденцій зміни інтенсивності руху. Найбільше поширення серед них отримав метод прямої екстраполяції, при використанні якого прогнозування інтенсивності руху здійснюють на основі встановлення існуючої інтенсивності, яка збільшується відповідно до виявленої за кілька попередніх років тенденцією її зміни. У загальному вигляді ідея методу може бути представлена формулою[1]:

$$N_t = N_0(1 + pt), \quad (1.1)$$

де, N_t - очікувана інтенсивність руху на t-й перспективний рік, авт. /добу;
 N_0 - вихідна інтенсивність руху, авт. /добу;
 p - коефіцієнт середньорічного приросту інтенсивності руху;
 t - перспективний період, років.

Модель, яка використовує рівняння складних відсотків, заснована на застосуванні такої формули[4]:

$$N_t = N_0 \left(1 + \frac{p}{100} \right)^{n-1}, \quad (1.2)$$

де, n - число років, на які прогнозується інтенсивність.

Модифікацією даного методу є метод, заснований на застосуванні такою залежністю[6]:

$$N_t = N_0 \prod_1^{t-1} \left(1 + \frac{\Delta N_t}{100} \right), \quad (1.3)$$

де, ΔN_t - темпи відносного приросту, який визначається як

$$\Delta N_t = b_0 + \frac{b_1}{\sqrt[3]{t-1}}, \quad (1.4)$$

де, b_0 b_1 - емпіричні коефіцієнти, які визначаються залежно від початкового темпу відносного приросту.

Початковий темп відносного приросту, %	10	12	14	16	18	20
Значення b_0	3,7	3,1	2,5	1,9	1,3	0,7
Значення b_1	6,3	8,9	11,5	14,1	16,7	19,3

Дана модель також використовується для вирішення проектних завдань організації дорожнього руху на дорогах низьких категорій. Період попередження при цьому досягає семи років. В випадку капітального ремонту і реконструкції доріг цей період може досягати 10 років.

Експонентні і ступеневі моделі засновані на застосуванні наступних рівнянь[5]:

$$N_t = N_0 e^{pt}, \quad (1.5)$$

$$N_t = N_0 q^t, \quad (1.6)$$

$$N_t = N_0 t^\alpha, \quad (1.7)$$

$$N_t = (at^3 + a_1 t^2 + a_2 t + a_0)^{1/n}, \quad (1.8)$$

де, α - показник ступеня;

a_0, a, a_1, a_2 - емпіричні коефіцієнти;

t - розрахунковий рік;

n - загальне число років прогнозування.

Експонентні і статечні моделі використовуються для короткострокових прогнозів в області організації руху. Період попередження досягає п'яти років.

Метод екстраполяції доцільно використовувати в умовах сформованої мережі автомобільних доріг, коли в перспективі не передбачається виконання робіт по будівництву нових та підвищення технічного рівня існуючих доріг.

Балансовий метод визначення перспективної інтенсивності руху в Україні має приблизно таке ж поширення, як і метод екстраполяції. Згідно з цим методом перспективну середньорічну добову інтенсивність руху визначають як суму інтенсивностей руху різних типів автомобілів, які визначають за формулою[2]:

$$N = \frac{Q_\lambda \cdot K_n \cdot K_s}{D \cdot q \cdot y \cdot b}, \quad (1.9)$$

де N - середньорічна добова інтенсивність руху, авт / добу;

Q_λ - грузо або пасажиро напруженні ділянки дороги X за даними економічних досліджень на розрахунковий рік в перерахунку на 1 км, ткм, пасс.-км;

K_n - коефіцієнт обліку автомобілів, які здійснюють дрібнопартійних, необ'ємні, повторні і далекі транзитні перевезення;

- K_s - коефіцієнт обліку в складі руху спеціальних транспортних засобів;
 D - число днів роботи дороги протягом року;
 q - середня вантажопідйомність або пасажиромісткість автомобілів (автобусів), т або пас;
 y - коефіцієнт використання вантажопідйомності або пасажиромісткості;
 b - коефіцієнт використання пробігу.

Одним з недоліків балансового методу є багатоступенева система збору інформації про всі автомобільні перевезення в районі пошуків за звітний рік і на перспективу. Ці дані отримують у підприємстві та організації, включених в список вантажовідправників і вантажоодержувачів.

Однак балансовий метод не тільки трудомісткий, але і в ряді випадків не дає достовірних результатів. Причина неточності полягає в орієнтовному характер інформації про вантажних перевезеннях, особливо на перспективу, якою володіють відправники та одержувачі вантажів. Це обумовлено тим, що показники про обсяги та напрямку вантажних перевезень не відносяться до матеріалів статистичної звітності та їх систематичний облік не проводиться. Плани виробництва, що визначають перспективні обсяги і напрямки перевезень, у постачальників і одержувачів вантажів, як правило, відсутні. До того ж дрібні вантажовідправники і вантажоодержувачі взагалі практично не піддаються обліку.

Моделльні методи засновані на урахуванні залежності інтенсивності руху від деяких показників. Вони побудовані на розгляді зв'язків між усіма парами населених пунктів досліджуваної території і вимагають виконання великої кількості обчислень, пов'язаних як з розглядом усіх пар населених пунктів, так і з визначенням найкоротшого відстані між ними. Тому розробка цих методів набула поширення тільки останнім часом у зв'язку з появою сучасної комп'ютерної техніки.[5]

Методи, засновані на аналізі транспортних зв'язків в розглянутому районі, базуються на всебічному врахуванні вантажних і пасажирських перевезень, які передбачається здійснювати по споруджуваної дорозі. Розрахунковий

обсяг перевезень на місяць "пiк" визначається для кожного грузооборотного пункту, що обслуговується даної дорогою або її ділянкою, а об'єктом перевезень для окремих ділянок дороги - шляхом послідовного підсумовування обсягів вантажних і пасажирських перевезень, що надходять з попередніх ділянок дороги.

Перспективний обсяг перевезень Q_t : [5]

$$Q_t = \rho k_m k_n \sum_{i=1}^n Q_i k_i, \quad (1.10)$$

де, Q_i - середньомісячний обсяг перевезень вантажів n-го типу;

ρ - коефіцієнт збільшення обсягу вантажних перевезень на перспективу;

k_m - коефіцієнт, що враховує багаторічну нерівномірність перевезень;

k_i - коефіцієнт повторності перевезень вантажів i-го типу;

k_n - коефіцієнт неврахованих перевезень, що дорівнює 1,15.

Обсяги перевезень Q_i встановлюється на основі звітних даних господарств за останні 5 ... 8 років або розраховуються на основі усереднених нормативів. Значення коефіцієнта збільшення обсягу вантажних перевезень на перспективу визначається за формулою[5]:

$$\rho = \left(1 + \frac{\Delta q}{100} \right)^T, \quad (1.11)$$

де, Δq - щорічний приріст обсягу перевезень ($\Delta q = 2 \dots 6\%$);

T - число років, на яке прогнозується обсяг перевезень.

На підставі даних про перспективний обсязі перевезень розраховується перспективна інтенсивність: [5]

$$N_t = \frac{Q_t k}{t_p \gamma \beta q_z}, \quad (1.12)$$

де, t_p - число днів протягом розрахункового періоду перевезень ($t_p = 22$);

γ - коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобілів
(0,8...0,9);

β - коефіцієнт використання пробігу автомобілів (0,5...0,6);

q_z - середня вантажопідйомність автомобілів;

k - корегований коефіцієнт для обліку дрібнопартійних і пасажирських перевезень.

Методи, засновані на аналізі вантажних і пасажирських перевезень в районі прокладання проекрованої дороги, використовуються для довгострокового прогнозування з періодом попередження 20 років.

Методи, засновані на багатофакторному аналізі господарської діяльності, базуються на кореляційному і регресійному аналізах. Для прогнозування інтенсивності руху використовуються рівняння множинної регресії у вигляді[5]:

$$N_t = A_1 x_1 + A_2 x_2 + A_3 x_3 + \dots + A_n x_n + B, \quad (1.13)$$

де, A_1, A_2, A_3, A_n - коефіцієнти регресії;

x_1, x_2, x_3, x_n - фактори, що впливають на інтенсивність руху.

У число таких факторів включають: обсяги валової продукції сільськогосподарського і промислового виробництва; чисельність населення; кількість автомобілів; щільність мережі автомобільних доріг з твердим покриттям; обсяг будівельно-монтажних робіт.

Основним недоліком багатфакторних моделей є те, що вони не носять універсальний характер, а застосовуються лише для тих районів, для яких використані дані про їх економічному розвитку.[5]

Цей метод дозволяє розраховувати як існуючі, так і очікувані на відповідний перспективний період середньорічну добову інтенсивність і середню швидкість руху автотранспортних засобів на ділянках мережі автомобільних доріг загального користування, а також обсягів вантажних і пасажирських перевезень. При прогнозуванні інтенсивності руху на перспективній мережі автомобільних доріг, що включає плановані до будівництва дороги, цей метод дає можливість оцінити очікувану інтенсивність руху на автомобільних дорогах задовго до їх будівництва без проведення детальних економічних досліджень в частині збору даних про обсяги вантажних та пасажирських перевезень.

Відповідно до цього методу розрахунку існуючої та прогнозування перспективної інтенсивності руху на автомобільних дорогах полягає у визначенні ймовірної кількості автотранспортних засобів, що здійснюють поїздки між парами кореспондуючих населених пунктів даної території, кореспонденції між якими є значущими. При цьому прогнозування інтенсивності руху зводиться до формування роботи наявного або перспективного парку автотранспортних засобів на відповідній мережі автомобільних доріг розглянутій території.[5]

Реалізація програм розвитку мережі автомобільних доріг, особливо в частині скорочення перепробіг, робить істотний вплив на ефективність роботи автотранспорту і супроводжується змінами його інтенсивності і маршрутів руху. Ці зміни пов'язані з генерацією автотранспортних потоків і їх перерозподілом між дорогами. Чим більш істотні зміни в мережі доріг, то більша зміни в обсягах і маршрутах автотранспортних потоків. Зміни останніх можуть бути виявлені тільки в результаті обліку змін в умовах руху автотранспорту, що здійснює поїздки між кореспондуючими пунктами, в тому числі і можливості використання більш коротких і комфортабельних маршрутів.

При розрахунку інтенсивності руху між парою кореспондуючих населених пунктів найкоротша відстань між ними встановлюють, виходячи з часу і комфортабельності повідомлення. У зв'язку з цим при розрахунках використовують наведену довжину ділянок автомобільних доріг. Коефіцієнт приведення довжини ділянок доріг встановлюють по співвідношенню швидкості руху на даній ділянці до швидкості руху при еталонних умовах руху. В якості еталонних умов при визначенні коефіцієнта приведення довжин ділянок автомобільних доріг прийнято вважати рух по дорозі I категорії.[5]

Вибір моделі для прогнозування з урахуванням вище сказаного показана в таблиці 1.1[3].

Таблиця 1.1 - Вибір моделі для прогнозування

Методи прогнозування	Формули	Категорії доріг	Цілі визначення інтенсивності	Максимальний допустимий термін прогнозування, роки	Галузь застосування, вихідні дані
1	2	3	4	5	6
Лінійний закон	$N_t = N_0(1 + pt)$	I	Організація руху	2	Бажано застосовувати тільки для цілей організації руху. Додільно використовувати на дорогах низьких категорій. Необхідні данні обліку за 10-15 років.
		II	Також	3	
		III і IV	Капітальний ремонт і організація руху	5	
Закон складних відсотків	$N_t = N_0 \left(1 + \frac{p}{100}\right)^{n-1}$	I	Організація руху	3	Найкраще для доріг низької категорії. Необхідні данні обліку за 10-15 років. Метод дає помилку на дорогах з інтенсивним рухом.
		II	Посилення дорожнього одягу, капітальний ремонт	5	
		III	Організація руху	7	
			Капітальний ремонт	10	
		II і III	Капітальний ремонт Реконструкція	10	

Продовження таблиці 1.1.

1	2	3	4	5	6
Експонентні і ступеневі моделі	Формули (1.5)-(1.8)	I	Організація руху	3-5	Необхідні дані про темпи зростання інтенсивності. Не слід застосовувати на дорогах IV і V категорій
			Капітальний ремонт	5	
		II і III	Капітальний ремонт Реконструкція	10	
Балансовий метод	$N = \frac{Q_{\lambda} \cdot K_n \cdot K_s}{D \cdot q \cdot y \cdot b}$	I	Організація руху	2	Багатоступенева система збору інформації про всі автомобільні перевезення в районі пошуків за звітний рік і на перспективу
		II	Також	3	
		III і IV	Капітальний ремонт і організація руху	5	
Методи, засновані на аналізі транспортних зв'язків	Формули (1.10)-(1.12)	I	Також	До 20	Використовується тільки при очевидно вираженого зв'язку двох районів, а також на підходах до великих міст.
Метод багатофакторного аналізу г.д	$N_t = A_1 x_1 + A_2 x_2 + A_3 x_3 + \dots + A_n x_n + B$ (формула 1.13)	I	Проектування нових доріг	15, 25	Бажано використовувати при наявності планів розвитку народного господарства.

Виходячи з вище сказаного, необхідно дослідити параметри транспортних потоків на перехрестях і порівняти їх з даними 2007 і 2011 років. Для цього потрібно вибрати декілька моделей прогнозування, підставивши в формули дані і порівняти прогнозні значення з отриманими в дослідженні.

1.2 Дослідження інтенсивності та складу транспортного потоку

1.2.1 Вибір місця для проведення досліджень

Об'єктами дослідження є ділянки вулично-дорожньої мережі міста Запоріжжя, а саме перехрестя проспекту Соборного та вулиці Українська, перехрестя проспекту Соборного і проспекту Металургів та перехрестя проспекту Соборного та вулиці Поштової, які наведені на слайді № 4.

Перше перехрестя є одним із з найнапруженіших перехресть міста. І проспект Соборний і вулиця Українська є магістральними вулицями міського значення. Вулиця Українська є зв'язуючою магістраллю між Шевченківським районом та Олександрівським. Крім цього вона використовується для часткового пропуску транзитного транспортного потоку, що рухається з Донецького напрямку на інший берег ріки Дніпро.

Щодо видів руху на ділянці, то проспектом заборонений рух вантажного транспорту та мотоциклів. На вулиці Українська обмежень за видами транспорту немає. Перехрестям рухається приватний, службовий, вантажний транспорт (тільки вулицею Українська), а також міський пасажирський транспорт, зокрема автобуси та мікроавтобуси. Особливістю ділянки вулично-дорожньої мережі, що розглядається, є те, що практично увесь транспорт Шевченківського району проходить по ній до центру міста та інших районів. Це пов'язано з відсутністю інших зручних шляхів, які б поєднували Шевченківські райони 1, 2 та 3 з іншою територією міста. Тому рух на ділянці є досить напруженим і значним практично на протязі всієї доби.

Друге перехрестя, проспекту Соборного та проспекту Металургів також одне із найжвавіших місць міста. Розташоване у лівобережній частині Дніпровського району. Дістатися до зупинки «Прспект Металургів» можна практично з будь-якої точки міста — на тролейбусах або автобусах. Далі по проспекту веде до площі Запорізької та ДніпроГЕСа, тобто є зв'язуючою магістраллю між греблею за проспектом. Особливістю ділянки є другорядна дорога, яка веде на Північне шосе в Донецькому напрямку, та мости Преображенського, які до речі відіграють важливу роль як автомобільна та залізнична переправа через Дніпро.

Третє перехрестя знаходиться в Олександрівському районі, зв'язує з Комунарським районом який слугує автомобільним та залізничними воротами міста (залізничний вокзал «Запоріжжя І» та міжміський автовокзал), отже проходить досить багато міського пасажирського транспорту, та Шевченківським районом найбільшим як за площею, так і за чисельністю населення. Другорядні дороги ведуть до великих підприємств та установ.

1.2.2 Інтенсивність та склад транспортних потоків

Дослідження транспортного потоку на обраних ділянках було виконано за допомогою відео зйомки, яка виконувалася за допомогою камер на штативі. На перехрестях, що розглядаються, було проведене дослідження, в ході якого була підрахована інтенсивність в часи пік (з 8:00 до 9:00 та з 17:00 до 18:00) та в міжпікові години (з 13:00 до 14:00). Інтенсивність транспортних потоків досліджувалася за напрямками руху. Фіксація транспортних засобів відбувалася за їх типами. Стан руху та розподіл інтенсивності зображено на рисунках 1.1-1.46.

Перехрестя проспект Соборний та вулиці Українська 2007 рік

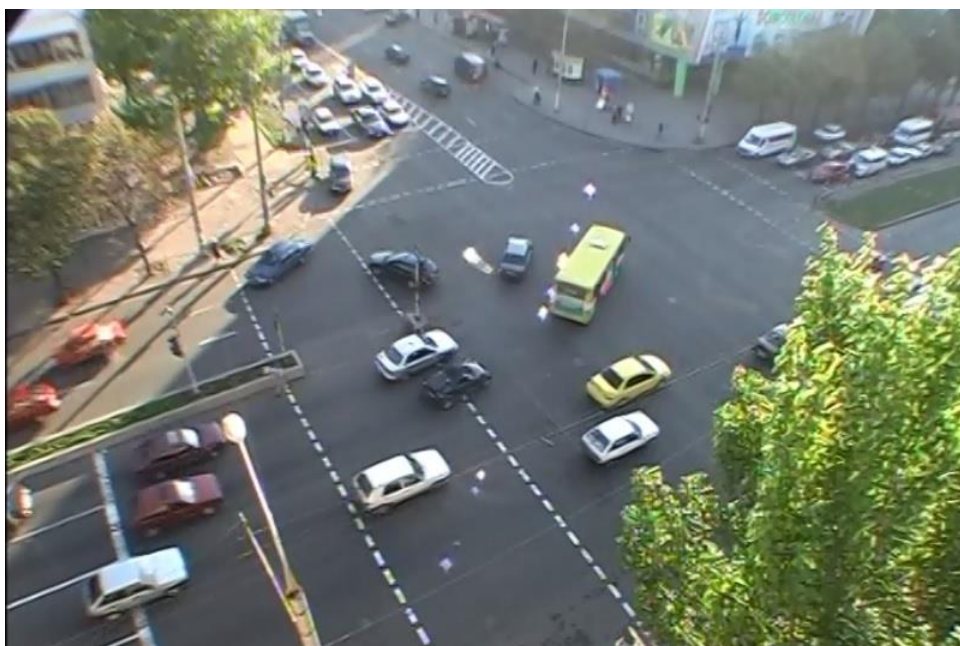


Рисунок 1.1 - Стан руху перехрестя на 8 годину ранку

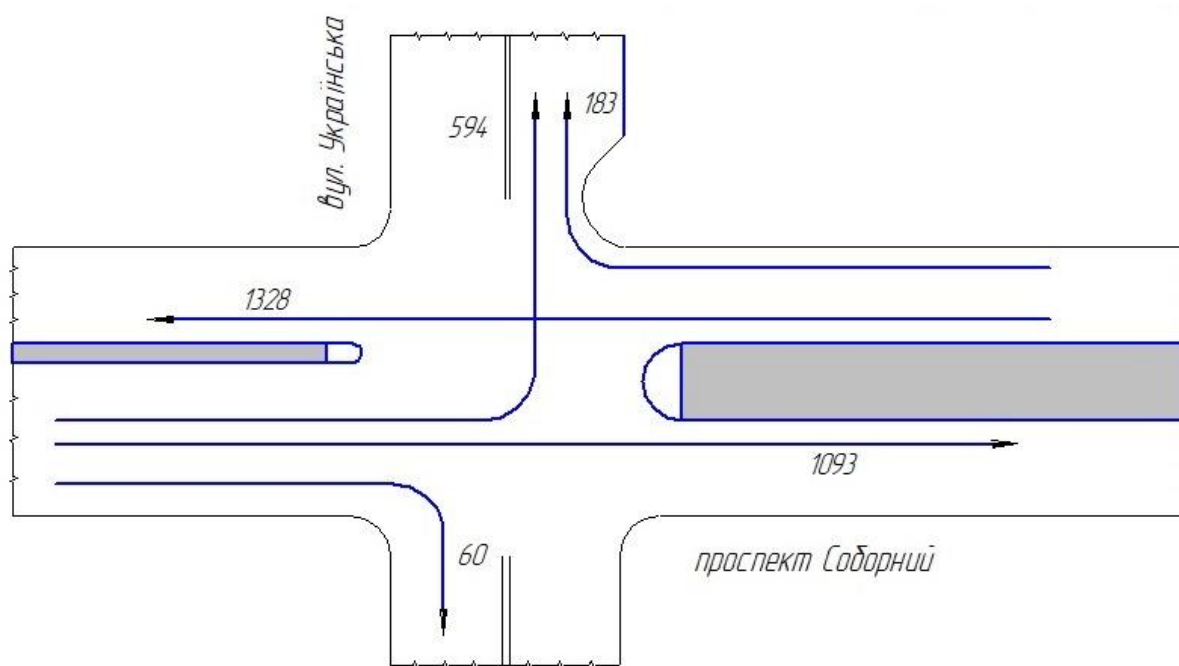


Рисунок 1.2 - Приведена інтенсивність руху з 8:00 до 9:00 ранку.

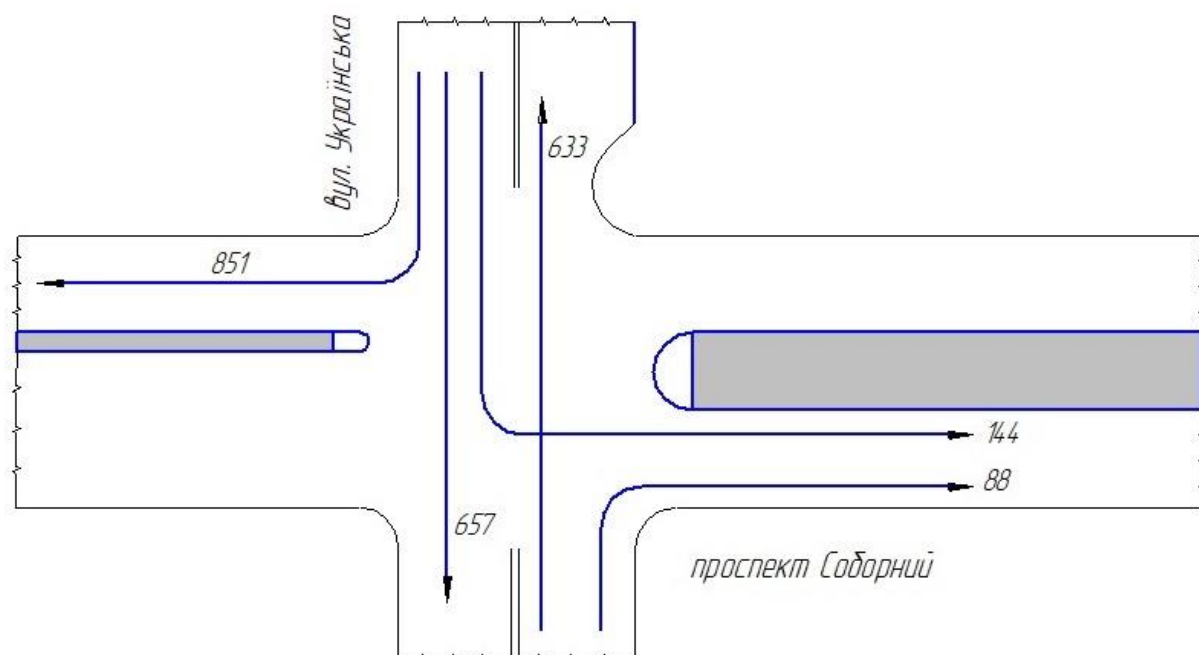


Рисунок 1.3- Приведена інтенсивність руху з 8:00 до 9:00 ранку.



Рисунок 1.4- Стан руху перехрестя на 13 годину дня

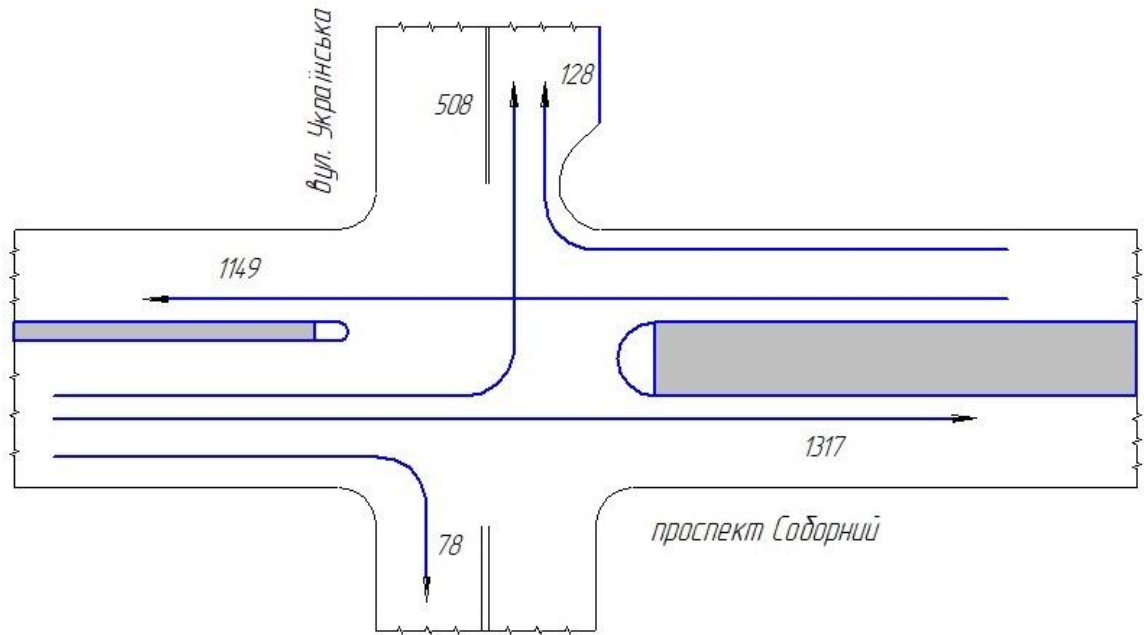


Рисунок 1.5- Приведена інтенсивність руху з 13:00 до 14:00 дня

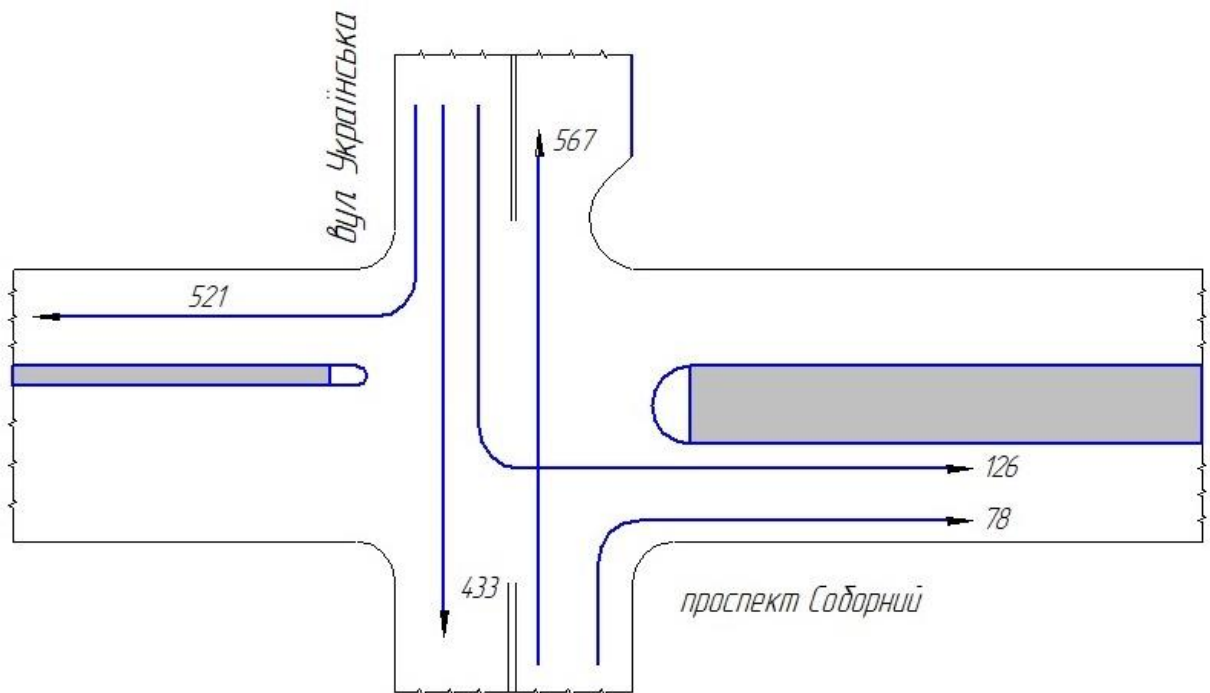


Рисунок 1.6- Приведена інтенсивність руху з 13:00 до 14:00 дня



Рисунок 1.7- Стан руху перехрестя на 17 годину вечора

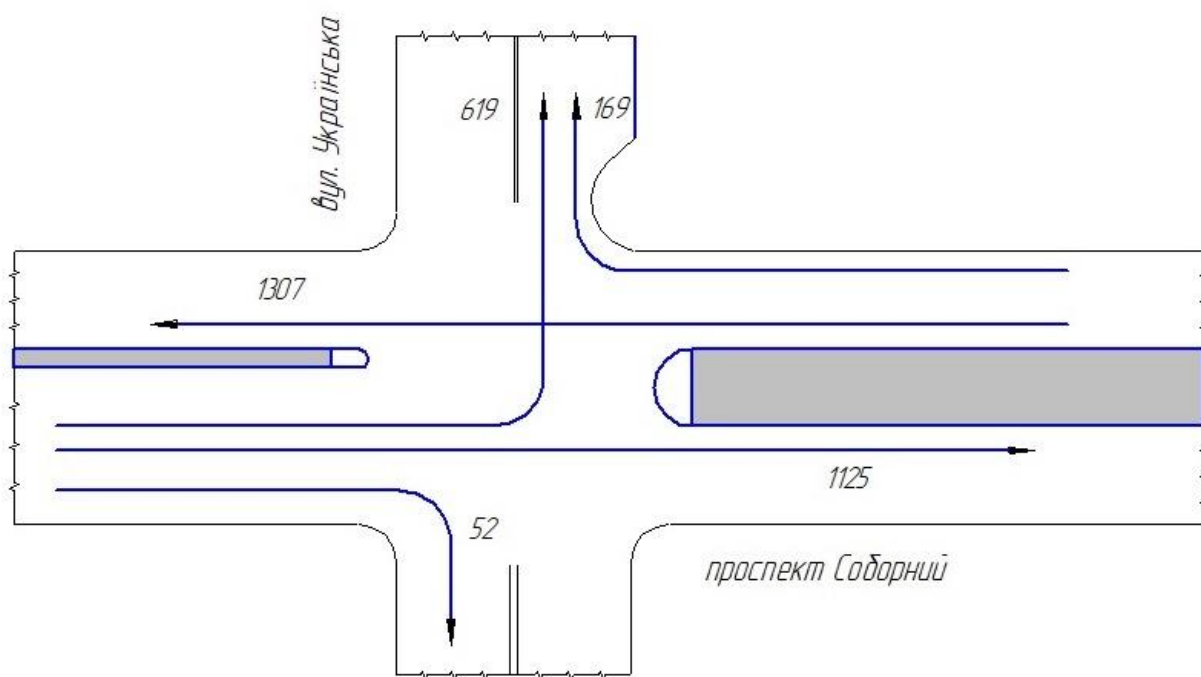


Рисунок 1.8- Приведена інтенсивність руху з 17:00 до 18:00 вечора

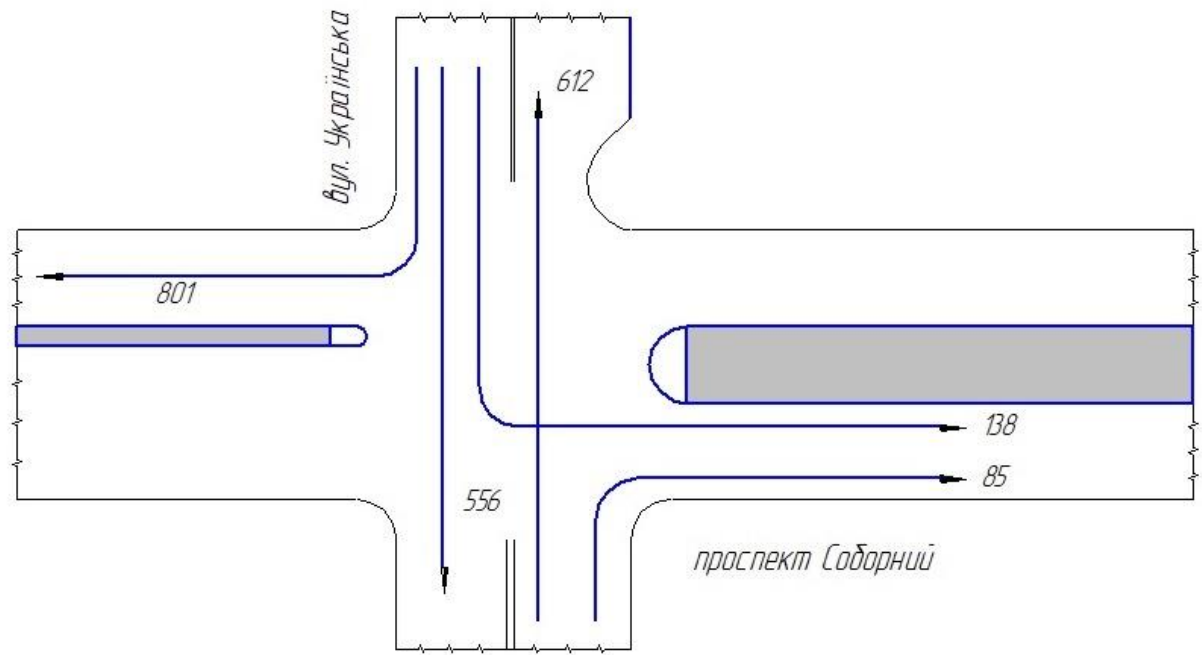


Рисунок 1.9- Приведена інтенсивність руху з 17:00 до 18:00 вечора

Отримані дані інтенсивностей руху наведені у таблицях 1.2-1.4.

Таблиця 1.2 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехре-сті пр. Соборний з вул. Українська з 8:00 до 9:00 ранку

Напря-м	Мотоци-кли	Легкові	Вантажні з вантажо-під'ємністю				Авто-буси	Тролей-буси	Автопої-зди	Разом
			< 2 т і	2-5 т	5-8 т	> 8 т				
			марш. таксі							
1	0	834	186	0	0	0	54	15	0	1089
2	0	720	168	0	0	0	55	16	0	959
3	0	504	36	6	24	6	3	0	4	583
4	0	504	24	6	18	5	7	0	2	566
5	0	480	42	0	0	0	17	0	0	539
6	0	96	48	0	0	0	5	0	0	149
7	0	60	0	0	0	0	0	0	0	60
8	0	630	42	4	0	0	50	0	0	726
9	0	108	24	0	0	0	0	0	0	132
10	0	88	0	0	0	0	0	0	0	88
Разом	0	4024	570	16	42	11	191	31	6	4891

Таблиця 1.3 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехре-
сті пр. Соборний з вул. Українська з 13:00 до 14:00

Напря́м	Мотоци- кли	Легкові	Вантажні з вантажо- під'ємністю				Авто- буси	Тролей- буси	Автопої- зди	Разом
			< 2 т і	2-5 т	5-8 т	> 8 т				
			марш. таксі							
1	0	738	198	0	0	0	24	12	0	972
2	0	954	144	0	0	0	36	11	0	1145
3	0	312	30	5	12	6	6	0	11	382
4	0	390	42	9	6	9	18	0	22	496
5	0	390	48	0	4	0	12	0	0	454
6	0	84	29	0	0	0	0	0	0	113
7	0	78	0	0	0	0	0	0	0	78
8	0	402	32	0	3	0	21	0	0	458
9	0	60	32	0	0	0	6	0	0	98
10	0	78	0	0	0	0	0	0	0	78
Разом	0	3486	555	14	25	15	123	23	33	4274

Таблиця 1.4 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехре-
сті пр. Соборний з вул. Українська з 17:00 до 18:00 вечора

Напря́м	Мотоци- кли	Легкові	Вантажні з вантажо- під'ємністю				Авто- буси	Тролей- буси	Автопої- зди	Разом
			< 2 т і	2-5 т	5-8 т	> 8 т				
			марш. таксі							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	821	192	0	0		52	12	0	1077
2	0	706	155	0	0	0	48	12	0	921
3	0	432	30	5	13	3	9	0	1	493
4	0	487	32	2	11	3	12	0	2	549
5	0	496	56	0	0	0	13	0	0	565
6	0	103	40	0	0	0	2	0	0	145

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	0	52	0	0	0	0	0	0	0	52
8	0	634	32	1	0	0	39	0	0	706
9	0	90	20	0	0	0	6	0	0	116
10	0	85	0	0	0	0	0	0	0	85
Разом	0	3906	557	8	24	6	181	24	3	4709

Одержані дані інтенсивності були оброблені і приведені до умовного легкового автомобіля по формулі:

$$N_{np} = \sum N_i \cdot K_i \quad (1.14)$$

де N_i - інтенсивність групи автомобілів;

K_i - відповідний групі автомобілів коефіцієнт приведення.

Коефіцієнти приведення, які відповідають певній групі транспортних засобів, наведені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Коефіцієнти приведення інтенсивності руху

Мотоцикли	Легкові	Вантажні з вантажопід'ємністю				Автобуси	Тролейбуси	Автопоїзди
		< 2 т і марш. таксі	2-5 т	5-8 т	> 8 т			
0,5	1	1,5	2	2,5	3	3	3,5	4

Розраховані за формулою (1.14) приведені інтенсивності наведені в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Приведені інтенсивності транспортних потоків на перехресті пр. Соборний з вул. Українська

Напрям	8:00-9:00	13:00-14:00	17:00-18:00	Разом
1	1328	1149	1 307	3784
2	1193	1317	1 125	3634
3	657	433	556	1646
4	633	567	612	1812
5	594	508	619	1721
6	183	128	169	480
7	60	78	52	190
8	851	521	801	2173
9	144	126	138	408
10	88	78	85	251
Всього	5731	4904	5463	16097

Отримані значення підтверджують , що це перехрестя є одним з найнапруженіших перехресть міста. У ранкові години приведена інтенсивність сягає 5731 одиниць за годину. На рисунках 1.10-1.12 наведений склад транспортних потоків на перехресті проспекту Соборний та вулиці Українська.

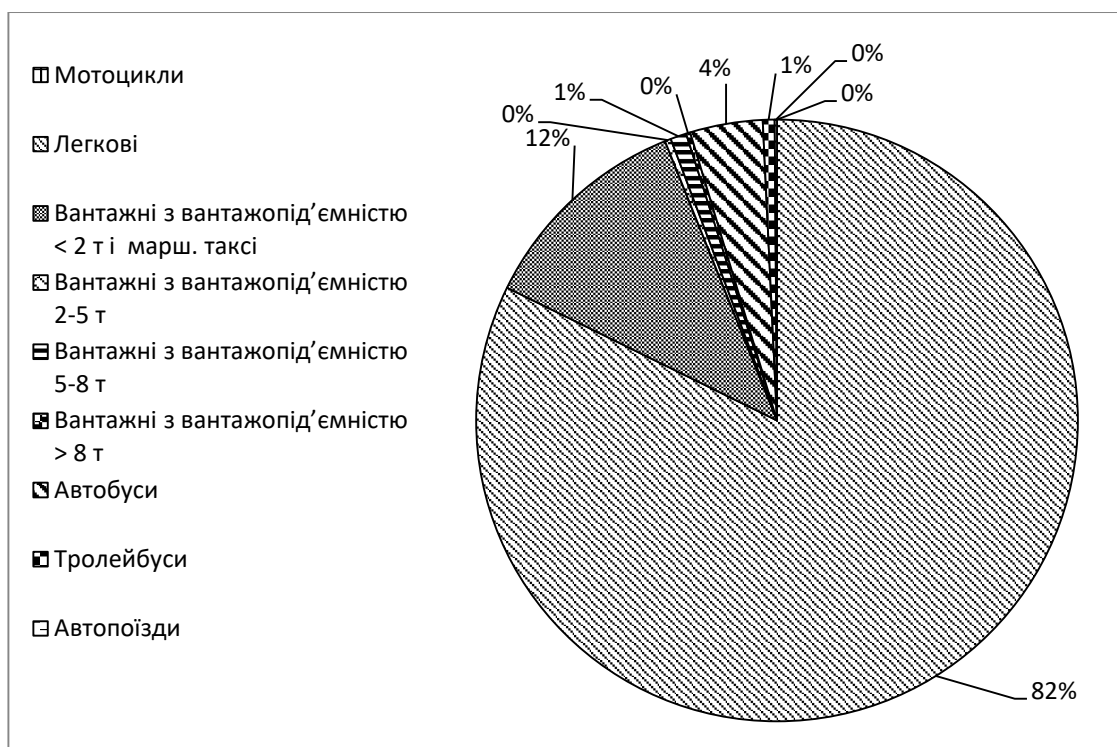


Рисунок 1.10 – Склад транспортного потоку на перехресті пр. Соборний - вул. Українська з 8:00 до 9:00 ранку

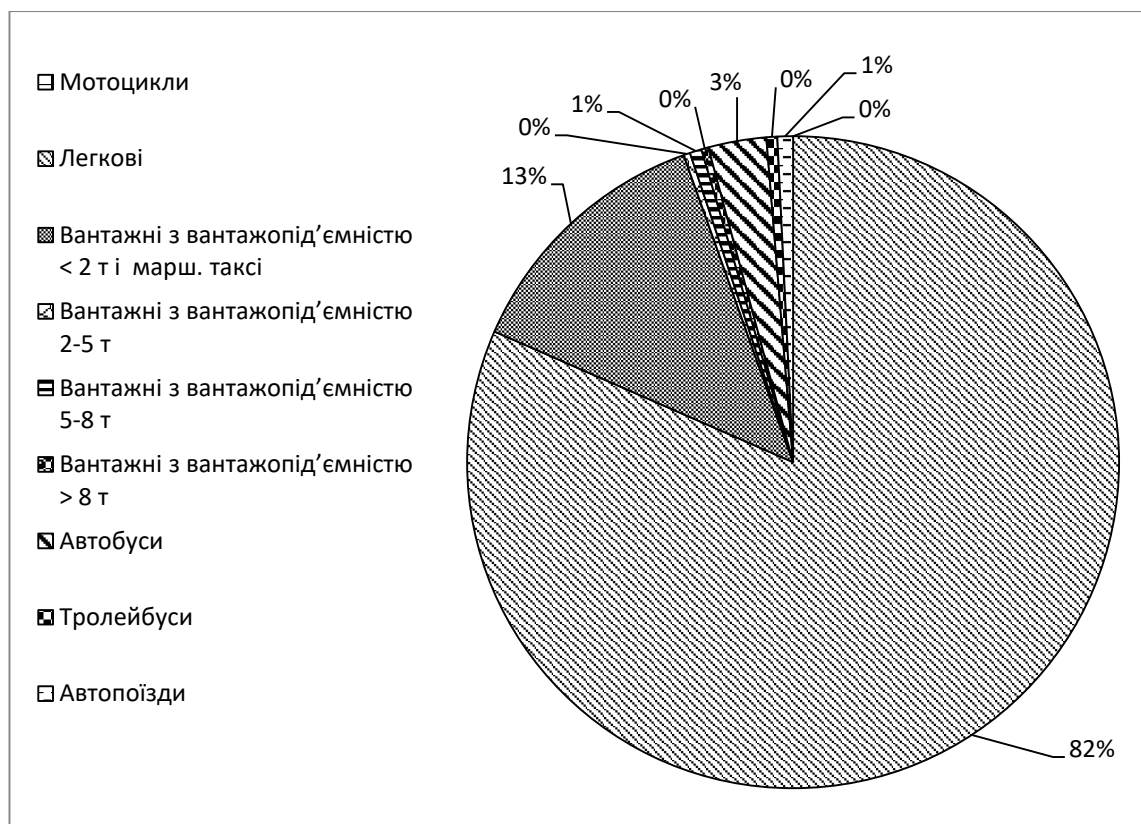


Рисунок 1.11 – Склад транспортного потоку на перехресті пр. Соборний - вул. Українська з 13:00 до 14:00 дня

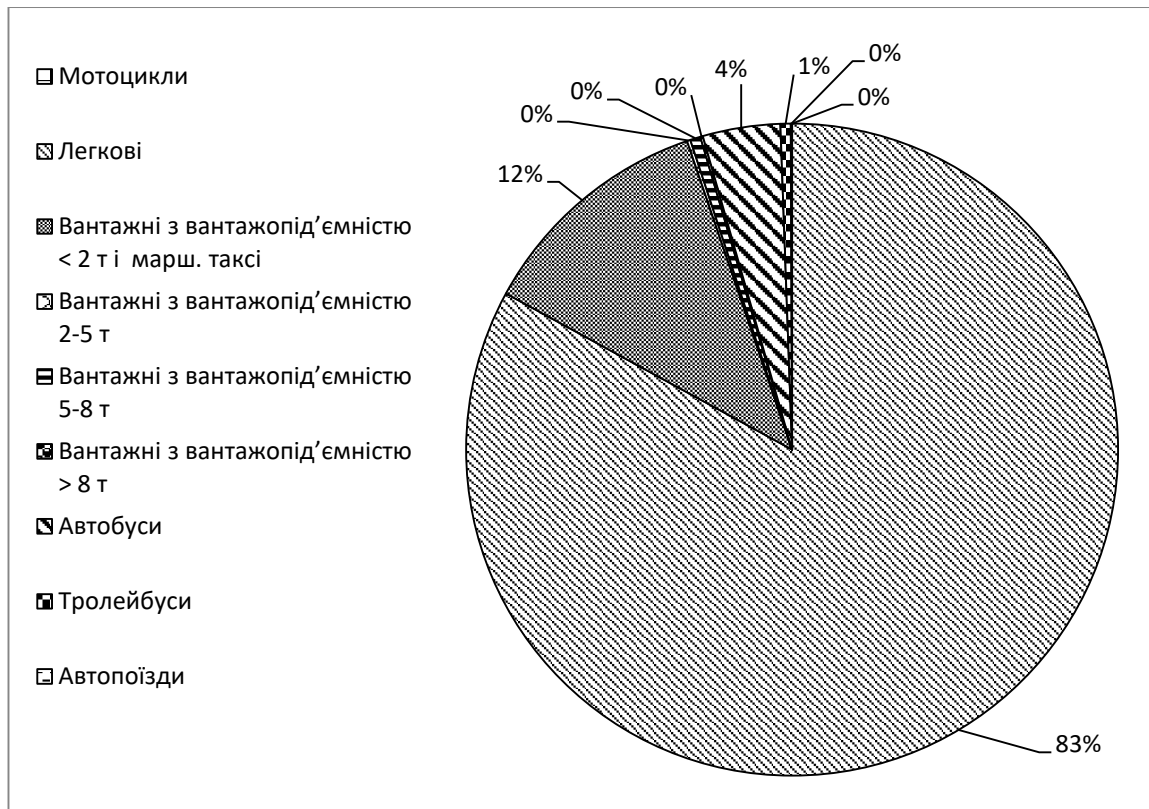


Рисунок 1.12 – Склад транспортного потоку на перехресті пр. Соборний - вул. Українська з 17:00 до 18:00 вечора

Як бачимо з цих рисунків, легкові автомобілі переважають на протязі всієї доби. Їх частка становить 82%, 82%, 83% відповідно. Слід відмітити також частку вантажних автомобілів з вантажопід'ємністю 2т разом з маршрутним таксі, завдяки якому і було отримано такий відсоток.

Перехрестя проспекту Леніна та вулиці Українська 2011 рік[7]

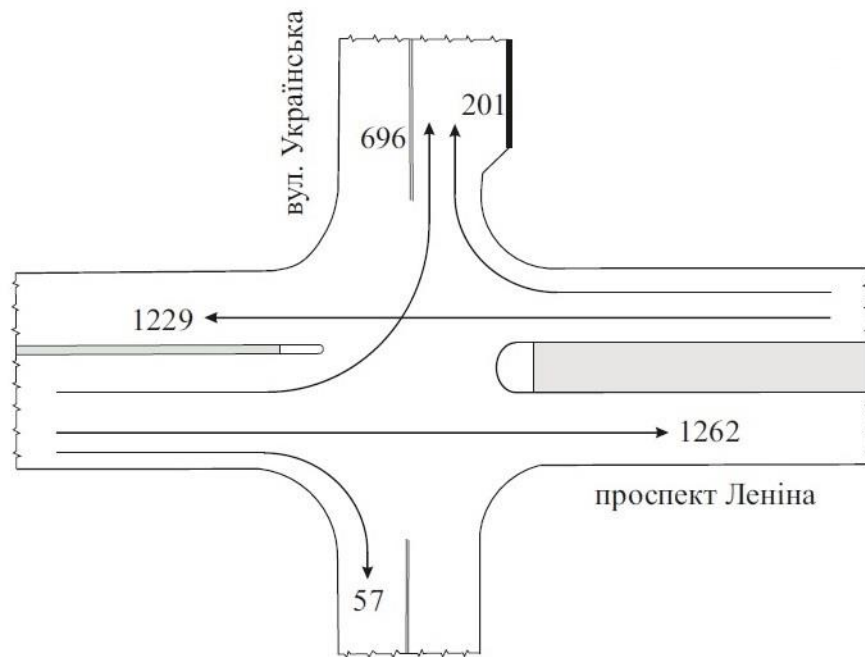


Рисунок 1.13- Приведена інтенсивність руху з 8:00 до 9:00 ранку

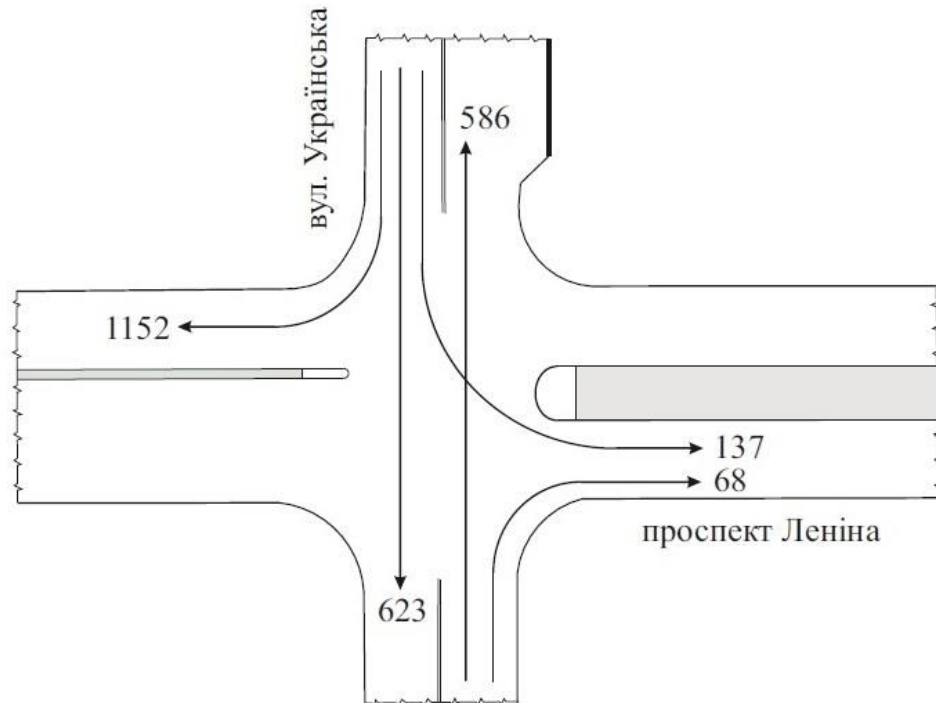


Рисунок 1.14- Приведена інтенсивність руху з 8:00 до 9:00 ранку

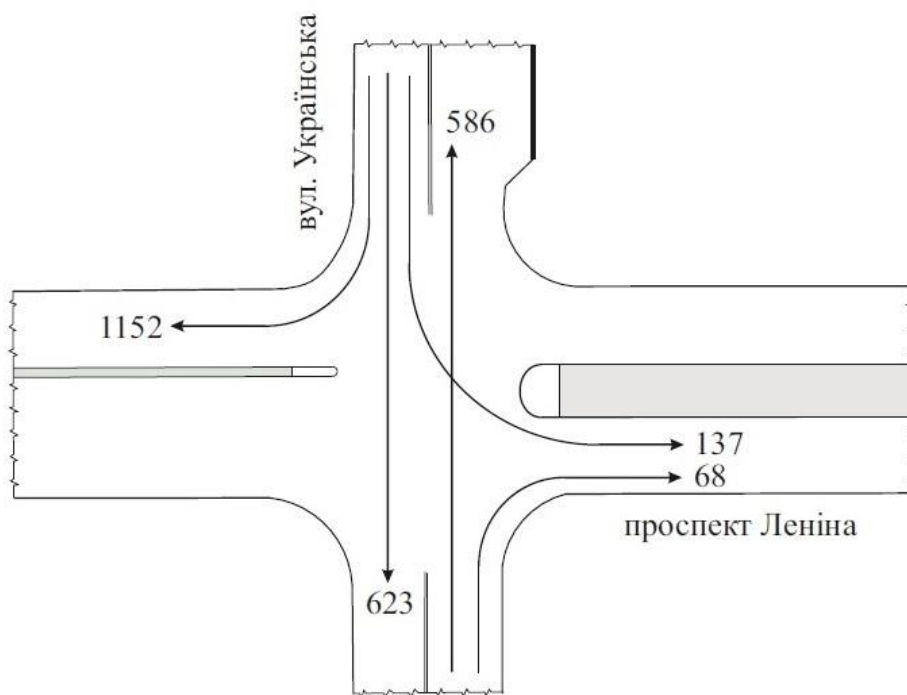


Рисунок 1.15- Приведена інтенсивність руху з 8:00 до 9:00 ранку

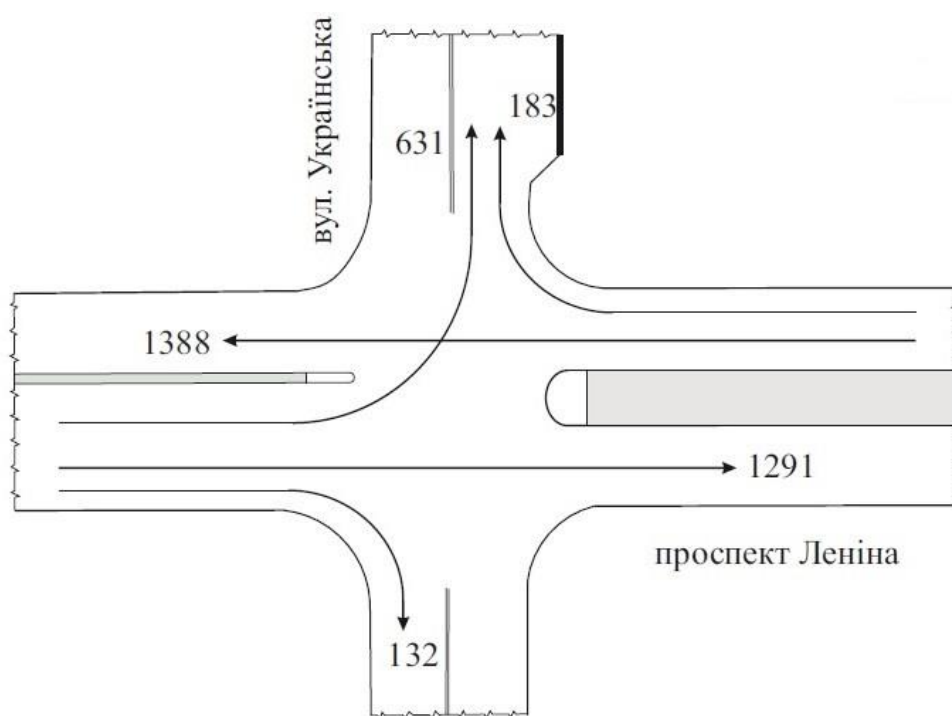


Рисунок 1.16- Приведена інтенсивність руху з 13:00 до 14:00 дня

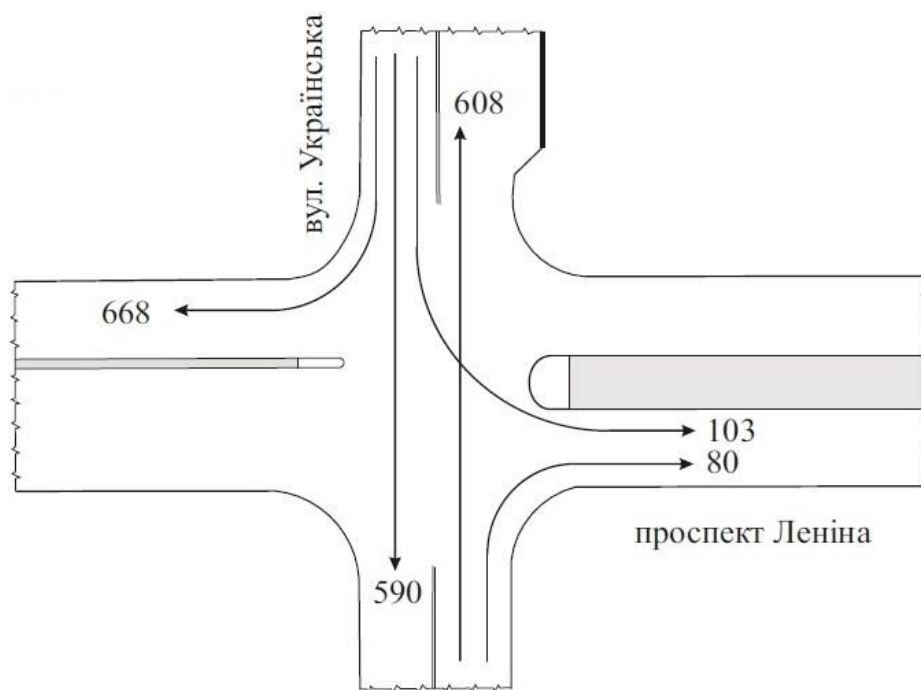


Рисунок 1.17- Приведена інтенсивність руху з 13:00 до 14:00 дня

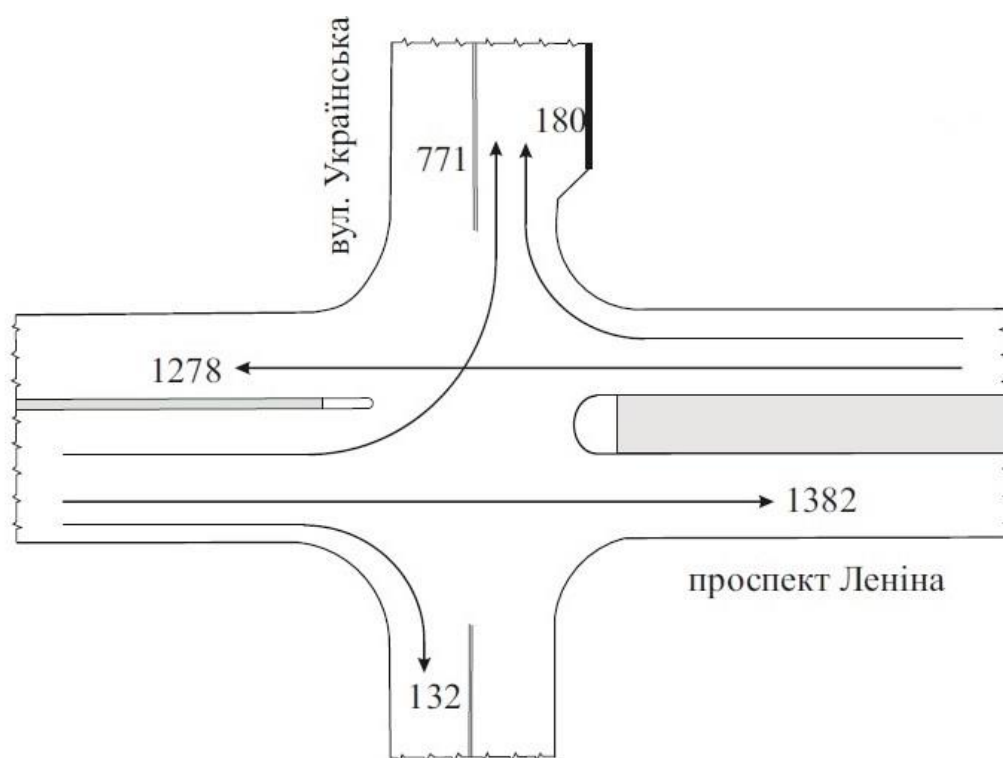


Рисунок 1.18- Приведена інтенсивність руху з 17:00 до 18:00 вечора

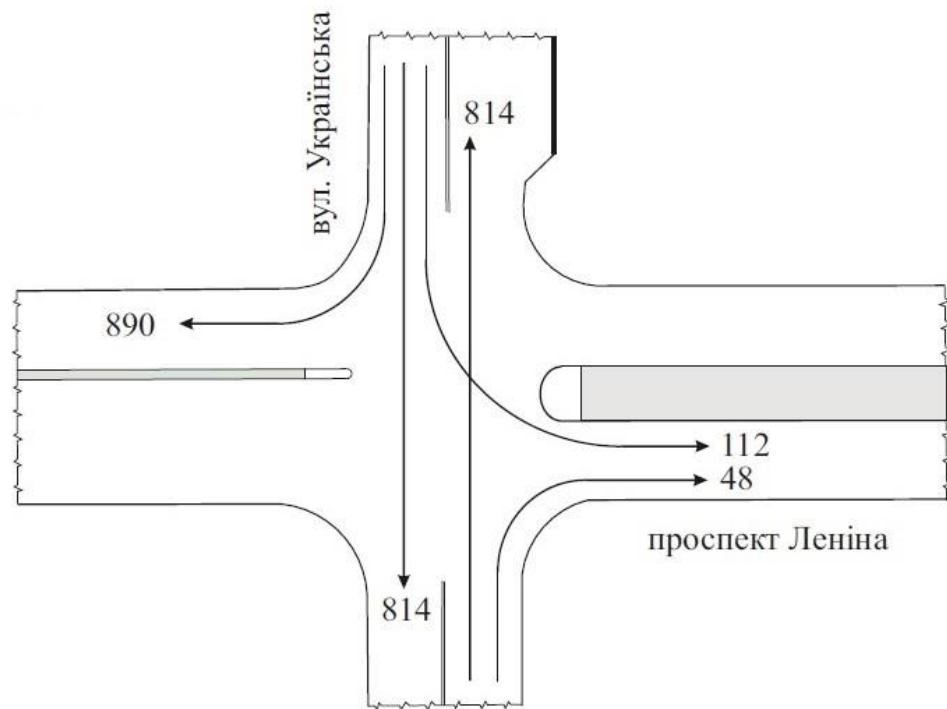


Рисунок 1.19- Приведена інтенсивність руху з 17:00 до 18:00 вечора

Отримані дані інтенсивностей руху наведені у таблицях 1.7-1.9.

Таблиця 1.7 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехре-сті пр. Леніна з вул. Українська з 8:00 до 9:00 ранку

Напря́м	Мотоци- кли	Легкові	Вантажні з вантажо- під’ємністю				Авто- буси	Тролей- буси	Автопої- зди	Разом
			< 2 т і	2-5 т	5-8 т	> 8 т				
			марш. таксі							
1	0	768	174	2	0	0	42	20	0	1006
2	0	744	228	0	0	0	30	24	0	1030
3	0	480	28	10	14	0	2	0	10	544
4	0	404	36	14	10	4	4	0	12	490
5	0	504	70	2	2	0	26	0	0	604
6	0	114	50	0	0	0	4	0	0	168
7	0	54	2	0	0	0	0	0	0	56
8	0	920	60	6	4	0	40	0	0	1030
9	0	80	30	0	0	0	4	0	0	114
10	0	44	0	4	0	0	0	0	4	52
Разом	0	4112	678	38	30	4	152	44	26	5094

Таблиця 1.8 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехре-
сті пр. Леніна з вул. Українська з 13:00 до 14:00

Напря́м	Мотоци- кли	Легкові	Вантажні з вантажо- під'ємністю				Авто- буси	Тролей- буси	Автопої- зди	Разом
			< 2 т і	2-5 т	5-8 т	> 8 т				
			марш. таксі							
1	0	930	210	4	0	0	24	18	0	1186
2	2	928	172	0	0	0	16	16	0	1134
3	2	414	26	6	20	0	6	0	14	488
4	2	384	56	26	10	2	8	0	8	496
5	0	436	60	8	2	0	28	0	0	534
6	0	132	30	0	0	0	2	0	0	164
7	0	102	4	0	0	0	8	0	0	114
8	0	494	50	8	2	0	26	0	0	580
9	0	58	26	0	0	0	2	0	0	86
10	0	68	0	2	0	0	0	0	2	72
Разом	0	3946	634	54	34	2	120	34	24	4854

Таблиця 1.9 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехре-
сті пр. Леніна з вул. Українська з 17:00 до 18:00 вечора

Напря́м	Мотоци- кли	Легкові	Вантажні з вантажо- під'ємністю				Авто- буси	Тролей- буси	Автопої- зди	Разом
			< 2 т і	2-5 т	5-8 т	> 8 т				
			марш. таксі							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	6	822	182	4	0	0	34	20	0	1068
2	2	794	242	2	0	0	50	20	0	1110
3	4	696	24	8	16	0	0	0	6	754
4	4	556	56	20	12	2	8	0	18	676
5	0	558	58	0	0	0	42	0	0	658
6	2	122	38	0	0	0	0	0	0	162

Продовження таблиці 1.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	0	102	4	0	0	0	8	0	0	114
8	0	708	50	0	2	0	34	0	0	794
9	0	58	32	0	0	0	2	0	0	92
10	4	30	4	2	0	0	2	0	0	42
Разом	0	4446	690	36	30	2	180	40	24	5470

Аналогічно за формулою 1.14 розраховуємо приведену інтенсивність.

Розраховані за формулою (1.14) приведені інтенсивності наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 1.10 – Приведені інтенсивності транспортних потоків на перехресті пр. Леніна з вул. Українська

Напрям	8:00-9:00	13:00-14:00	17:00-18:00	Разом
1	1229	1388	1278	3895
2	1262	1291	1382	3935
3	623	590	814	2027
4	586	608	814	2008
5	696	631	771	2098
6	201	183	180	564
7	57	132	132	321
8	1152	668	890	2710
9	137	103	112	352
10	68	80	48	196
Всього	6011	5674	6421	18106

На рисунках 1.20-1.22 наведений склад транспортних потоків на перехресті проспекту Леніна та вулиці Українська.

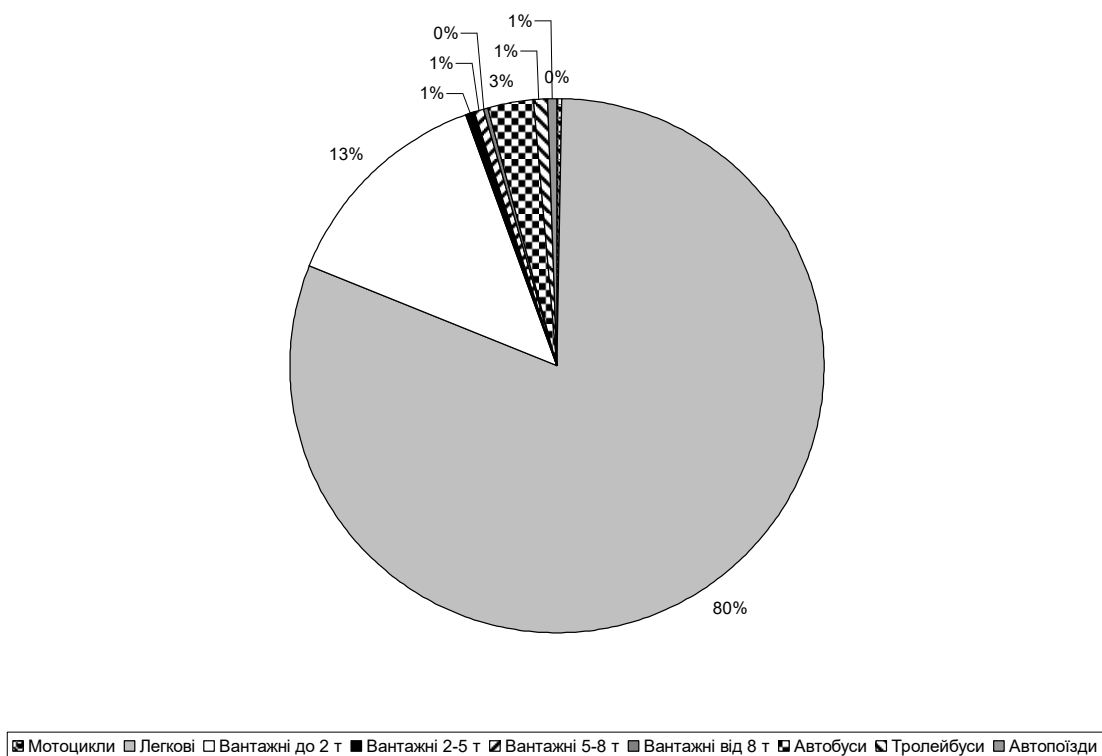


Рисунок 1.20 – Склад транспортного потоку на перехресті пр. Соборний - вул. Українська з 8:00 до 9:00 ранку

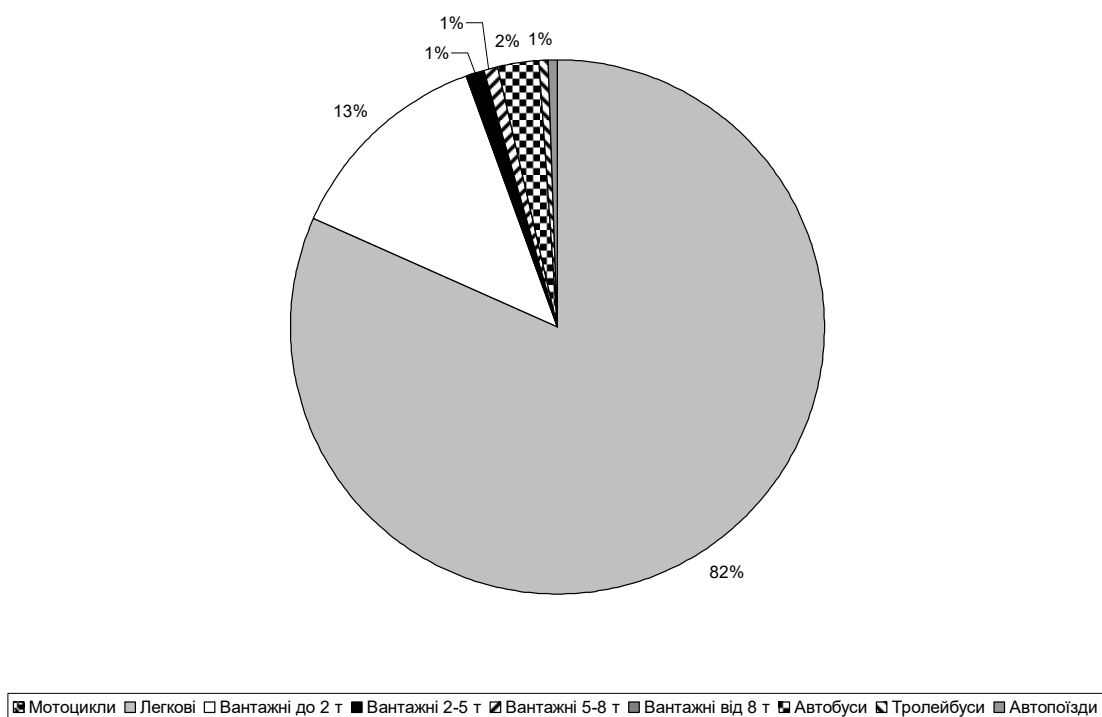


Рисунок 1.21 – Склад транспортного потоку на перехресті пр. Соборний - вул. Українська з 13:00 до 14:00

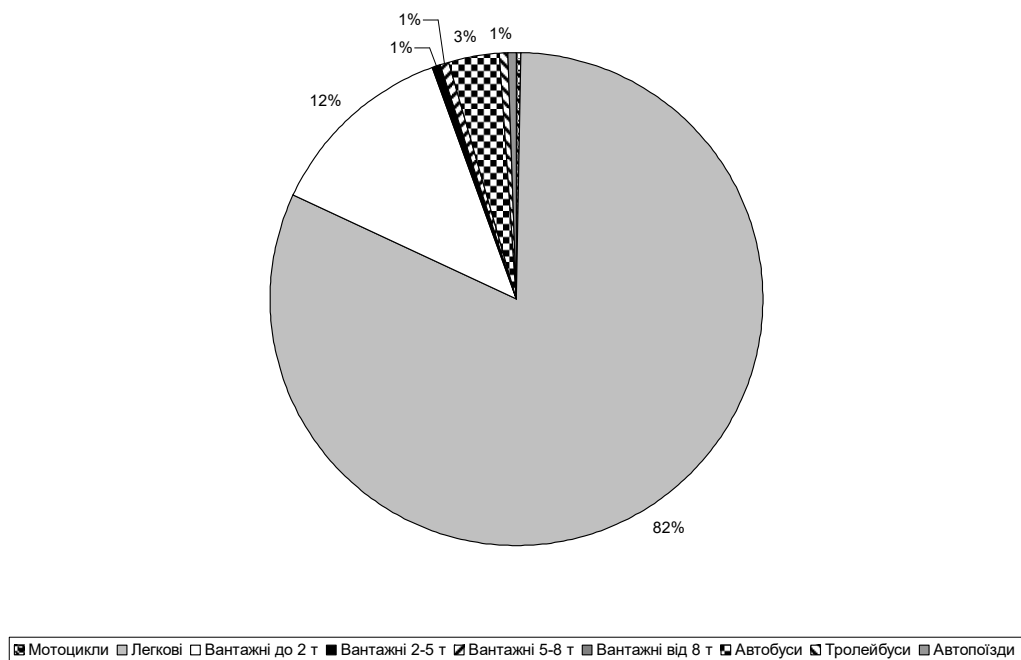


Рисунок 1.22 – Склад транспортного потоку на перехресті пр. Соборний - вул. Українська з 17:00 до 18:00 вечора

Перехрестя проспекту Соборного та проспекту Металургів 2007



Рисунок 1.23- Стан руху перехрестя на 8 годину ранку

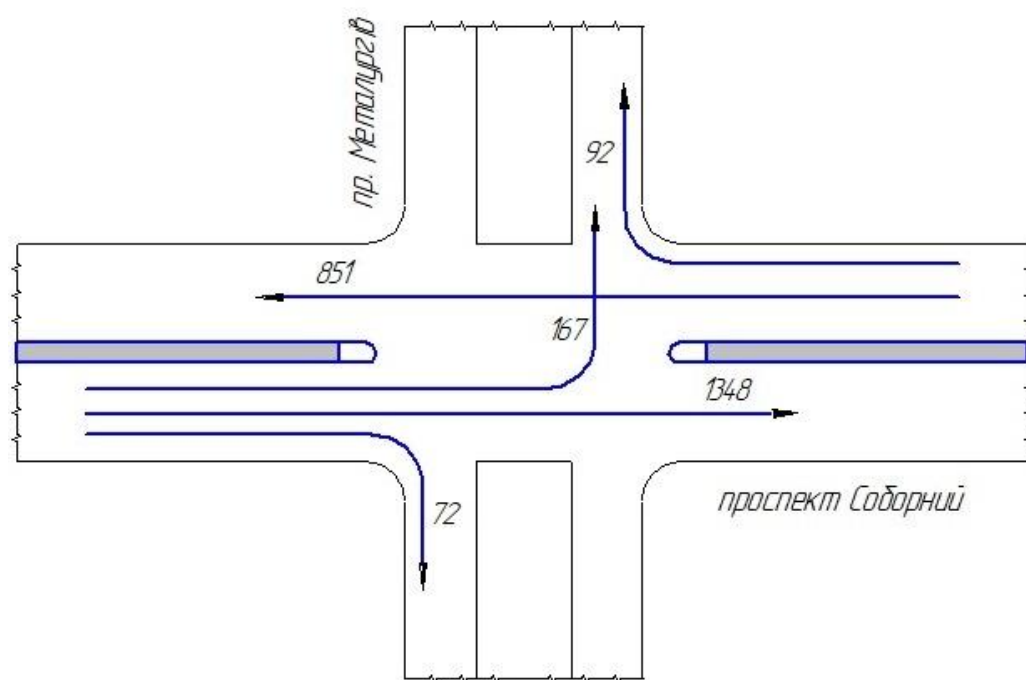


Рисунок 1.24- Приведена інтенсивність руху з 8:00 до 9:00 ранку

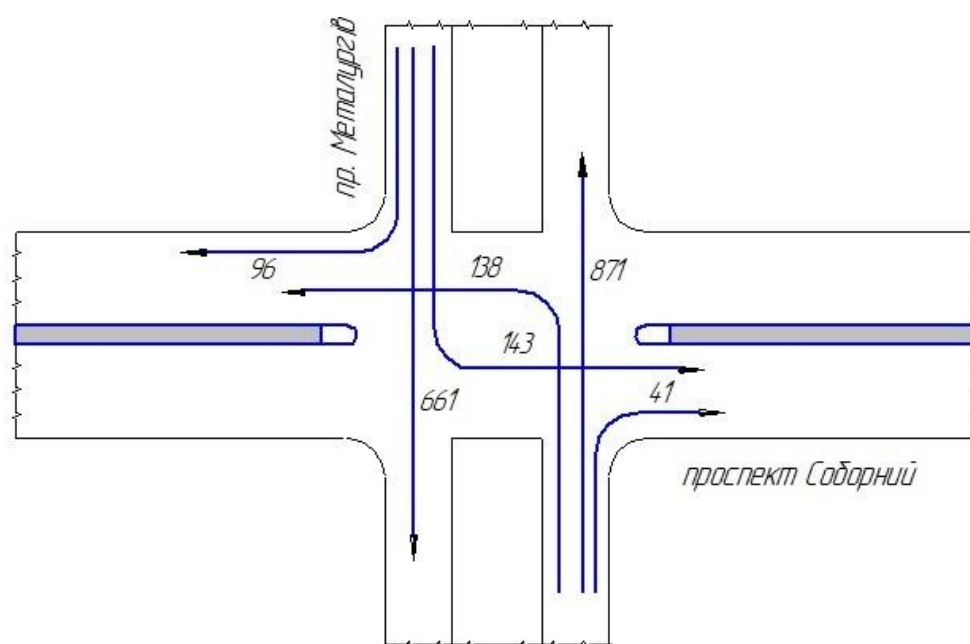


Рисунок 1.25- Приведена інтенсивність руху з 8:00 до 9:00 ранку



Рисунок 1.26- Стан руху перехрестя на 13 годину дня

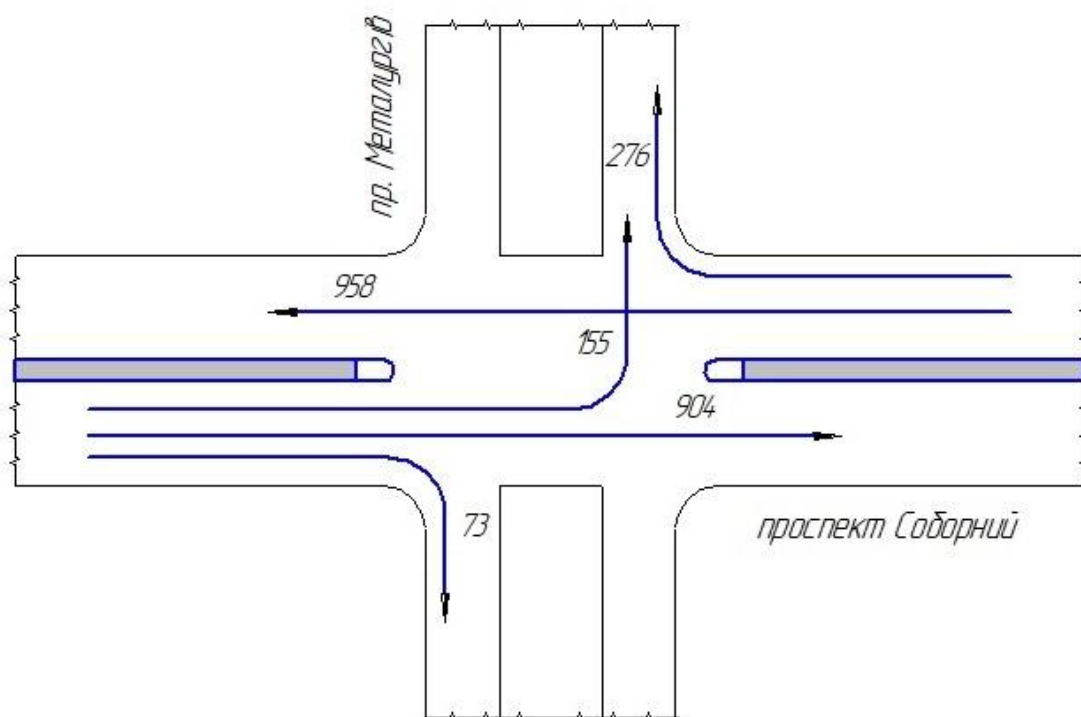


Рисунок 1.27- Приведена інтенсивність руху з 13:00 до 14:00 дня

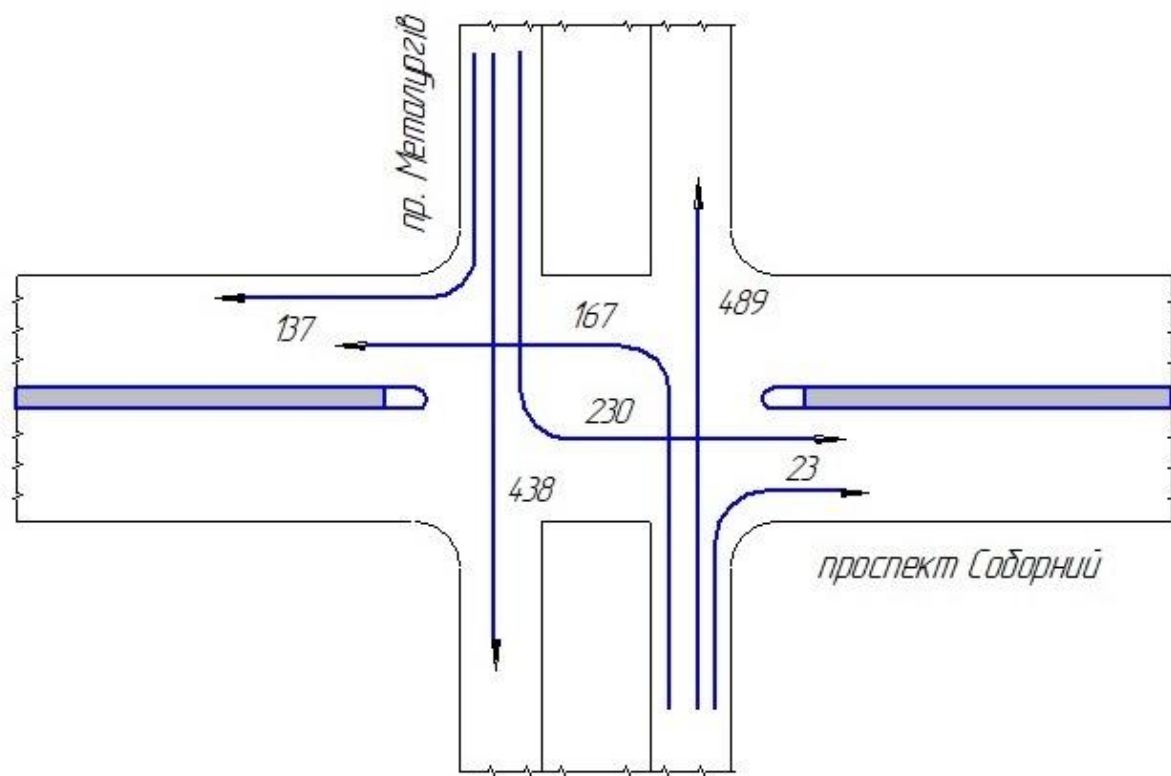


Рисунок 1.28- Приведена інтенсивність руху з 13:00 до 14:00 дня.



Рисунок 1.29- Стан руху перехрестя на 17 годину вечора

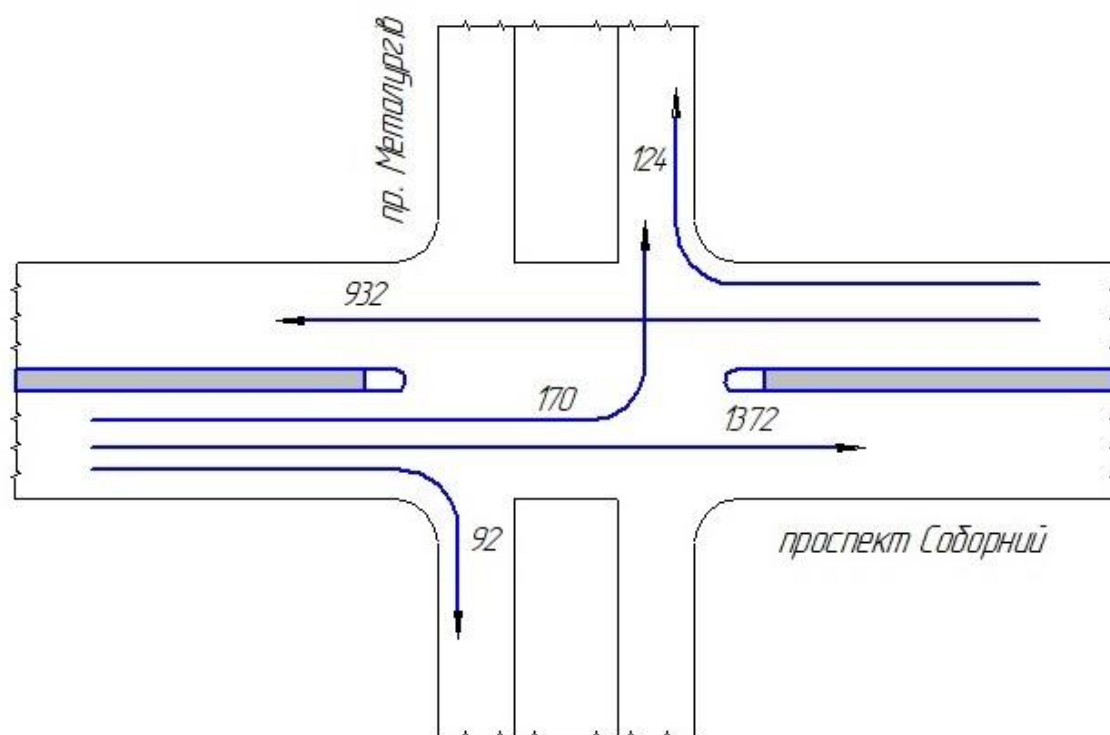


Рисунок 1.30- Приведена інтенсивність руху з 17:00 до 18:00 вечора

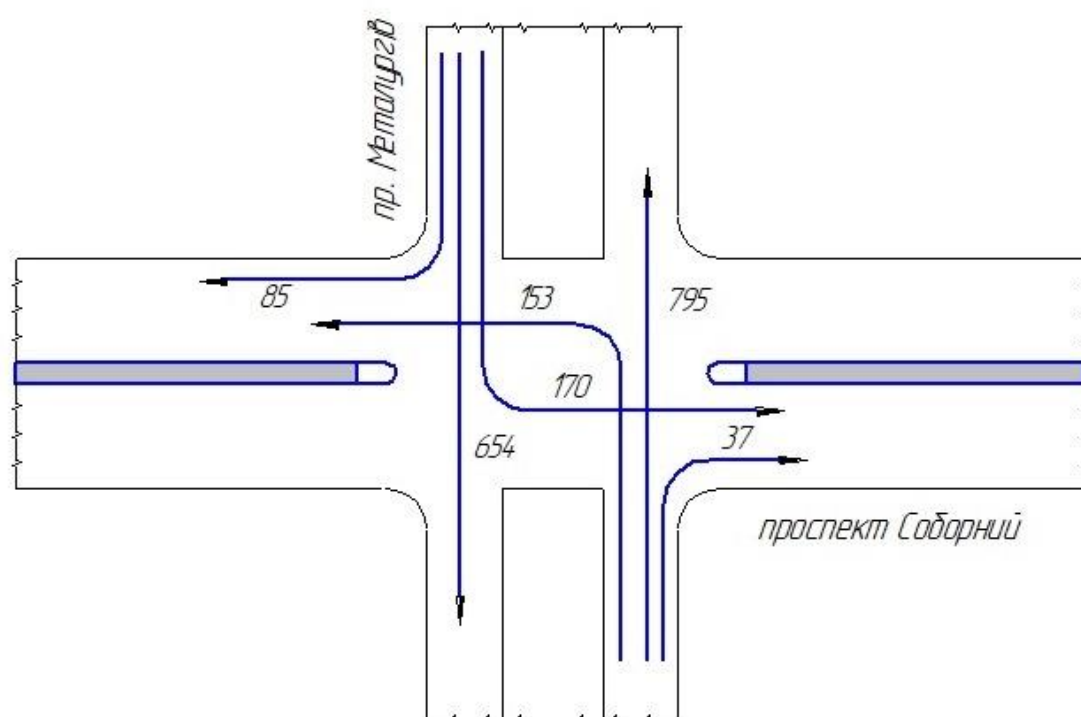


Рисунок 1.31 - Приведена інтенсивність руху з 17:00 до 18:00 вечора .

Отримані дані інтенсивностей руху наведені у таблицях 1.11-1.13.

Таблиця 1.11 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехре-
сті пр. Соборний з пр. Металургів з 8:00 до 9:00 ранку

Напря́м	Мотоци- кли	Легкові	Вантажні з вантажо- під'ємністю				Авто- буси	Тролей- буси	Автопої- зди	Разом
			< 2 т і	2-5 т	5-8 т	> 8 т				
			марш. таксі							
1	0	360	198	0	0	0	18	40	0	616
2	0	54	25	0	0	0	0	0	0	79
3	0	48	7	2	5	0	7	0	0	69
4	0	368	108	16	0	0	26	6	0	524
5	0	66	25	0	0	0	13	0	0	104
6	0	138	19	0	0	0	0	0	0	157
7	0	834	210	6	0	0	19	37	0	1106
8	0	15	30	0	0	0	4	0	0	49
9	0	84	24	0	0	0	6	0	0	114
10	0	588	168	5	0	0	0	6	0	767
11	0	21	13	0	0	0	0	0	0	34
Разом	0	2576	827	29	5	0	93	89	0	3619

Таблиця 1.12 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехре-
сті пр. Соборний з пр. Металургів з 13:00 до 14:00 ранку

На- пря́м	Мото- цикли	Лег- кові	Вантажні з вантажо- під'ємністю				Авто- буси	Тролей- буси	Авто- поїзди	Разом
			< 2 т і	2-5 т	5-8 т	> 8 т				
			марш. таксі							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	576	120	11	0	0	30	25	0	762
2	0	222	36	0	0	0	0	0	0	258
3	0	96	12	0	9	0	0	0	0	117
4	0	270	90	0	0	0	11	0	0	371

Продовження таблиці 1.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	0	198	21	0	0	0	0	0	0	219
6	0	144	7	0	0	0	0	0	0	151
7	0	582	132	16	0	0	12	16	0	758
8	0	25	22	0	0	0	0	2	2	51
9	0	126	27	0	0	0	0	0	0	153
10	0	318	102	0	0	0	6	0	0	426
11	0	15	5	0	0	0	0	0	0	20
Разом	0	2572	574	27	9	0	59	43	2	3286

Таблиця 1.13 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехре-сті пр. Соборний з пр. Металургів з 17:00 до 18:00 ранку

На- прям	Мото- цикли	Лег- кові	Вантажні з вантажо- під'ємністю				Авто- буси	Тролей- буси	Авто- поїзди	Разом
			< 2 т і	2-5 т	5-8 т	> 8 т				
			марш. таксі							
1	0	473	165	0	0	0	26	38	0	702
2	0	63	32	0	5	0	0	0	0	100
3	0	56	9	0	0	0	5	0	0	70
4	0	379	101	16	0	0	20	9	0	525
5	0	59	32	0	0	0	9	0	0	100
6	0	144	17	0	0	0	0	0	0	161
7	0	865	223	6	0	0	23	26	0	1143
8	0	23	36	0	0	0	5	0	0	64
9	0	94	27	0	0	0	6	0	0	127
10	0	556	143	5	0	0	0	4	0	708
11	0	13	16	0	0	0	0	0	0	29
Разом	0	2725	801	27	5	0	94	77	0	3729

Аналогічно за формулою 1.14 розраховуємо приведену інтенсивність.

Розраховані за формулою (1.14) приведені інтенсивності наведені в таблиці 1.14.

Таблиця 1.14 – Приведені інтенсивності транспортних потоків на перехресті пр. Соборний з пр. Металургів

Напрямок	8:00-9:00	13:00-14:00	17:00-18:00	Разом
1	851	956	932	2738
2	92	276	124	491
3	96	137	85	317
4	661	438	654	1753
5	143	230	134	506
6	167	155	170	491
7	1348	904	1 372	3623
8	72	73	92	237
9	138	167	153	457
10	871	489	795	2155
11	41	23	37	100
Всього	4478	3845	4545	12867

На рисунках 1.32-1.34 наведений склад транспортних потоків на перехресті проспекту Соборний та проспекту Металургів.

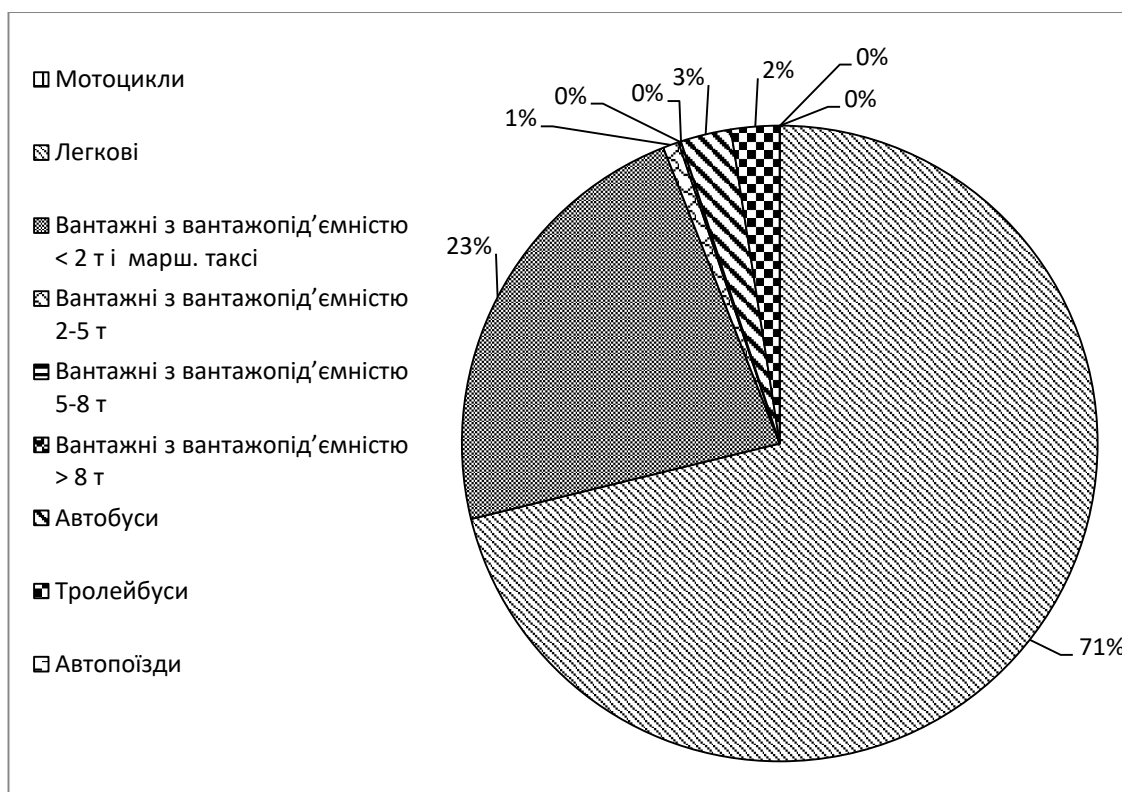


Рисунок 1.32 – Склад транспортного потоку на перехресті пр. Соборний – пр. Металургів з 8:00 до 9:00 ранку

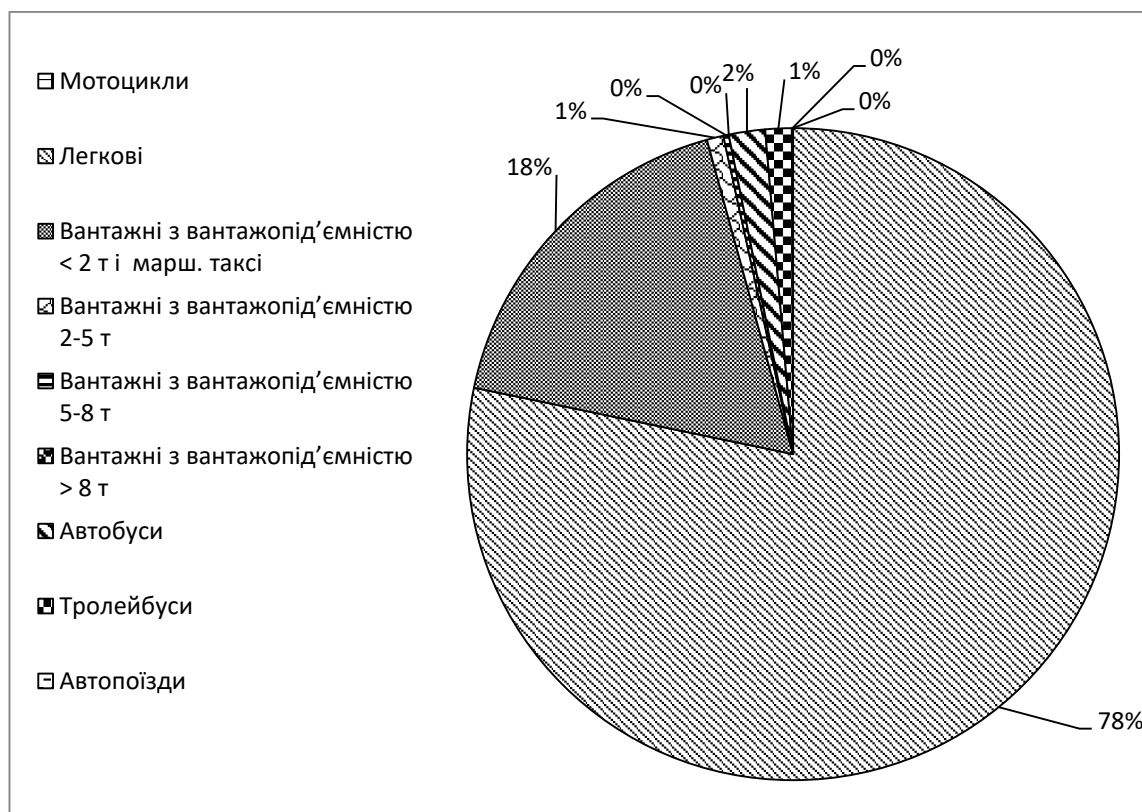


Рисунок 1.33 – Склад транспортного потоку на перехресті пр. Соборний – пр. Металургів з 13:00 до 14:00 ранку

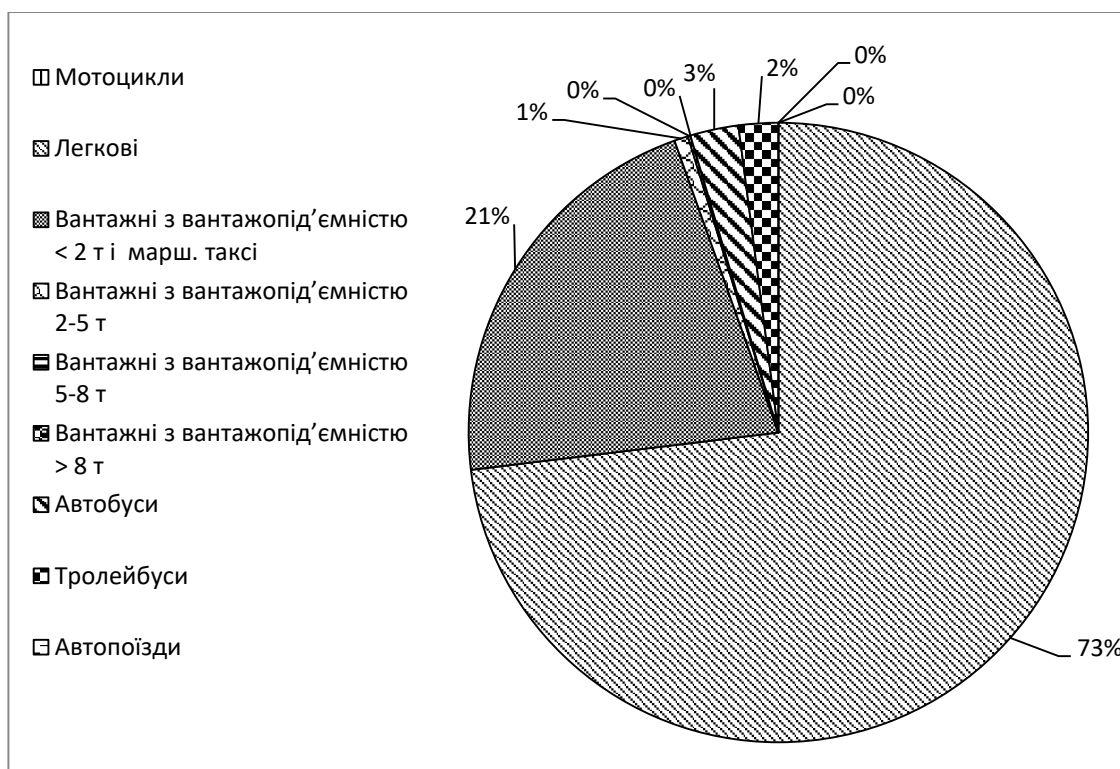


Рисунок 1.34 – Склад транспортного потоку на перехресті пр. Соборний – пр. Металургів з 17:00 до 18:00 ранку

Перехрестя проспекту Соборний та вулиці Поштова 2007 рік



Рисунок 1.35- Стан руху перехрестя на 8 годину ранку

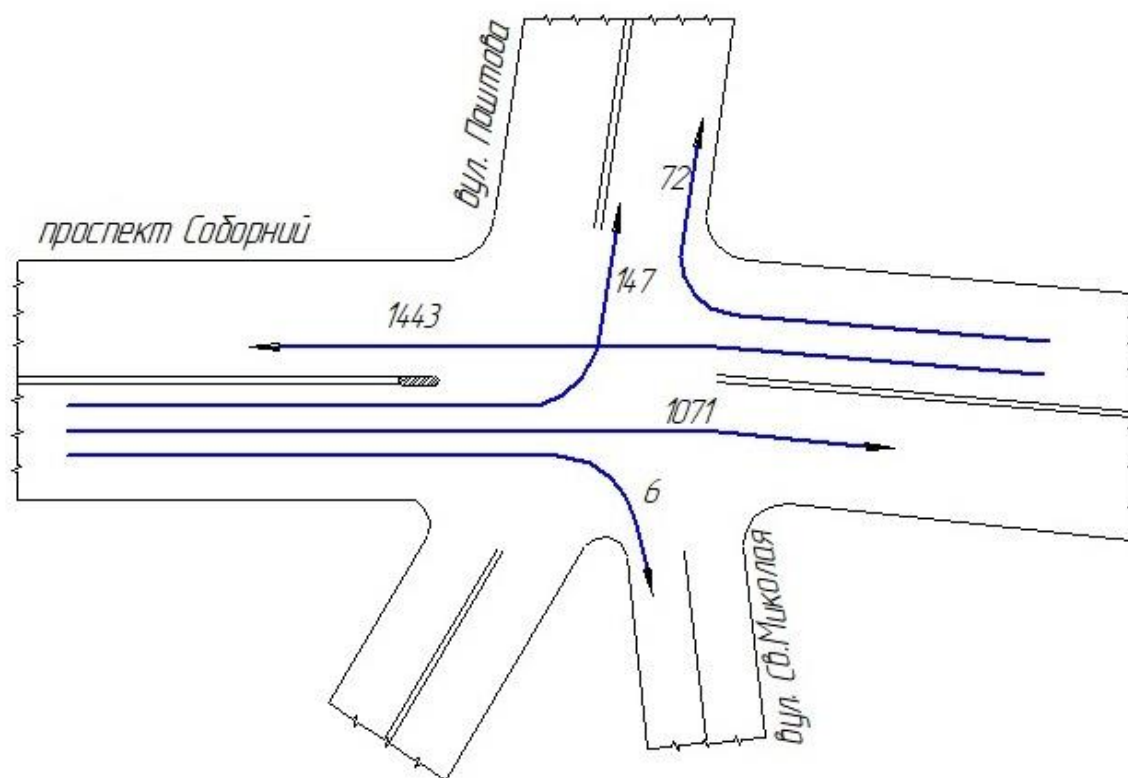


Рисунок 1.36- Приведена інтенсивність руху з 8:00 до 9:00 ранку

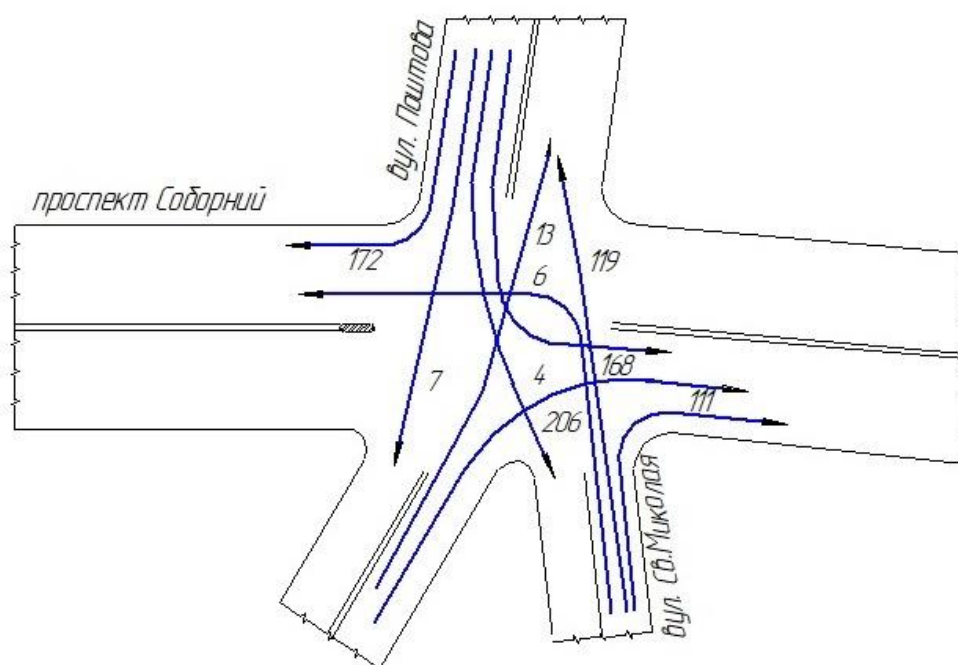


Рисунок 1.37- Приведена інтенсивність руху з 8:00 до 9:00 ранку



Рисунок 1.38- Стан руху перехрестя на 13 годину дня

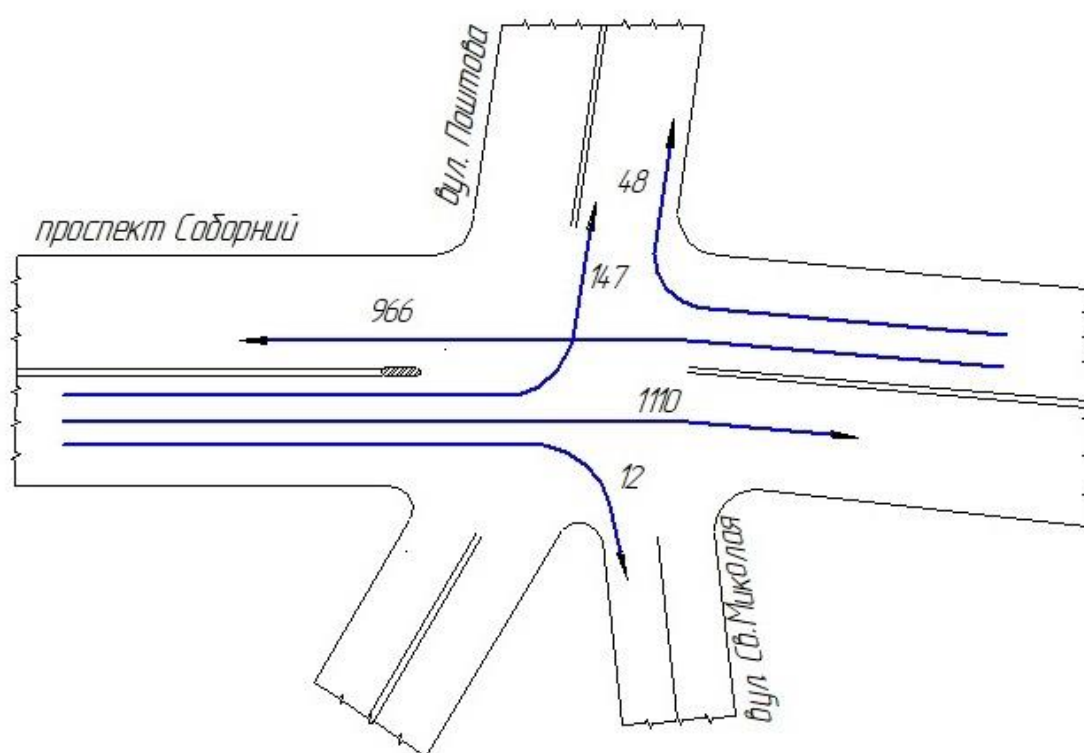


Рисунок 1.39- Приведена інтенсивність руху з 13:00 до 14:00 дня

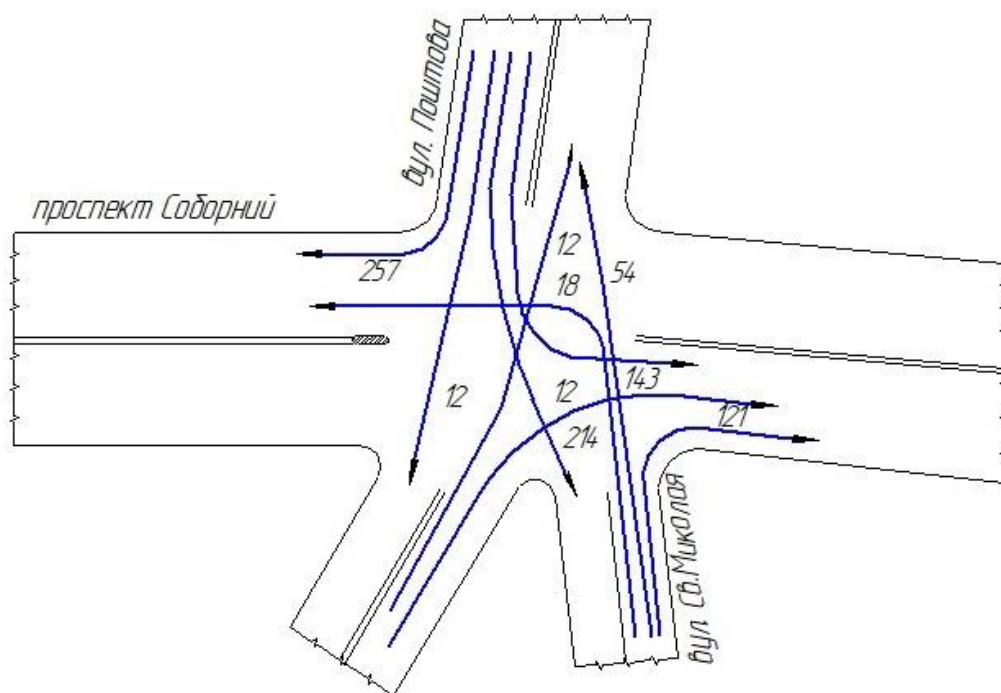


Рисунок 1.40- Приведена інтенсивність руху з 13:00 до 14:00 дня.



Рисунок 1.41- Приведена інтенсивність руху з 17:00 до 18:00 дня

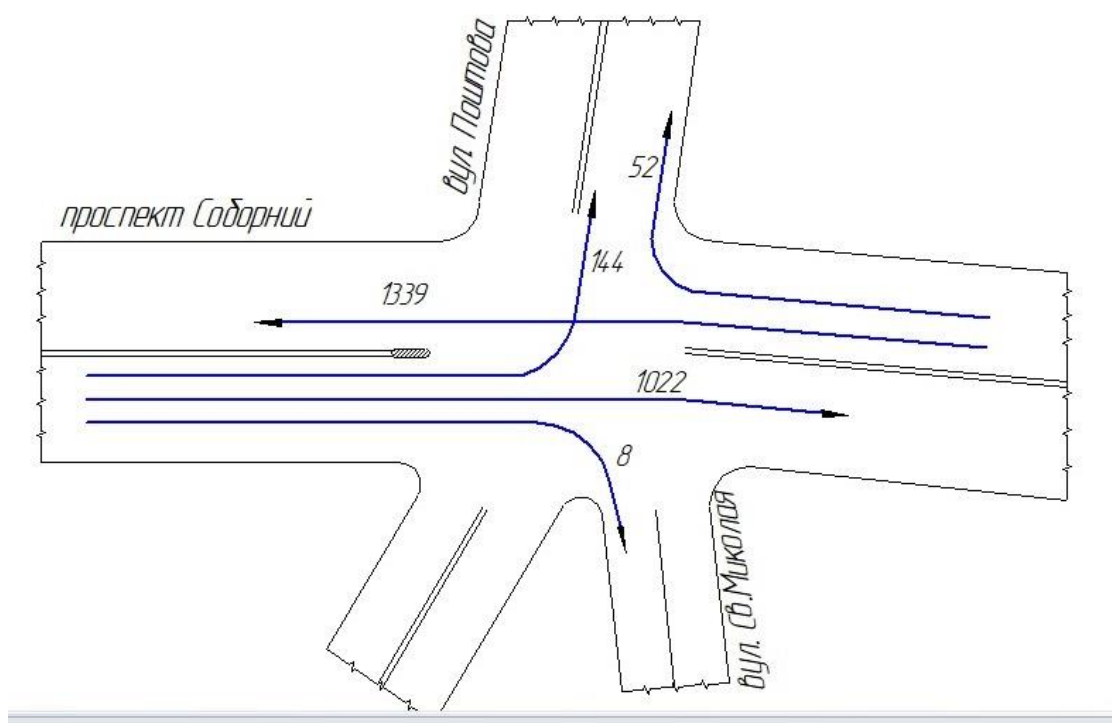


Рисунок 1.42- Приведена інтенсивність руху з 17:00 до 18:00 вечора

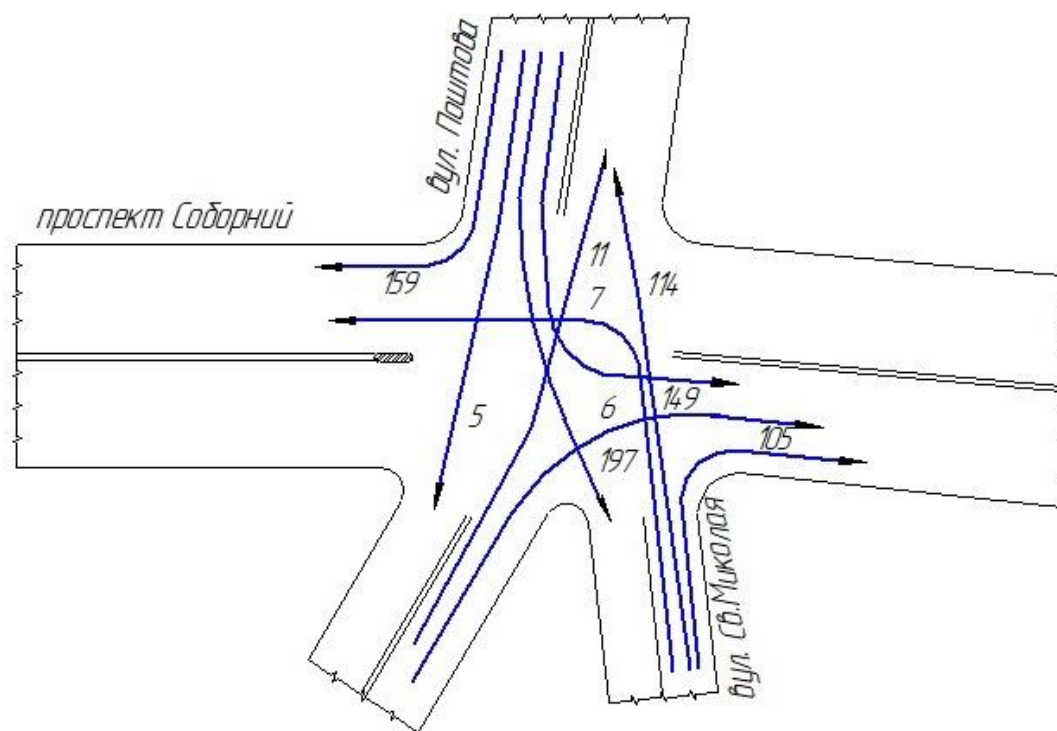


Рисунок 1.43- Приведена інтенсивність руху з 17:00 до 18:00 вечора .

Отримані дані інтенсивностей руху наведені у таблицях 1.15-1.7.

Таблиця 1.15 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехре-
сті пр. Соборний з вул. Поштова з 8:00 до 9:00 ранку

Напря́м	Мото- цикли	Легкові	Вантажні з вантажо- під'ємністю				Авто- буси	Тролей- буси	Автопої- зди	Разом
			< 2 т і	2-5 т	5-8 т	> 8 т				
			марш. таксі							
1	0	582	252	0	0	0	30	6	0	870
2	0	102	30	0	0	0	0	0	0	132
3	0	6	0	0	0	0	0	0	0	6
4	0	13	0	0	0	0	0	0	0	13
5	0	690	354	0	0	0	54	17	0	1115
6	0	54	0	9	0	0	0	0	0	63
7	0	144	0	12	0	0	0	0	0	156
8	0	162	0	22	0	0	0	0	0	184
9	0	7	0	0	0	0	0	0	0	7
10	0	144	0	5	0	0	6	0	0	155
11	0	96	0	0	0	0	5	0	0	101
12	2	96	0	11	0	0	0	0	0	109
13	0	6	0	0	0	0	0	0	0	6
14	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
Разом	2	2106	636	59	0	0	95	23	0	2921

Таблиця 1.16 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехре-
сті пр. Соборний з вул. Поштова з 13:00 до 14:00 ранку

Напря́м	Мото- цикли	Легкові	Вантажні з вантажопід'єм- ністю				Авто- буси	Тролей- буси	Автопої- зди	Разом
			< 2 т і марш. таксі	2-5 т	5-8 т	> 8 т				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	672	240	0	0	0	19	6	0	937
2	0	120	18	0	0	0	0	0	0	138

Продовження таблиці 1.16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	0	12	0	0	0	0	0	0	0	12
4	0	12	0	0	0	0	0	0	0	12
5	0	480	234	0	0	0	24	18	0	756
6	0	48	0	0	0	0	0	0	0	48
7	0	102	17	0	0	0	5	0	0	124
8	0	180	0	12	4	0	0	0	0	196
9	0	12	0	0	0	0	0	0	0	12
10	0	180	21	15	0	0	5	0	0	221
11	0	96	0	6	5	0	0	0	0	107
12	0	54	0	0	0	0	0	0	0	54
13	0	18	0	0	0	0	0	0	0	18
14	0	12	0	0	0	0	0	0	0	12
Разом	0	1998	530	33	9	0	53	24	0	2647

Таблиця 1.17 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехре-сті пр. Соборний з вул. Поштова з 17:00 до 18:00 ранку

Напря́м	Мото- цикли	Легкові	Вантажні з вантажо- під'ємністю				Авто- буси	Тролей- буси	Автопої- зди	Разом
			< 2 т і	2-5 т	5-8 т	> 8 т				
			марш. таксі							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	540	241	0	0	0	32	7	0	820
2	0	96	32	0	0	0	0	0	0	128
3	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8
4	0	11	0	0	0	0	0	0	0	11
5	0	701	343	0	0	0	47	12	0	1103
6	0	44	0	4	0	0	0	0	0	48
7	0	137	0	6	0	0	0	0	0	143
8	0	163	0	17	0	0	0	0	0	180
9	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5
10	0	134	0	2	0	0	7	0	0	143
11	0	87	0	0	0	0	6	0	0	93
12	0	96	0	9	0	0	0	0	0	105

Продовження таблиці 1.17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13	0	7	0	0	0	0	0	0	0	7
14	0	6	0	0	0	0	0	0	0	6
Разом	0	2035	616	38	0	0	92	19	0	2800

Таблиця 18 – Приведені інтенсивності транспортних потоків на перехресті пр. Соборний з вул. Поштова

Напрямок	8:00-9:00	13:00-14:00	17:00-18:00	Разом
1	1071	1110	1 022	3203
2	147	147	144	438
3	6	12	8	26
4	13	12	11	36
5	1443	966	1 399	3807
6	72	48	52	172
7	168	143	149	460
8	206	214	197	617
9	7	12	5	24
10	172	257	159	588
11	111	121	105	337
12	119	54	114	287
13	6	18	7	31
14	4	12	6	22
Всього	3545	3125	3378	10047

На рисунках 1.44-1.46 наведений склад транспортних потоків на перехресті проспекту Соборного та вул. Поштової.

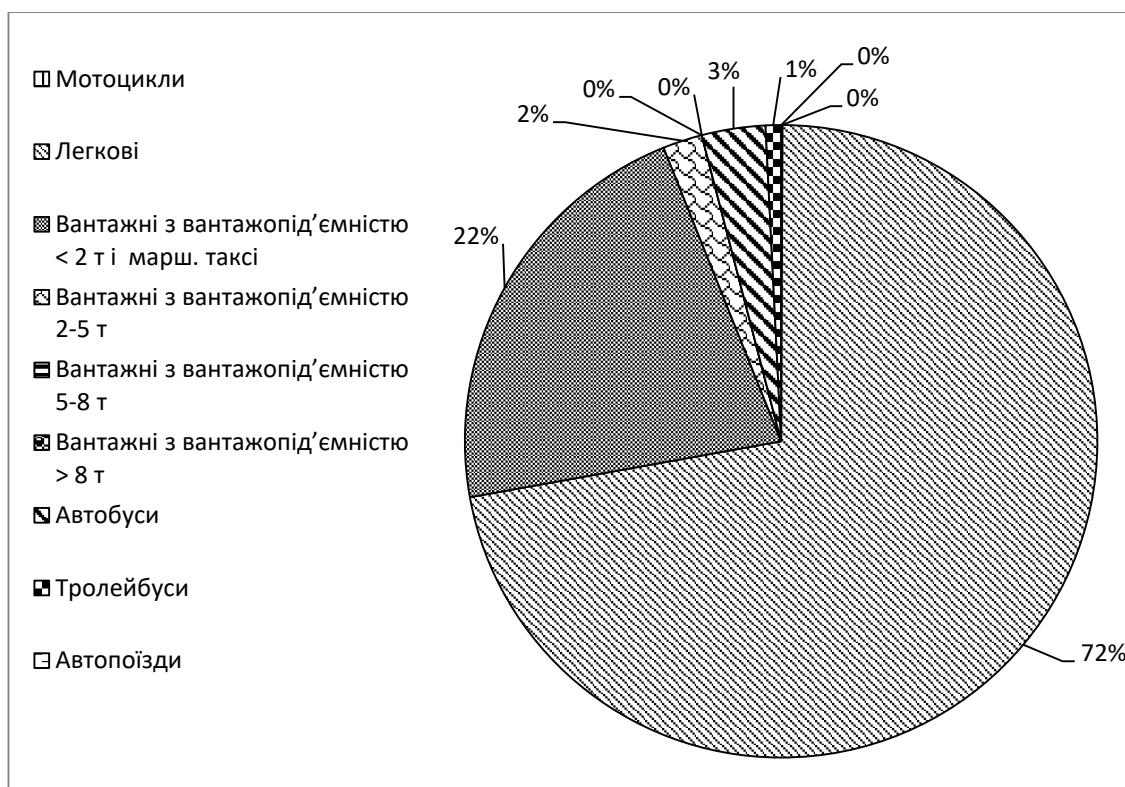


Рисунок 1.44 – Склад транспортного потоку на перехресті пр. Соборний – вул. Поштова з 8:00 до 9:00 ранку

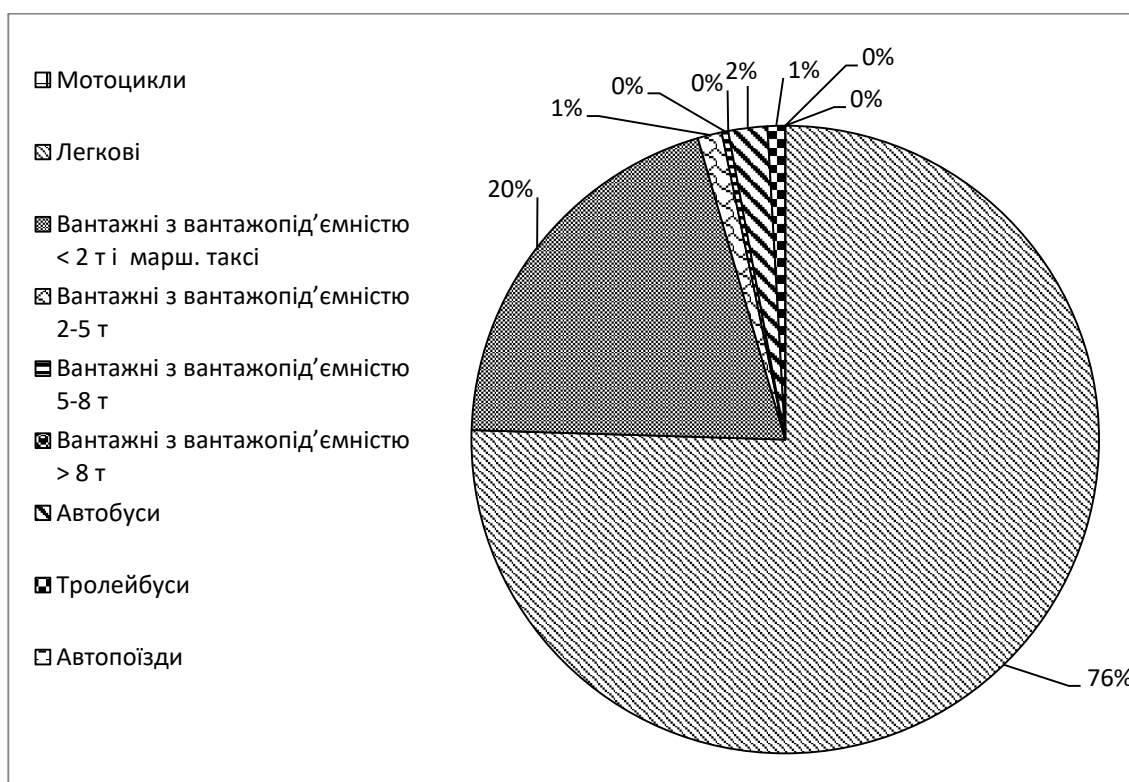


Рисунок 1.45 – Склад транспортного потоку на перехресті пр. Соборний – вул. Поштова з 13:00 до 14:00 дня

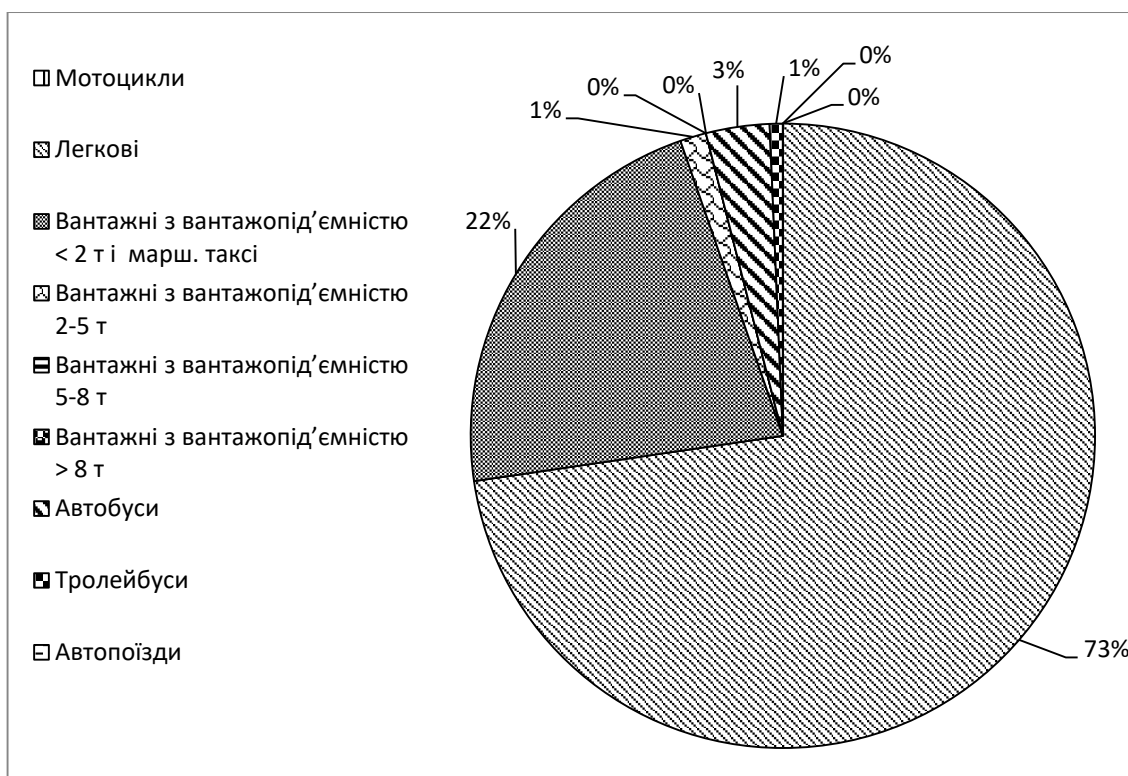


Рисунок 1.46 – Склад транспортного потоку на перехресті пр. Соборний - вул. Поштова з 17:00 до 18:00 вечора

ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір метода та сучасні дослідження

Для вибору методу, який буде більш близький до отриманих значень інтенсивності, підставляючи в формули кожного методу, отримаємо очікувану інтенсивність.

Дослідження транспортного потоку на обраних ділянках було виконано за допомогою відео зйомки, яка виконувалася за допомогою камер в місті. На перехрестях, що розглядаються, було проведено дослідження, в ході якого була підрахована інтенсивність в часи пік (з 8:00 до 9:00 та з 17:00 до 18:00) та в межпікові години (з 13:00 до 14:00). Інтенсивність транспортних потоків досліджувалася за напрямками руху. Фіксація транспортних засобів відбувалася за їх типами. Стан руху та розподіл інтенсивності зображено на рисунках 2.1 - 2.25.

Дані з вихідною інтенсивність за жовтень 2019 року представлено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехресті пр. Соборний з вул. Українська з 8:00 до 9:00 ранку

На- прям	Мото- цикли	Лег- кові	Вантажні з вантажо- під'ємністю				Авто- буси	Тролей- буси	Авто- поїзди	Разом
			< 2 т і	2-5 т	5-8 т	> 8 т				
			марш. таксі							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	828	131	0	0	0	16	1	0	976
2	0	816	102	0	0	0	21	0	0	939
3	0	352	43	3	9	5	0	0	6	418
4	2	352	32	8	3	2	0	0	7	406
5	0	717	53	0	0	0	15	0	0	785

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	0	84	18	0	0	0	0	0	0	102
7	0	104	10	0	0	0	0	0	0	114
8	0	771	38	0	0	0	12	0	0	821
9	0	69	12	0	0	0	0	0	0	81
10	0	67	5	0	0	0	0	0	0	72
Разом	0	4160	444	11	12	7	64	1	13	4714

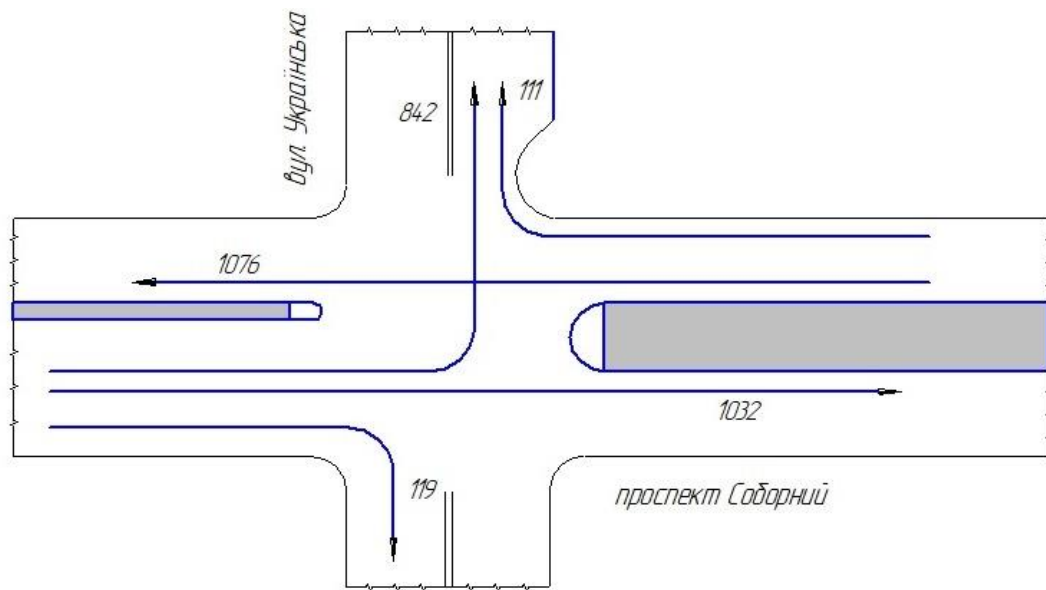


Рисунок 2.1- Приведена інтенсивність руху з 8:00 до 9:00 ранку

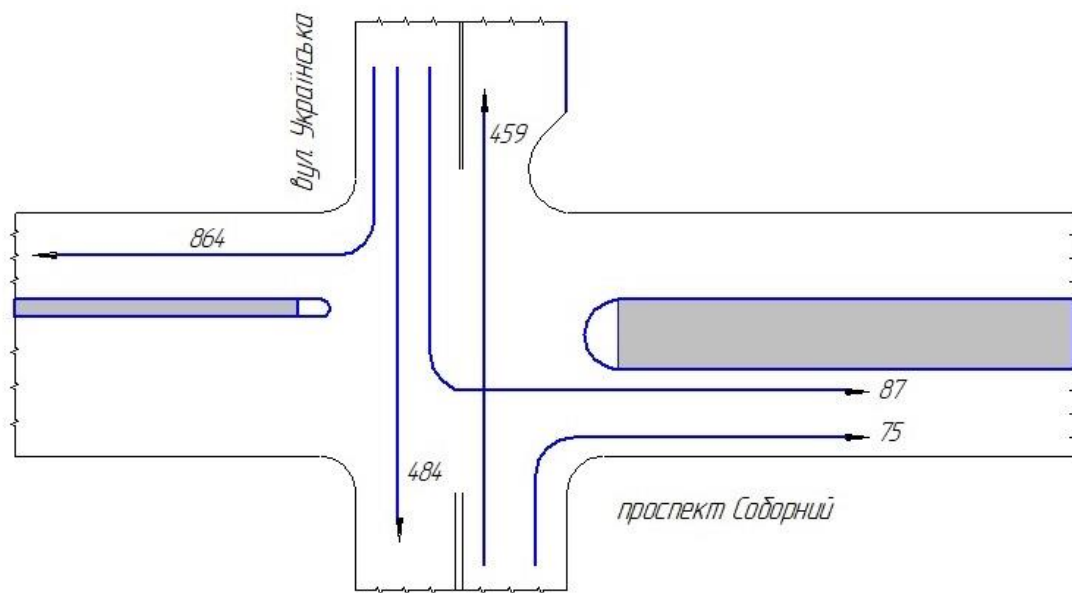


Рисунок 2.2- Приведена інтенсивність руху з 8:00 до 9:00 ранку

Таблиця 2.2 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехре-
сті пр. Соборний з вул. Українська з 13:00 до 14:00 дня

На- прям	Мото- цикли	Лег- кові	Вантажні з вантажо- під'ємністю				Авто- буси	Тролей- буси	Авто- поїзди	Разом
			< 2 т і	2-5 т	5-8 т	> 8 т				
			марш. таксі							
1	0	780	124	0	0	0	20	7	0	931
2	0	583	88	4	0	0	12	9	0	696
3	0	296	33	0	0	23	4	0	4	360
4	0	361	36	7	4	4	0	0	17	429
5	0	392	43	0	0	0	17	0	0	452
6	0	120	8	0	0	0	0	0	0	128
7	0	69	4	0	0	0	0	0	0	73
8	0	300	40	4	5	0	8	0	0	357
9	0	96	13	0	0	0	0	0	0	109
10	0	68	4	0	0	0	0	0	0	72
Разом	0	3065	393	15	9	27	61	16	21	3607

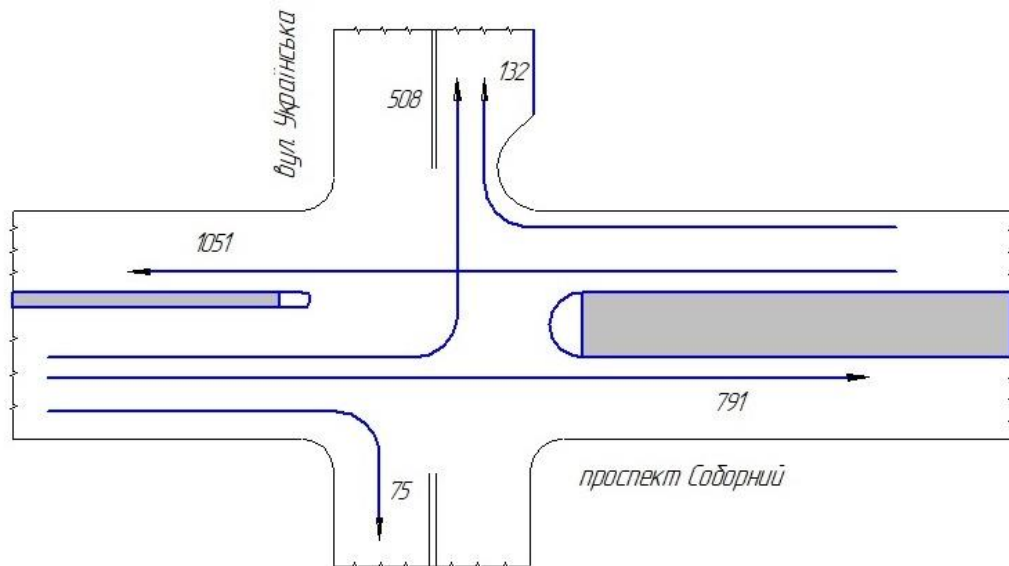


Рисунок 2.3- Приведена інтенсивність руху з 13:00 до 14:00 дня

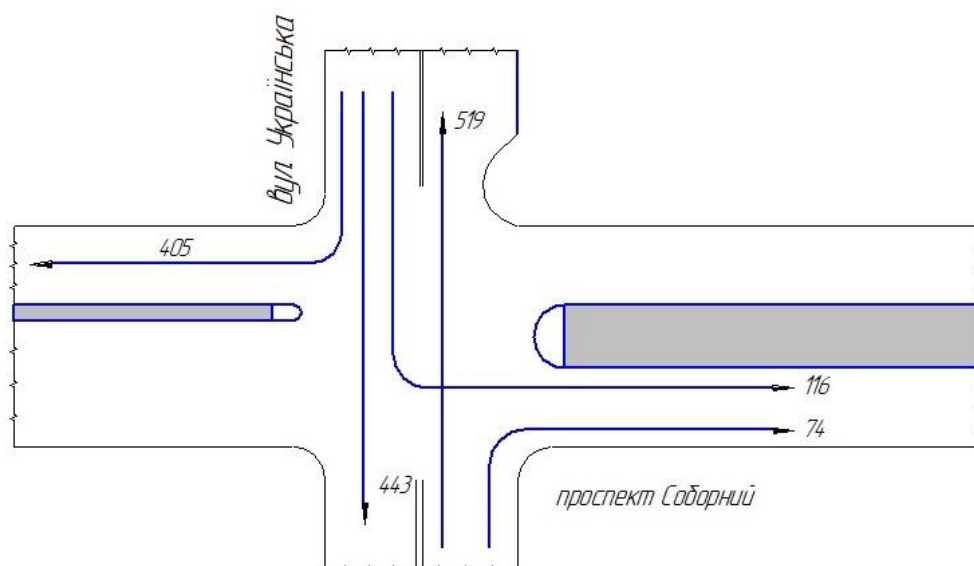


Рисунок 2.4- Приведена інтенсивність руху з 13:00 до 14:00 дня

Таблиця 2.3 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехре-
сті пр. Соборний з вул. Українська з 17:00 до 18:00 дня

На- прям	Мото- цикли	Лег- кові	Вантажні з вантажо- під'ємністю				Авто- буси	Тролей- буси	Авто- поїзди	Ра- зом
			< 2 т і	2-5 т	5-8 т	> 8 т				
			марш. таксі							
1	0	904	84	0	0	0	12	2	0	1002
2	0	888	89	0	0	0	19	0	0	996
3	0	437	35	0	0	4	0	0	15	491
4	0	468	24	3	6	11	0	0	3	515
5	0	563	47	0	0	0	13	0	0	623
6	0	172	16	0	0	0	0	0	0	188
7	0	104	3	0	0	0	0	0	0	107
8	2	419	33	0	0	0	10	0	0	464
9	0	72	9	0	0	0	0	0	0	81
10	0	80	2	0	0	0	0	0	0	82
Разом	0	4107	342	3	6	15	54	2	18	4549

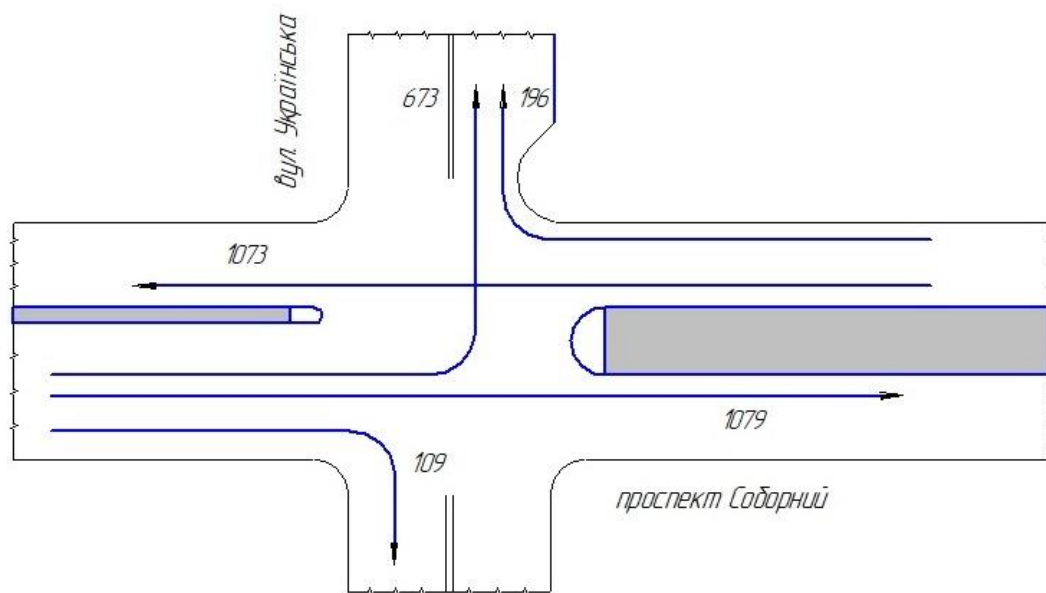


Рисунок 2.5- Приведена інтенсивність руху з 17:00 до 18:00 вечора

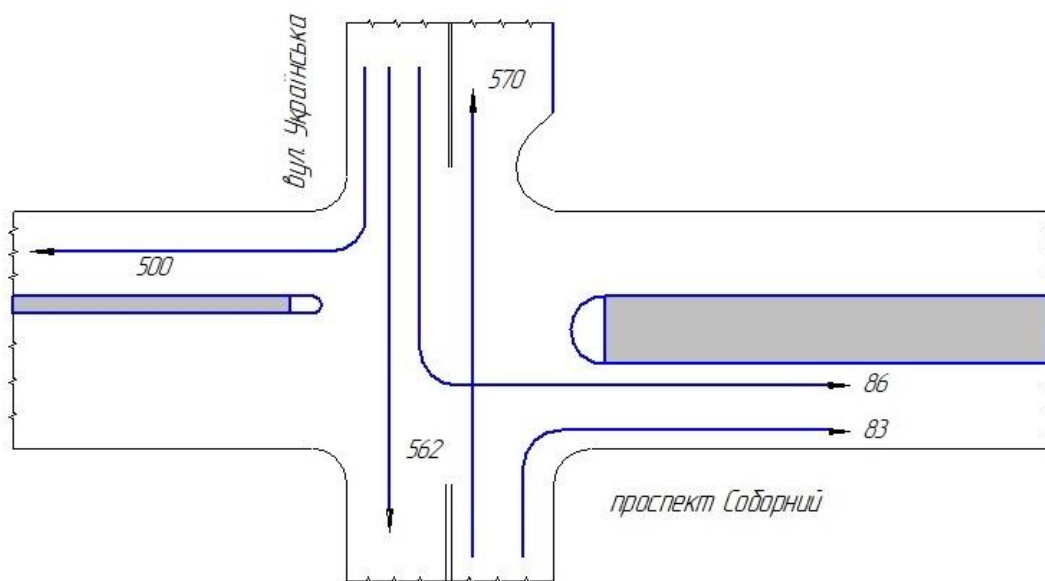


Рисунок 2.6- Приведена інтенсивність руху з 17:00 до 18:00 вечора

Приведені інтенсивності руху на цьому перехресті наведені в таблиці 2.4 та на слайді № 5 графічної частини роботи.

Таблиця 2.4 – Приведені інтенсивності транспортних потоків на перехресті пр. Соборного з вул. Українська

Напрямок	8:00-9:00	13:00-14:00	17:00-18:00	Разом
1	1076	1051	1 073	3200
2	1032	791	1 079	2901
3	484	443	562	1488
4	459	519	570	1548
5	842	508	673	2022
6	111	132	196	439
7	119	75	109	303
8	864	405	500	1768
9	87	116	86	288
10	75	74	83	232
Всього	5148	4111	4928	14187

На рисунках 2.7-2.9 наведений склад транспортних потоків на перехресті проспекту Соборний та вулиці Українська.

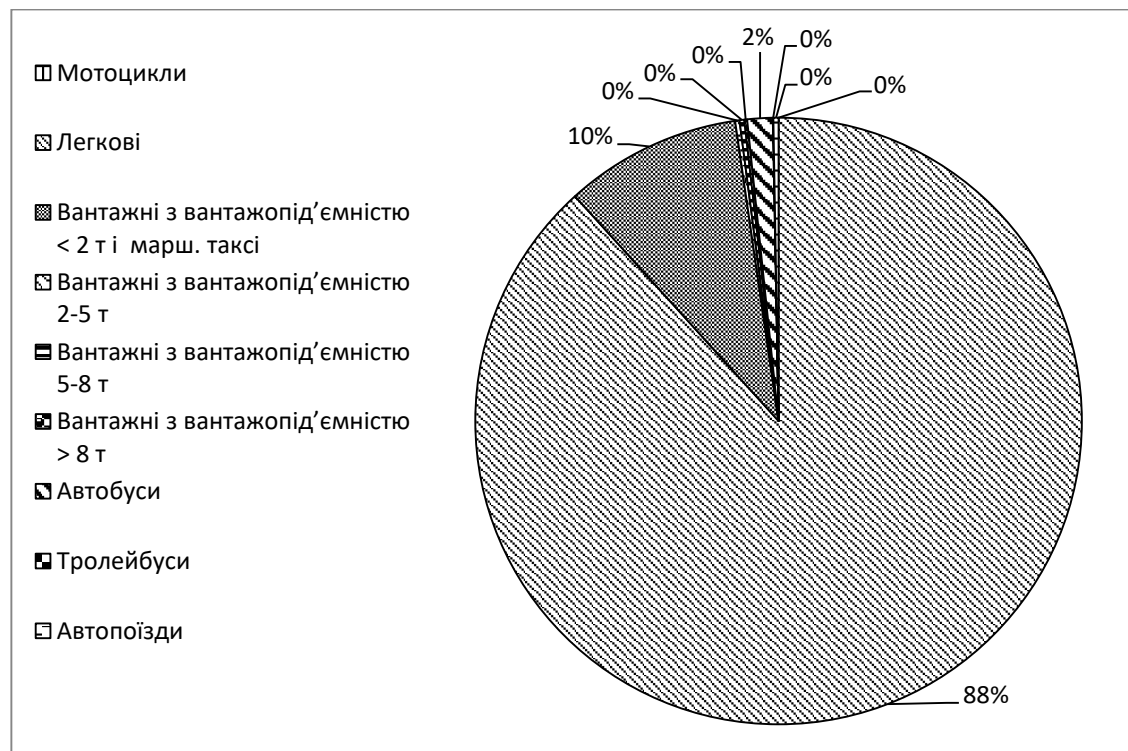


Рисунок 2.7 – Склад транспортного потоку на перехресті пр. Соборний - вул. Українська з 8:00 до 9:00 ранку

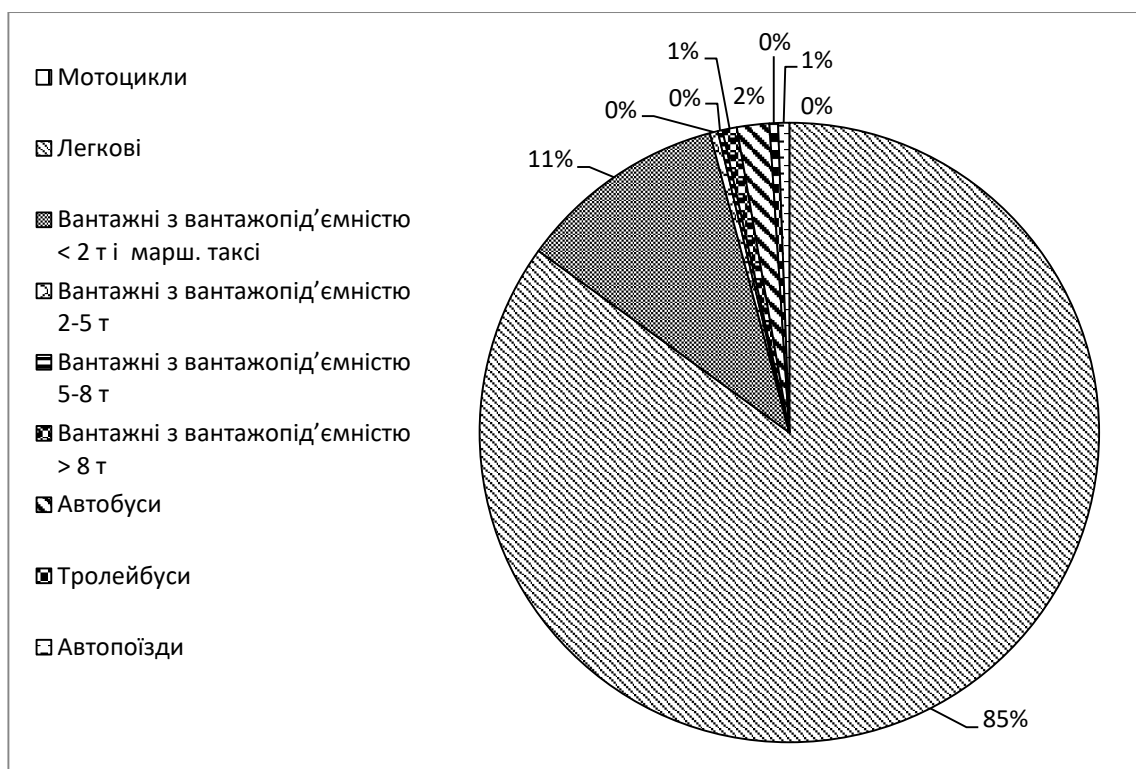


Рисунок 2.8 – Склад транспортного потоку на перехресті пр. Соборний - вул. Українська з 13:00 до 14:00 доби (див. слайд № 8)

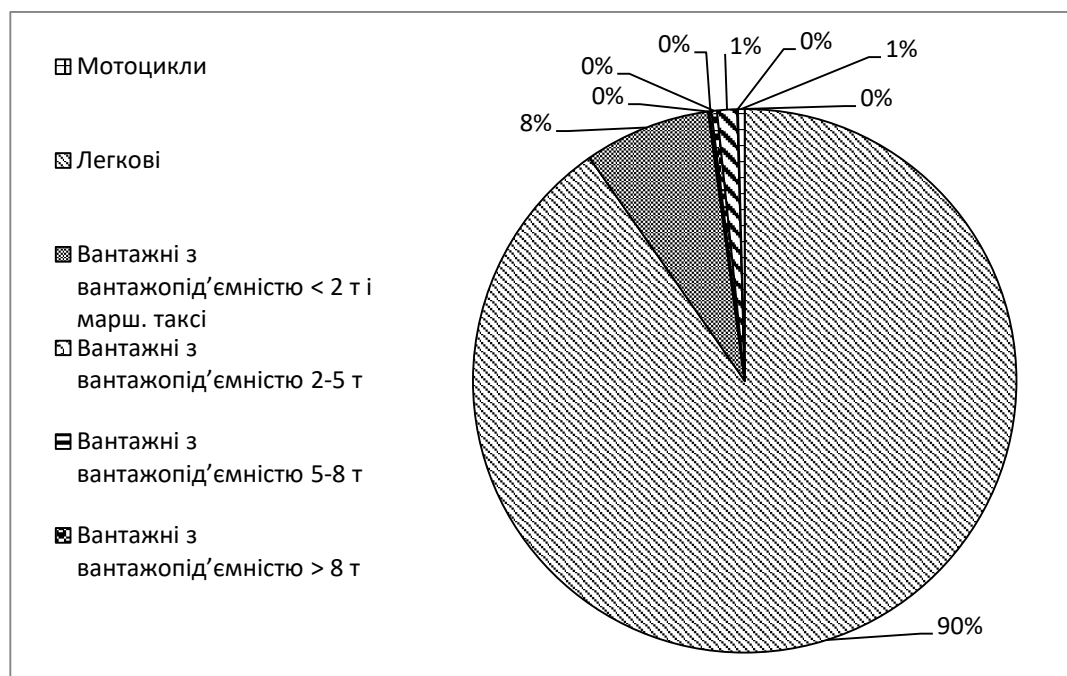


Рисунок 2.9 – Склад транспортного потоку на перехресті пр. Соборний - вул. Українська з 17:00 до 18:00 вечора

Таблиця 2.5 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехре-
сті пр. Соборний з пр. Металургів з 8:00 до 9:00 ранку

На- прям	Мото- цикли	Лег- кові	Вантажні з вантажо- під'ємністю				Авто- буси	Тролей- буси	Авто- поїзди	Разом
			< 2 т і	2-5	5-8	> 8				
			марш. таксі	т	т	т				
1	0	795	92	0	0	0	23	4	0	914
2	0	126	29	4	0	0	9	0	0	168
3	0	62	9	0	0	0	0	0	0	71
4	0	325	70	0	0	0	28	0	0	423
5	0	141	39	0	0	0	5	0	0	185
6	0	162	45	0	0	0	13	0	0	220
7	0	856	114	9	0	0	0	0	0	979
8	0	13	9	0	0	0	0	0	0	22
9	0	113	24	0	0	0	0	0	0	137
10	0	287	96	0	0	0	36	0	0	419
11	0	84	5	0	0	0	5	0	0	94
Разом	0	2964	532	13	0	0	119	4	0	3632

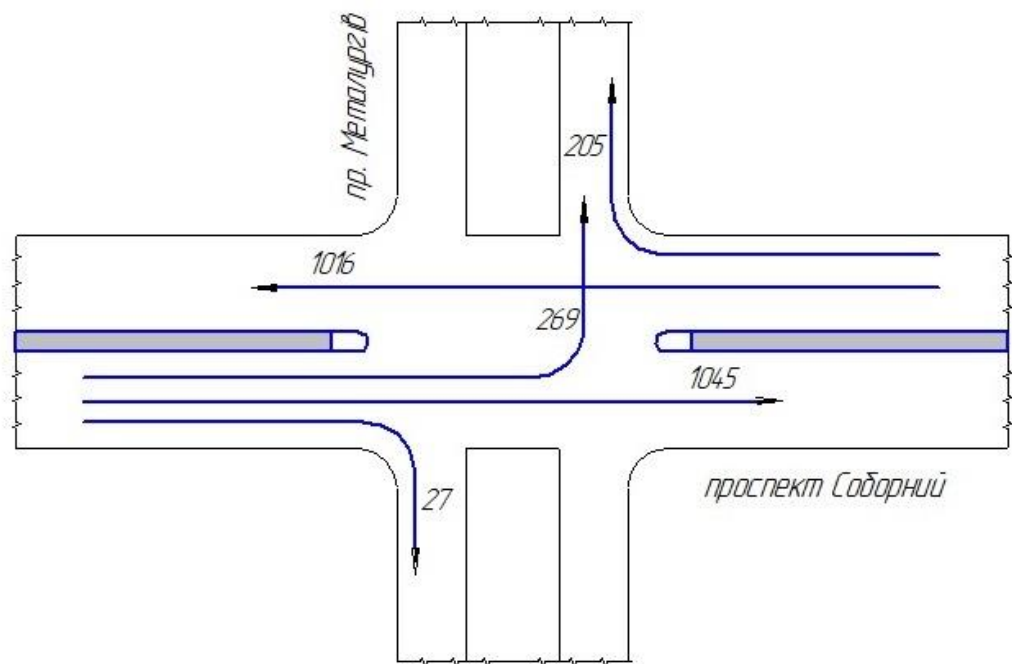


Рисунок 2.10- Приведена інтенсивність руху з 8:00 до 9:00 ранку

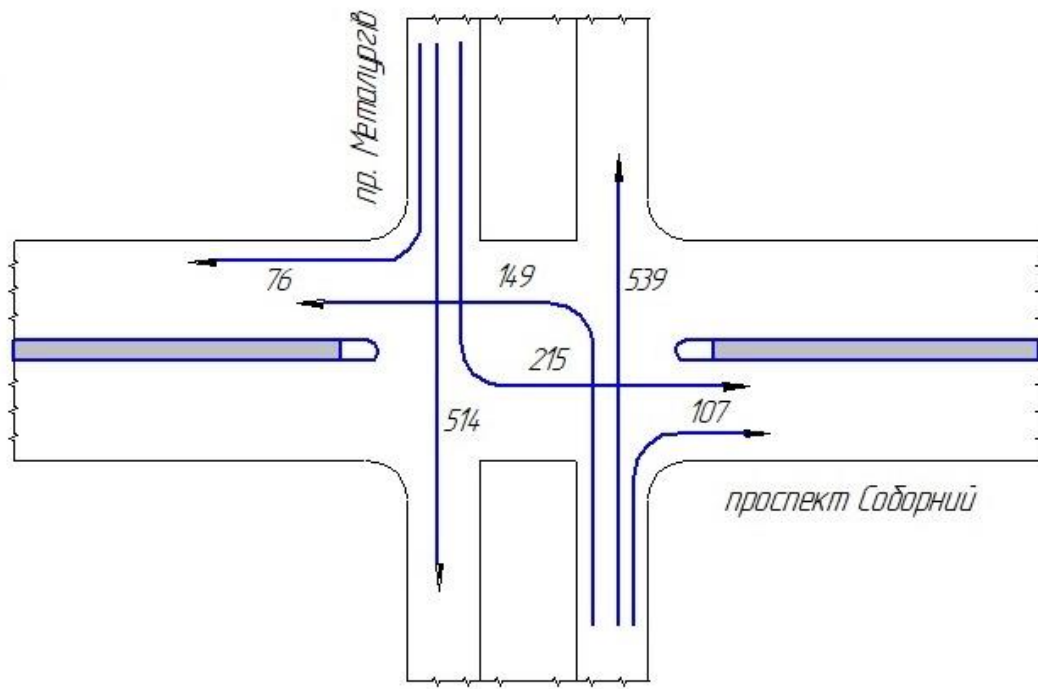


Рисунок 2.11- Приведена інтенсивність руху з 8:00 до 9:00 ранку

Таблиця 2.6 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехре-сті пр. Соборний з пр. Металургів з 13:00 до 14:00 дня

На- пря-м	Мото- цикли	Лег- кові	Вантажні з вантажо- під'ємністю				Авто- буси	Тролей- буси	Авто- поїзди	Разом
			< 2 т і марш. таксі	2-5 т	5-8 т	> 8 т				
1	0	294	102	9	0	0	12	9	0	426
2	0	54	30	0	0	0	0	0	0	84
3	0	36	6	0	0	0	0	0	0	42
4	0	162	60	5	0	0	18	0	0	245
5	0	114	18	0	0	0	0	0	0	132
6	0	42	12	0	0	0	0	0	0	54
7	0	432	96	0	5	0	7	2	0	542
8	0	8	9	0	0	0	0	0	0	17
9	0	64	30	0	0	0	0	0	0	94
10	0	216	78	7	0	0	7	0	0	308
11	0	24	0	0	0	0	0	0	0	24
Разом	0	1446	441	21	5	0	44	11	0	1968

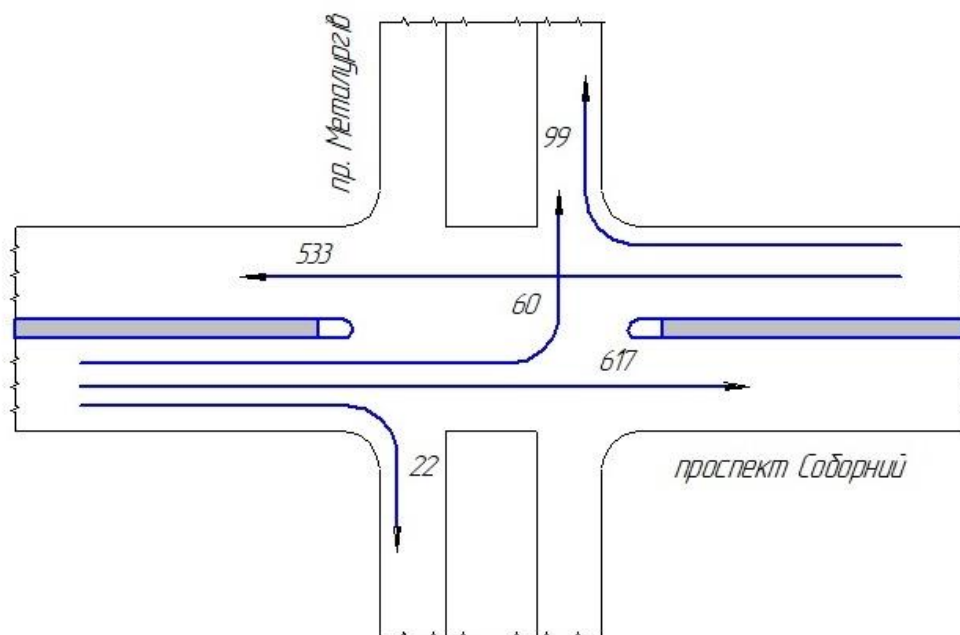


Рисунок 2.12- Приведена інтенсивність руху з 13:00 до 14:00 дня

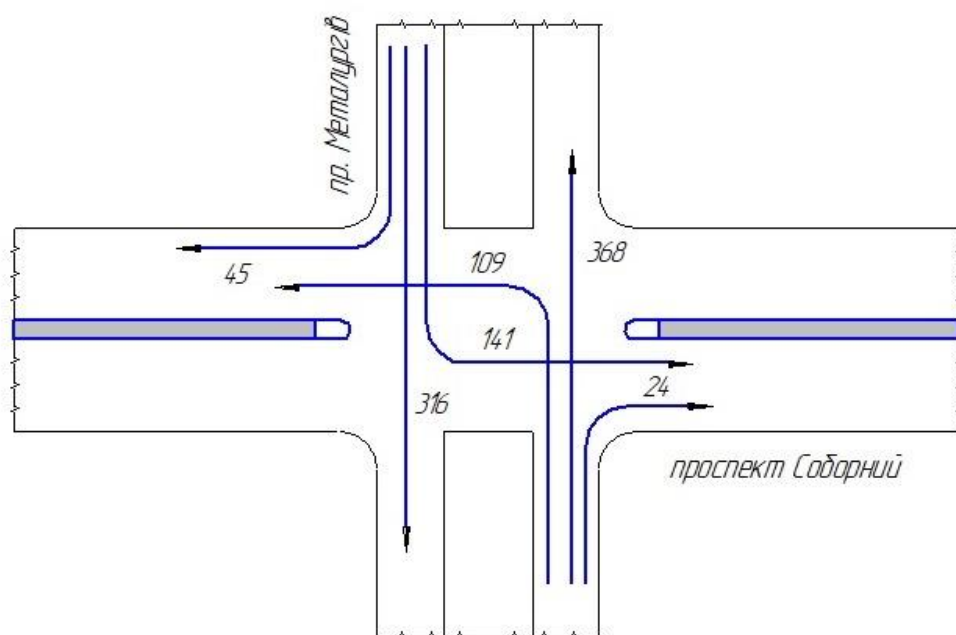


Рисунок 2.13- Приведена інтенсивність руху з 13:00 до 14:00 дня

Таблиця 2.7 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехре-
сті пр. Соборний з пр. Металургів з 17:00 до 18:00 вечора

На- прям	Мото- цикли	Лег- кові	Вантажні з вантажопід'єм- ністю				Авто- буси	Тролей- буси	Авто- поїзди	Разом
			< 2 т і	2-5 т	5-8 т	> 8 т				
			марш. таксі							
1	0	762	84	0	0	0	25	4	0	875
2	0	120	24	5	0	0	6	0	0	155
3	0	52	6	0	0	0	0	0	0	58
4	0	312	66	0	0	0	36	0	0	414
5	0	126	42	0	0	0	5	0	0	173
6	0	150	36	0	0	0	11	0	0	197
7	0	870	126	7	0	0	0	0	0	1003
8	0	12	17	0	0	0	0	0	0	29
9	0	90	30	0	0	0	0	0	0	120
10	0	276	90	0	0	0	29	0	0	395
11	0	90	5	0	0	0	7	0	0	102
Разом	0	2860	526	12	0	0	119	4	0	3521

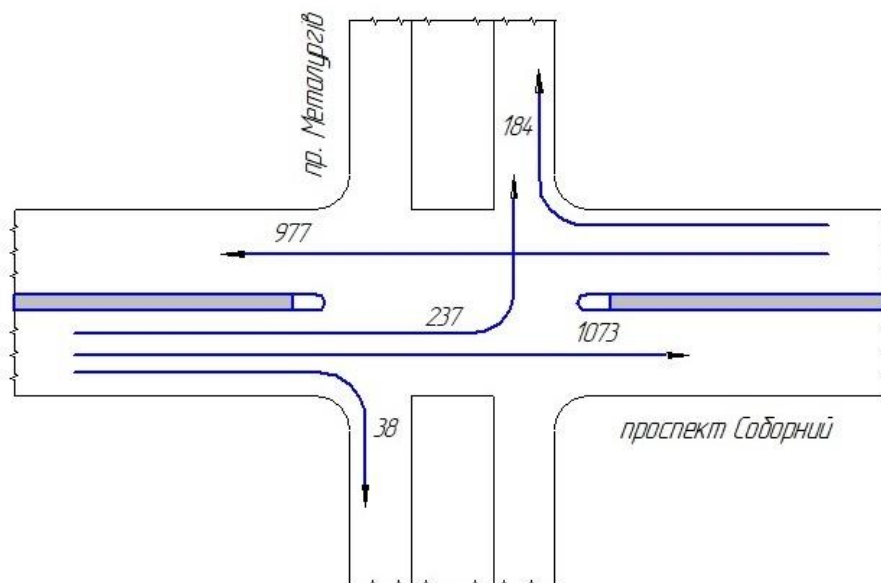


Рисунок 2.14- Приведена інтенсивність руху з 17:00 до 18:00 вечора

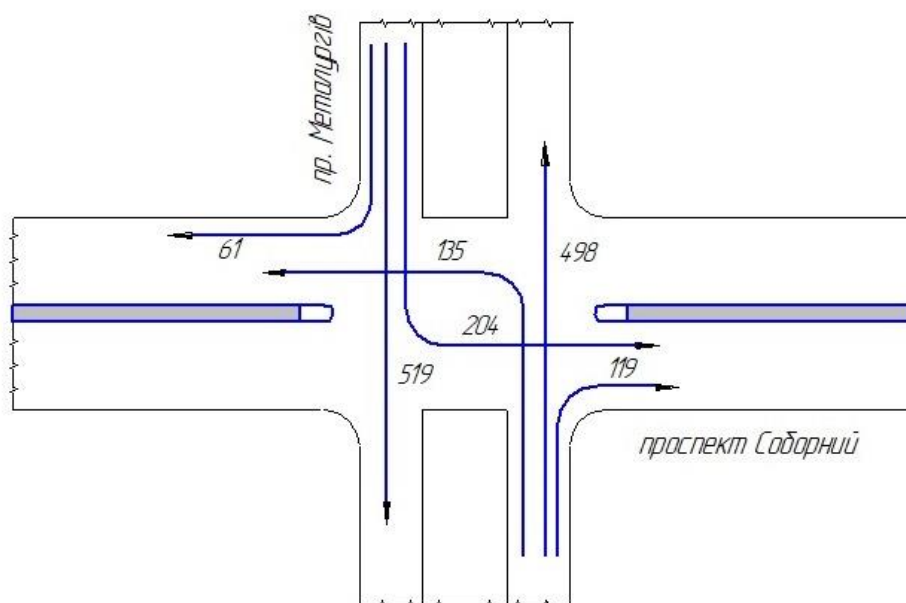


Рисунок 2.15- Приведена інтенсивність руху з 17:00 до 18:00 вечора

Таблиця 2.8 – Приведені інтенсивності транспортних потоків на перехресті пр. Соборний з пр. Металургів (див. слайд № 6)

Напрям	8:00-9:00	13:00-14:00	17:00-18:00	Разом
1	1016	533	977	2526
2	205	99	184	488
3	76	45	61	182
4	514	316	519	1349
5	215	141	204	560
6	269	60	237	566
7	1045	617	1 073	2735
8	27	22	38	86
9	149	109	135	393
10	539	368	498	1405
11	107	24	119	249
Всього	4159	2333	4044	10536

На рисунках 2.16-2.18 наведений склад транспортних потоків на перехресті проспекту Соборний та проспекту Металургів

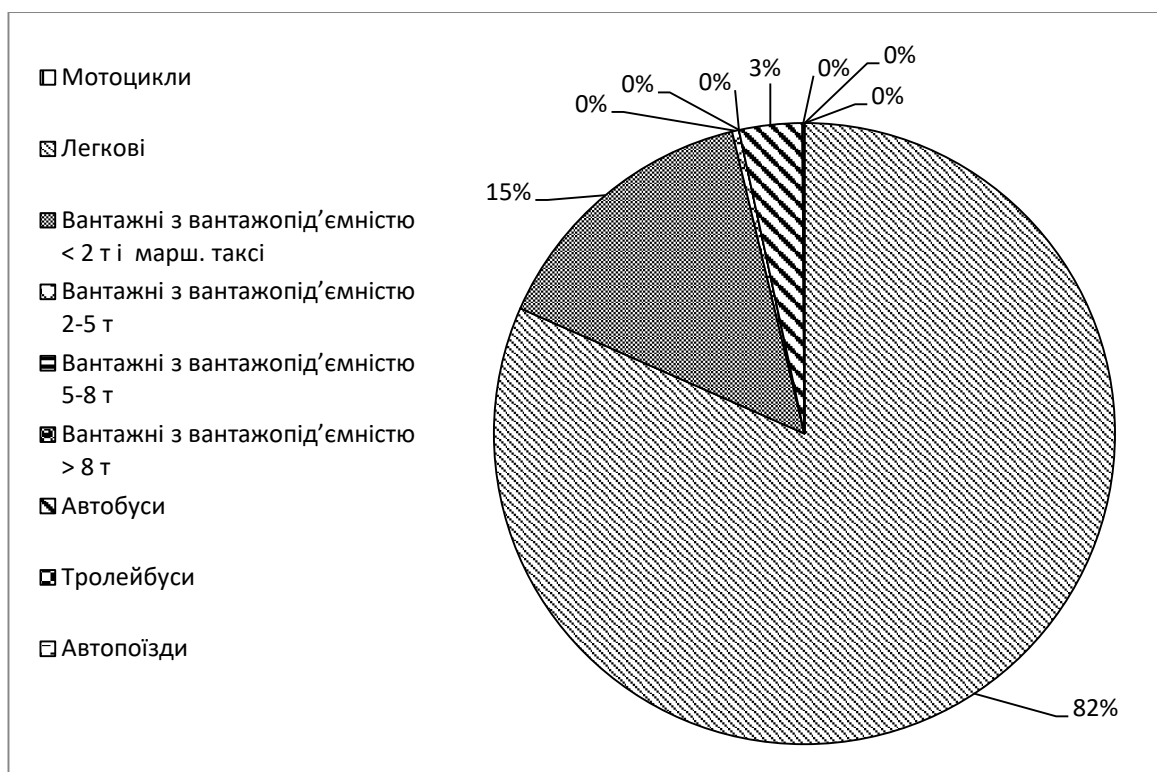


Рисунок 2.16 – Склад транспортного потоку на перехресті пр. Соборний – пр. Металургів з 8:00 до 9:00 ранку

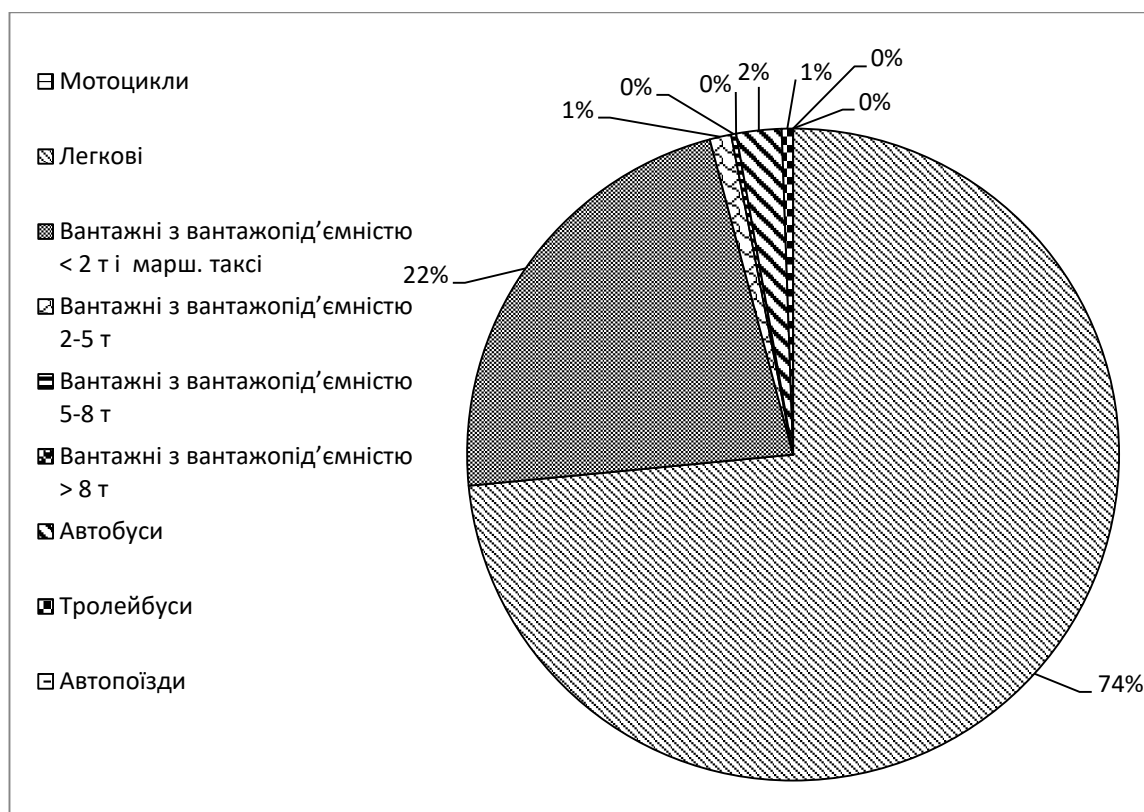


Рисунок 2.17 – Склад транспортного потоку на перехресті пр. Соборний – пр. Металургів з 13:00 до 14:00 доби (див. слайд № 9)

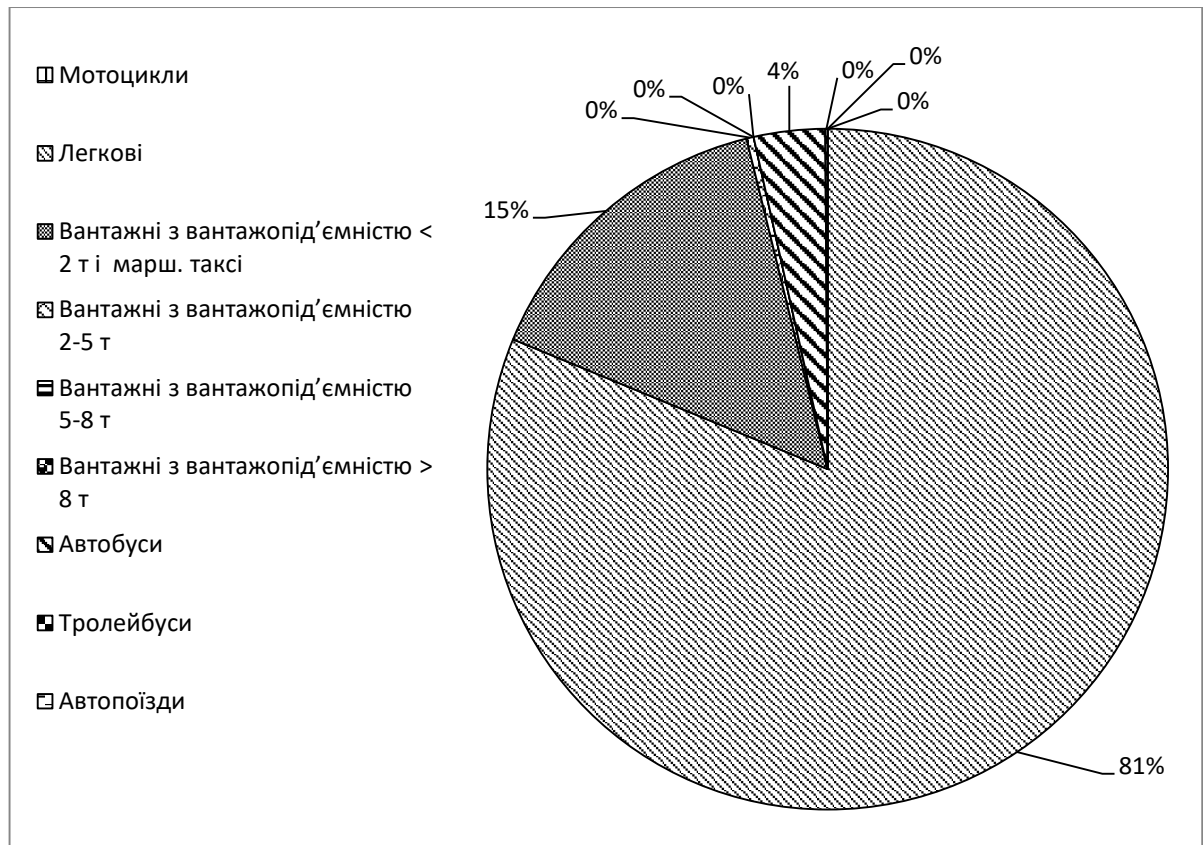


Рисунок 2.18 – Склад транспортного потоку на перехресті пр. Соборний – пр. Металургів з 17:00 до 18:00 дня

Таблиця 2.9 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехресті пр. Соборний з вул. Поштова з 8:00 до 9:00 ранку

На- прям	Мото- цикли	Лег- кові	Вантажні з вантажо- під'ємністю				Авто- буси	Тролей- буси	Авто- поїзди	Разом
			< 2 т і	2-5 т	5-8 т	> 8 т				
			марш. таксі							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	802	257	11	0	0	12	9	0	1091
2	0	65	5	0	0	0	0	0	0	70
3	0	17	6	0	0	0	0	0	0	23
4	0	7	12	0	0	0	0	0	0	19
5	0	466	270	6	0	0	14	5	0	761
6	0	32	24	0	0	0	0	0	0	56
7	0	114	12	0	0	0	0	0	0	126

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	0	55	15	0	0	0	0	0	0	70
9	0	26	0	0	0	0	0	0	0	26
10	0	44	12	0	0	0	0	0	0	56
11	0	36	16	0	0	0	0	0	0	52
12	0	71	0	0	0	0	0	0	0	71
13	0	20	0	0	0	0	0	0	0	20
14	0	25	0	0	0	0	0	0	0	25
Разом	0	1780	629	17	0	0	26	14	0	2466

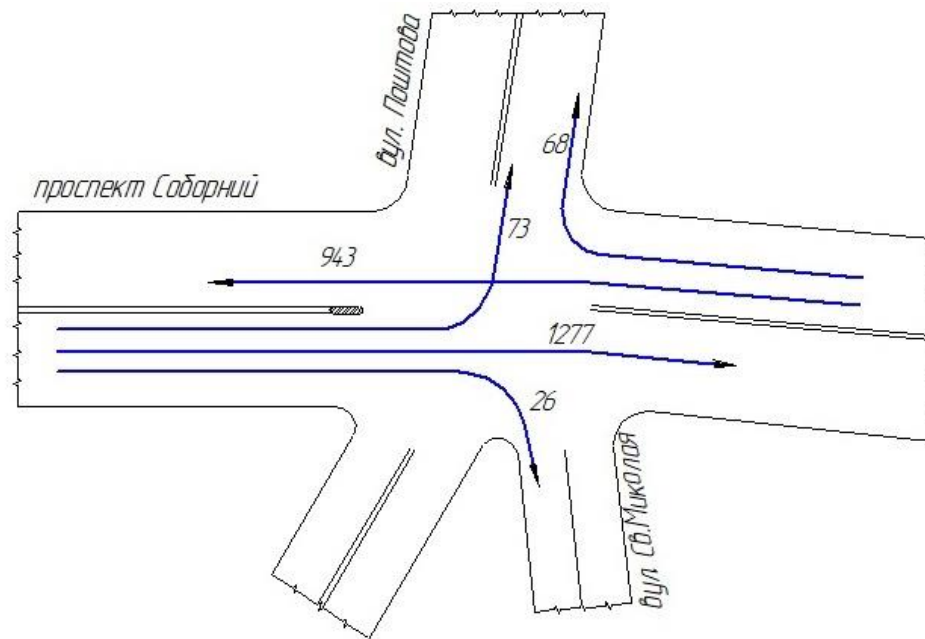


Рисунок 2.19- Приведена інтенсивність руху з 8:00 до 9:00 ранку

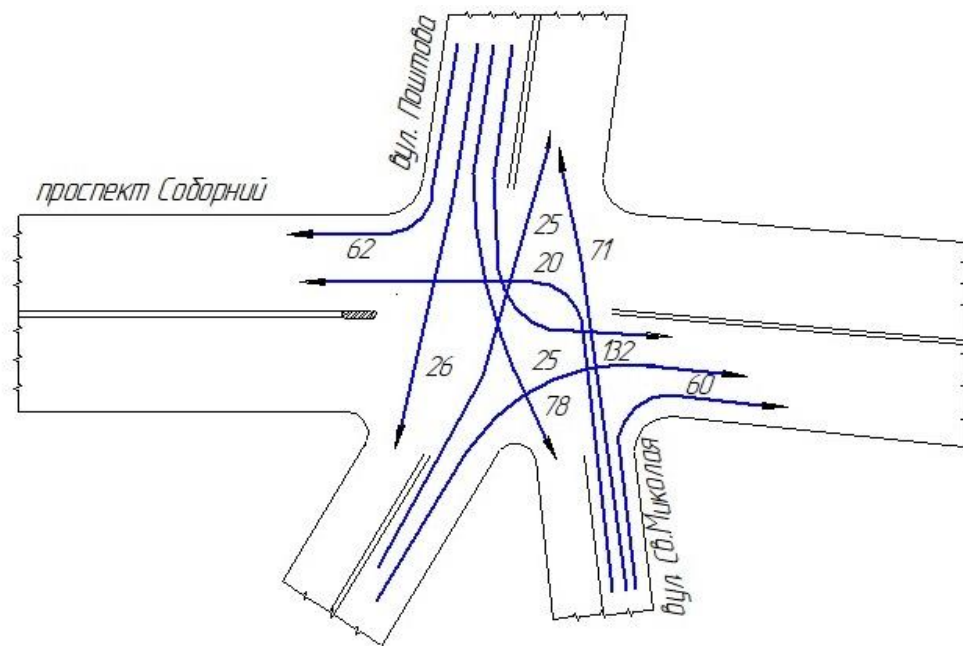


Рисунок 2.20- Приведена інтенсивність руху з 8:00 до 9:00 ранку

Таблиця 2.10 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехре-
сті пр. Соборний з вул. Поштова з 13:00 до 14:00 дня

На- прям	Мото- цикли	Лег- кові	Вантажні з вантажо- під'ємністю				Авто- буси	Тролей- буси	Авто- поїзди	Разом
			< 2 т і	2-5 т	5-8 т	> 8 т				
			марш. таксі							
1	0	468	248	11	0	0	12	9	0	748
2	0	60	7	0	0	0	0	0	0	67
3	0	15	0	0	0	0	0	0	0	15
4	0	9	6	0	0	0	0	0	0	15
5	0	450	248	6	0	0	14	5	0	723
6	0	21	8	0	0	0	0	0	0	29
7	0	96	13	0	0	0	0	0	0	109
8	0	33	6	0	0	0	0	0	0	39
9	0	36	0	0	0	0	0	0	0	36
10	0	27	5	0	0	0	0	0	0	32
11	0	39	13	0	0	0	0	0	0	52
12	0	61	0	0	0	0	0	0	0	61
13	0	22	0	0	0	0	0	0	0	22
14	0	23	0	0	0	0	0	0	0	23
Разом	0	1360	554	17	0	0	26	14	0	1971

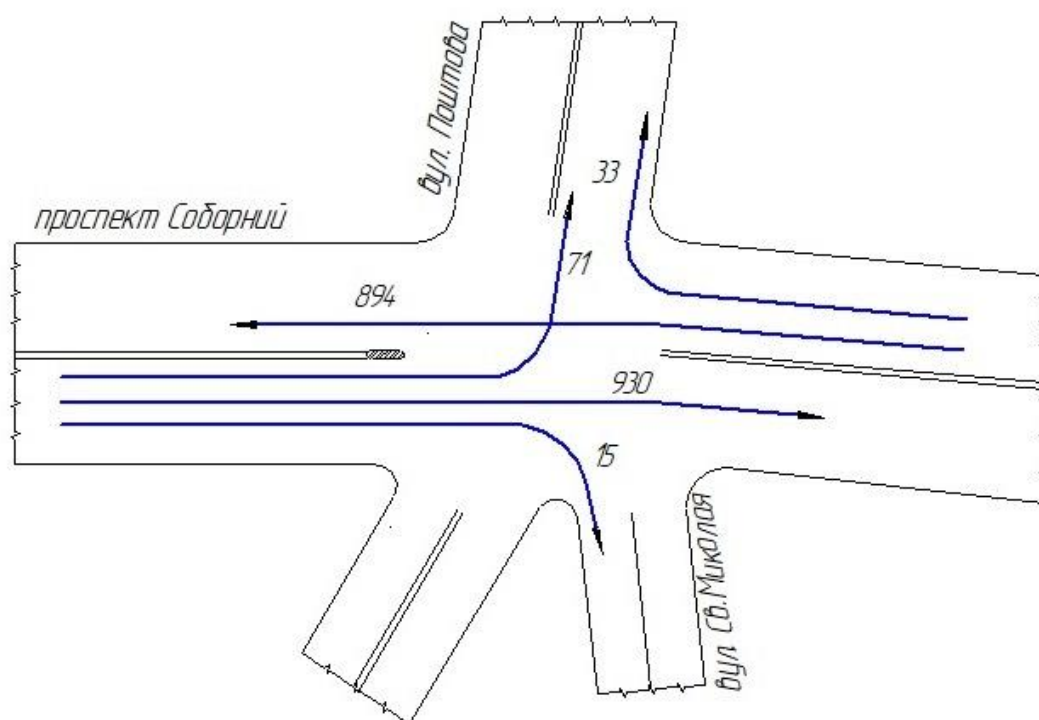


Рисунок 2.21- Приведена інтенсивність руху з 13:00 до 14:00 дня

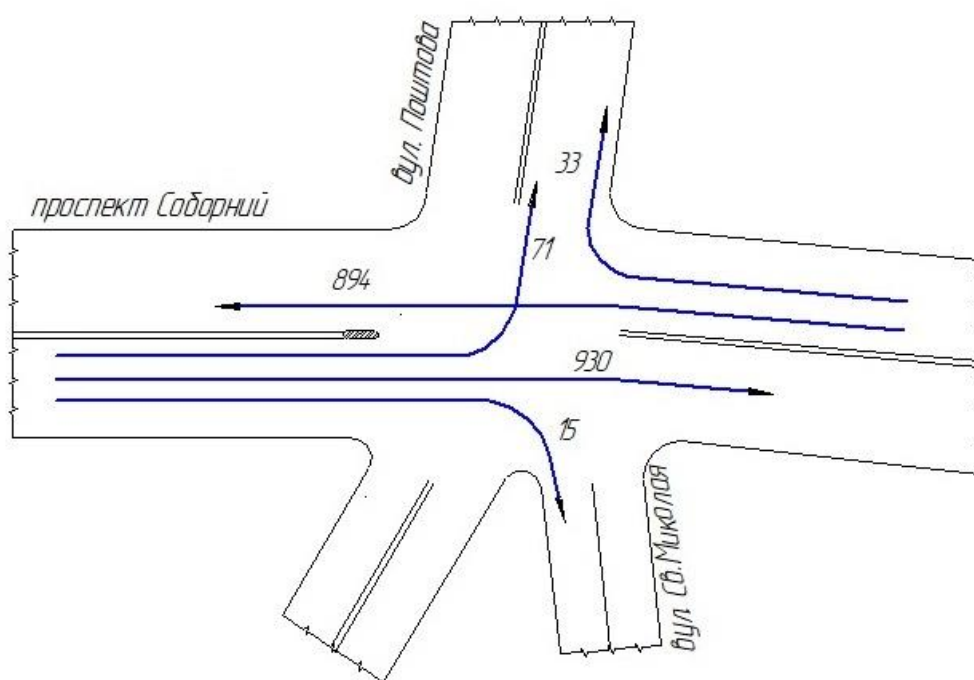


Рисунок 2.22- Приведена інтенсивність руху з 13:00 до 14:00 дня

Таблиця 2.11 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехресті пр. Соборний з вул. Поштова з 17:00 до 18:00 вечора.

На- прям	Мото- цикли	Лег- кові	Вантажні з вантажо- під'ємністю				Авто- буси	Тролей- буси	Авто- поїзди	Разом
			< 2 т і	2-5 т	5-8 т	> 8 т				
			марш. таксі							
1	0	720	246	0	0	0	24	13	0	1003
2	0	42	0	0	0	0	0	0	0	42
3	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10
4	0	3	6	0	0	0	0	0	0	9
5	0	768	180	0	0	0	23	5	0	976
6	0	30	12	0	0	0	0	0	0	42
7	0	102	0	0	0	0	0	0	0	102
8	0	36	6	0	0	0	3	0	0	45
9	0	26	0	0	0	0	0	0	0	26
10	0	24	6	0	0	0	0	0	0	30
11	0	42	6	0	0	0	0	0	0	48
12	0	36	0	0	0	0	0	0	0	36
13	0	12	0	0	0	0	0	0	0	12
14	0	18	0	0	0	0	0	0	0	18
Разом	0	1869	462	0	0	0	50	18	0	2399

Приведені інтенсивності руху транспортних потоків на перехресті пр. Соборний – вул. Поштова наведені на рисунках 2.23, 2.24, в таблиці 2.12 та на слайді № 7 графічної частини роботи.

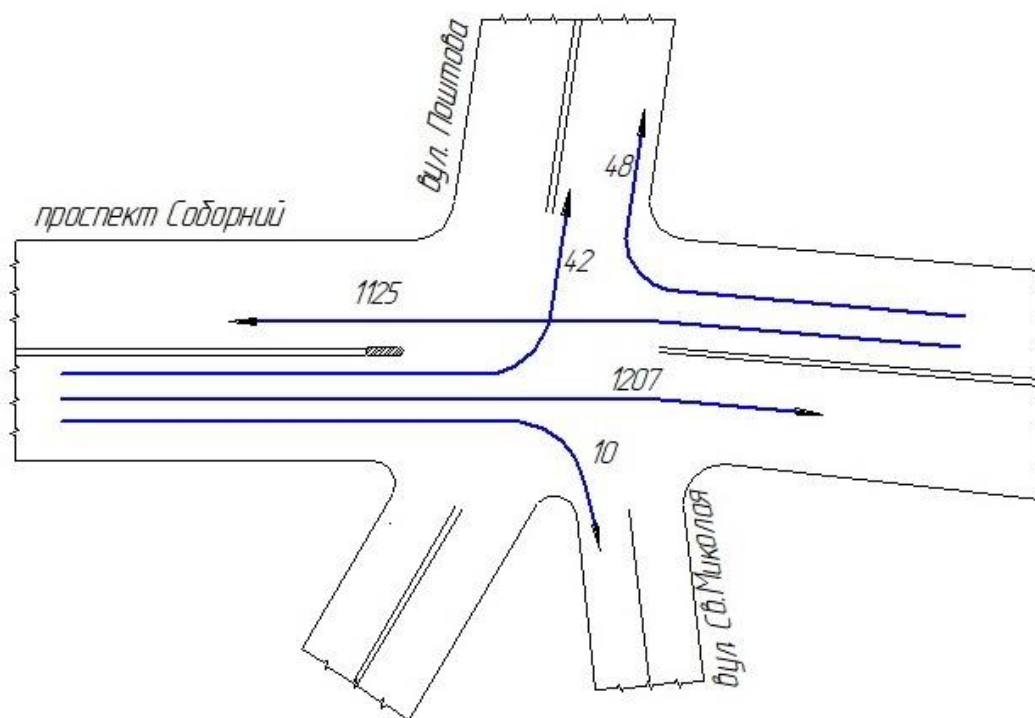


Рисунок 2.23- Приведена інтенсивність руху з 17:00 до 18:00 вечора

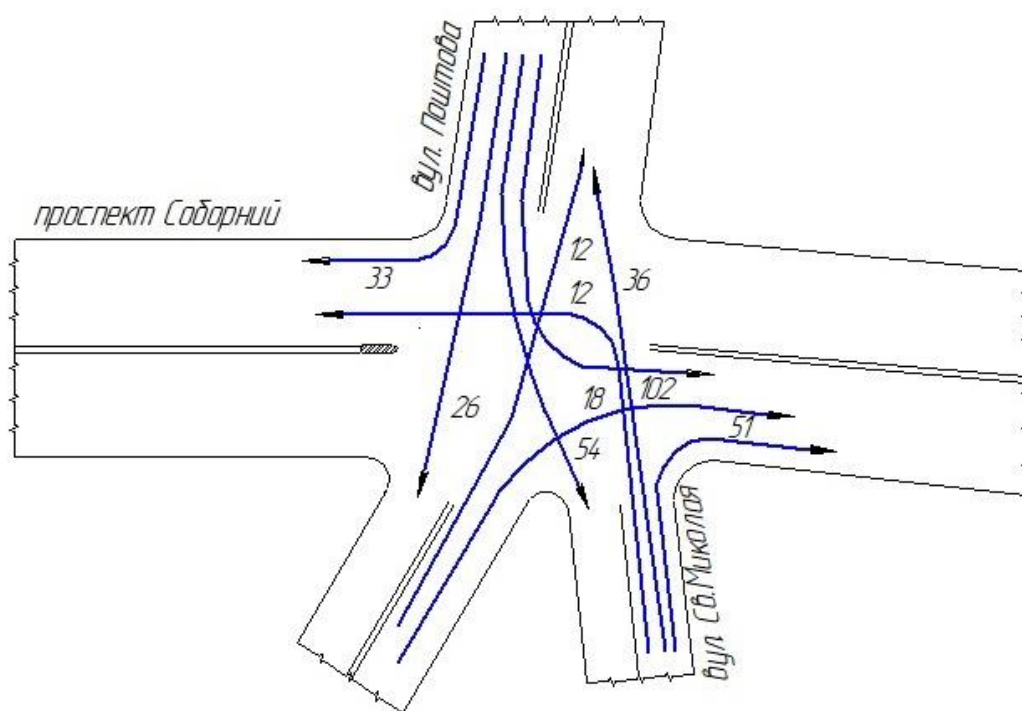


Рисунок 2.24- Приведена інтенсивність руху з 17:00 до 18:00 вечора

Таблиця 2.12 – Приведені інтенсивності транспортних потоків на перехресті пр. Соборний з вул. Поштова

Напрям	8:00-9:00	13:00-14:00	17:00-18:00	Разом
1	1277	930	1 207	3413
2	73	71	42	185
3	26	15	10	51
4	25	18	12	55
5	943	894	1 125	2961
6	68	33	48	149
7	132	116	102	350
8	78	42	54	174
9	26	36	26	88
10	62	35	33	130
11	60	59	51	170
12	71	61	36	168
13	20	22	12	54
14	25	23	18	66
Всього	2885	2352	2775	8012

На рисунках 2.25-2.27 наведений склад транспортних потоків на перехресті проспекту Соборний та вул. Поштова

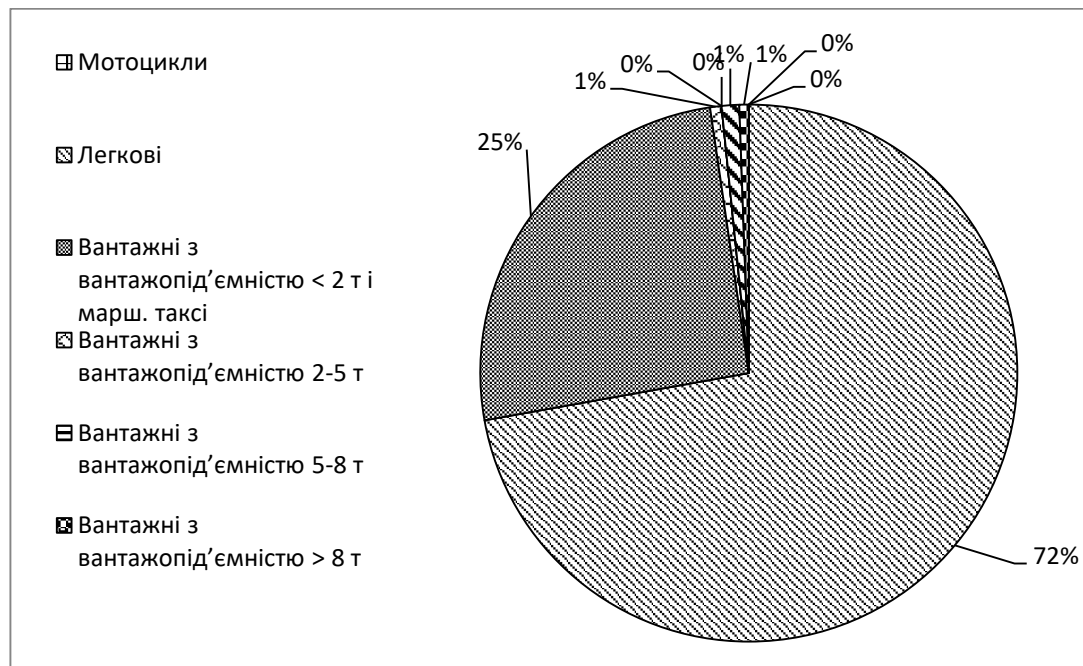


Рисунок 2.25 – Склад транспортного потоку на перехресті пр. Соборний - вул. Поштова з 8:00 до 9:00 ранку

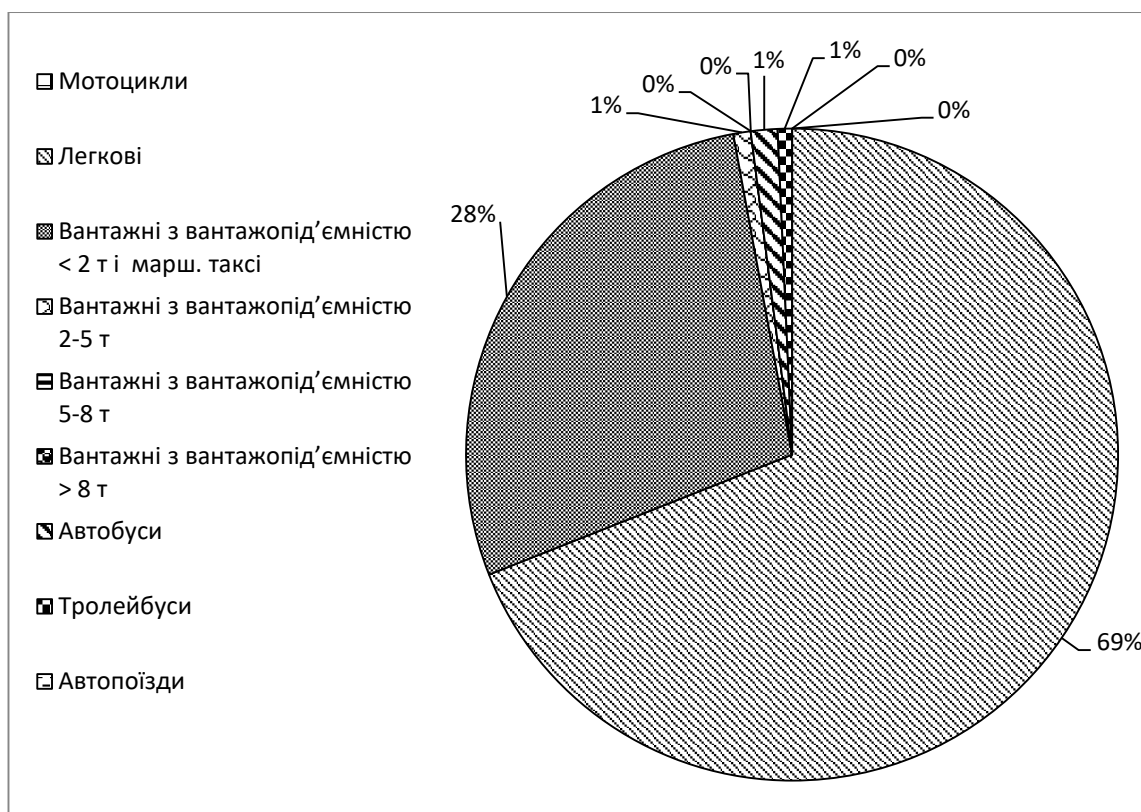


Рисунок 2.26 – Склад транспортного потоку на перехресті пр. Соборний - вул. Поштова з 13:00 до 14:00 доби (див. слайд № 10)

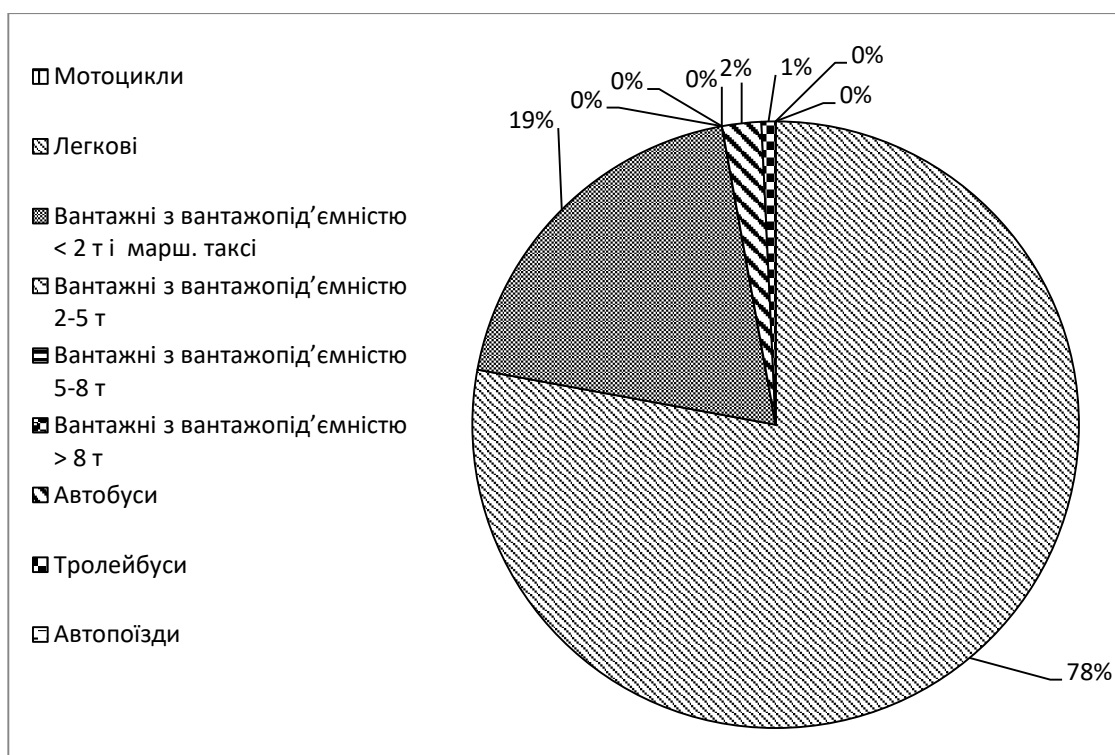


Рисунок 2.27 – Склад транспортного потоку на перехресті пр. Соборний - вул. Поштова з 17:00 до 18:00 вечора

2.2 Розрахунок очікуваної інтенсивності

Інтенсивність руху на автомобільних дорогах нерівномірна протягом доби. Для визначення пікових періодів максимальної інтенсивності (для використання в подальших розрахунках) необхідно розрахувати розподіл добової інтенсивності руху по годинах, використовуючи формулу 2.1 і таблицю 2.13[2]

$$N_i = \frac{N \cdot K_i}{K}, \quad (2.1)$$

де N_i - інтенсивність руху за шуканий годину доби, пр. авт/год;

K_i - коефіцієнт, що відповідає шуканого годині доби;

N - заміряна інтенсивність руху, пр. авт/год;

K - коефіцієнт, що відповідає часу доби, коли був проведений замір інтенсивності руху.

Таблиця 2.13 - Коефіцієнти розподілу інтенсивності руху за годинами доби[2]

Години	0 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8
Коефіцієнт	0,083	0,025	0,009	0,023	0,059	0,144	0,270	0,32
Години	8 - 9	9 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16
Коефіцієнт	0,52	0,68	1,0	0,84	0,74	0,75	0,83	0,97
Години	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24
Коефіцієнт	1,05	0,95	0,9	0,47	0,26	0,24	0,19	0,12

Отже, для перехрестя пр. Соборного і вул. Українська розраховуємо добову інтенсивність в 2019, 2011 і 2007 роках.

Розраховуємо шукану інтенсивність з 12 години ночі до 1 години ночі за формулою 2.1

$$N_i = \frac{5148 \cdot 0,083}{0,52} = 822 \text{ авт/год}$$

Аналогічно розраховуємо інтенсивності та отримуємо суму інтенсивностей протягом доби за 2019 рік, яка дорівнює 113289 авт/добу.

Розрахунки інтенсивності та їх сума протягом доби буде показана в таблиці 2.13

Таблиця 2.14 Добова інтенсивність руху на перехрестях

Рік	Перехрестя		
	Українська	Металургів	Поштова
2007	126128	98554	78022
2011	132354		
2019	113289	91532	63497

Отримавши всі значення, розраховуємо очікувану інтенсивність по методам які обрали, за всіма перехрестями, та порівнюємо з фактичними даними.

Методи екстраполяції

Перехрестя пр. Соборного та вул. Українська

За формулою 1.1 розраховуємо очікувану інтенсивність на 2011 рік:

$$N_t = 126128(1 + 0,07 \cdot 4) = 161444 \text{ авт/год};$$

Аналогічно розраховуємо розраховуємо очікувану інтенсивність на 2019 рік за формулою 1.1

$$N_t = 132354(1 + 0,07 \cdot 8) = 206472 \text{ авт/год};$$

За формулою 1.2 розраховуємо очікувану інтенсивність на 2011 рік:

$$N_t = 126128 \left(1 + \frac{0,07}{100} \right)^{4-1} = 126394 \text{ авт/год};$$

Аналогічно розраховуємо розраховуємо очікувану інтенсивність на 2019 рік за формулою 1.2

$$N_t = 132354 \left(1 + \frac{0,07}{100} \right)^{8-1} = 133004 \text{ авт/год};$$

За формулами 1.3-1.4 розраховуємо очікувану інтенсивність на 2011 рік:

$$\Delta N_t = 3,7 + \frac{6,3}{\sqrt[3]{4-1}} = 8 \text{ авт/добу};$$

$$N_t = 126128 \left(1 + \frac{8}{100} \right) = 136304 \text{ авт/добу};$$

Аналогічно розраховуємо розраховуємо очікувану інтенсивність на 2019 рік за формулою 1.3

$$\Delta N_t = 3,7 + \frac{6,3}{\sqrt[3]{8-1}} = 7 \text{ авт/добу};$$

$$N_t = 132354 \left(1 + \frac{8}{100} \right) = 141610 \text{ авт/добу};$$

Перехрестя пр. Соборного та проспекту Металургів.

За формулою 1.1 розраховуємо очікувану інтенсивність на 2019 рік:

$$N_t = 98554(1 + 0,07 \cdot 12) = 181339 \text{ авт/год};$$

За формулою 1.2 розраховуємо очікувану інтенсивність на 2019 рік:

$$N_t = 98554 \left(1 + \frac{0,07}{100} \right)^{12-1} = 99316 \text{ авт/год};$$

За формулами 1.3-1.4 розраховуємо очікувану інтенсивність на 2019 рік:

$$\Delta N_t = 3,7 + \frac{6,3}{\sqrt[3]{12-1}} = 7 \text{ авт/добу};$$

$$N_t = 98554 \left(1 + \frac{7}{100} \right) = 104992 \text{ авт/добу};$$

Перехрестя пр. Соборного та проспекту Металургів

За формулою 1.1 розраховуємо очікувану інтенсивність на 2019 рік:

$$N_t = 78022 \left(1 + \frac{7}{100} \right) = 143561 \text{ авт/год};$$

За формулою 1.2 розраховуємо очікувану інтенсивність на 2019 рік:

$$N_t = 78022 \left(1 + \frac{0,07}{100} \right)^{12-1} = 78625 \text{ авт/год};$$

За формулами 1.3-1.4 розраховуємо очікувану інтенсивність на 2019 рік:

$$\Delta N_t = 3,7 + \frac{6,3}{\sqrt[3]{12-1}} = 7 \text{ авт/добу};$$

$$N_t = 78022 \left(1 + \frac{7}{100} \right) = 83119 \text{ авт/добу};$$

Порівняння цих методів показано в таблицях 2.15-2.19 та на слайдах №№ 11-14.

Для першого перехрестя

Таблиця 2.15 Порівняння методів прогнозування інтенсивності руху

Номер метода	Значення очікуваної інтенсивності, авт/добу	Значення замі- ряної інтенсив- ності, авт/добу	Різниця, авт/добу	Відсотки різниці, %
1	161444	132354	29090	18
2	126394	132354	-5960	-4,71
3	136304	132354	136304	2,89

Таблиця 2.16 Порівняння методів прогнозування інтенсивності руху

Номер метода	Значення очікуваної інтенсивності, авт/добу	Значення заміряної інтенсивності, авт/добу	Різниця, авт/добу	Відсотки різниці, %
1	206473	113289	93184	45,1
2	133003	113289	19714	14,8
3	141610	113289	28312	19,9

Для другого

Таблиця 2.17 Порівняння методів прогнозування інтенсивності руху

Номер метода	Значення очікуваної інтенсивності, авт/добу	Значення заміряної інтенсивності, авт/добу	Різниця, авт/добу	Відсотки різниці, %
1	181339	91532	89807	49,5
2	99316	91532	7784	7,83
3	136304	91532	44772	32,8

Для третього

Таблиця 2.18 Порівняння методів прогнозування інтенсивності руху

Номер метода	Значення очікуваної інтенсивності, авт/добу	Значення заміряної інтенсивності, авт/добу	Різниця, авт/добу	Відсотки різниці, %
1	143561	63497	80064	55,7
2	78625	63497	15128	7,83
3	83119	63497	19622	23,6

За іншими методами не вдалось порахувати так як, наприклад використовується середньомісячний обсяг перевезень вантажів, який в свою чергу

встановлюється на основі звітних даних господарств, в методі який заснований на багатофакторному аналізі господарської діяльності, враховують багато факторів, що впливають на інтенсивність руху, також метод не носить універсальний характер, а застосовується лише для тих районів, для яких мають дані про їх економічний розвиток.

Для цих перехресть метод екстраполяції потрібно використовувати тільки для короткого перспективного періоду, а саме 3 метод(перехрестя пр. Соборного та вул. Українська) нам демонструє з різницею в 2,89%, що працює навіть для сучасних умов, на відміну від інших методів та довгочасного періоду в більше чім 5 років.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Визначення транспортно-експлуатаційних витрат за фактичними даними

Ці витрати визначають двома способами: або розрахунком собівартості річного обсягу перевезень вантажів і пасажирів, або розрахунком вартості часу, що витрачається транспортними засобами. Так як, всі наші перехрестя регулюються, та ми маємо інтенсивності в часи пік, обираємо другий варіант. Вартість часу, втраченого транспортними засобами, при пересуванні по конкретній ділянці вулично-дорожньої мережі розраховуємо по формулі [8]:

$$C_{TP} = T_{TP} \sum_{i=1}^n S_{q,i} d_i \quad (3.1)$$

де, T_{TP} - річні витрати часу усього потоку автомобілів при певному способі організації дорожнього руху (ОДР) авт-год;

n - число типів рухомого складу, прийнятих до розгляду;

$S_{q,i}$ - вартість 1 авт.-год для певного типу автомобіля, грн.;

d_i - частка автомобілів певного типу;

Вартість 1 авт-год приймають згідно з чинними нормативними документами [9].

На регульованих перехрестях витрати часу транспортними засобами за рік розраховуємо по формулі [8] :

$$T_P = \frac{365(N_{zl} + N_{gm})t_0}{3600k_H} \quad (3.2)$$

де, N_{zl} і N_{gm} - інтенсивність руху відповідно по головній і другорядній дорозі в годину пік;

t_0 - середня затримка одного автомобіля, с.

k_H - коефіцієнт нерівномірності руху протягом доби (може бути прийнятий рівним 0,1).

Середня затримка в цьому випадку визначається як середньозважена затримка автомобілів, які прямують до конфліктуючих напрямках, по формулі [8]:

$$t_0 = \frac{\sum_{i=1}^m t_{0,i} N_i}{\sum_{i=1}^m N_i} \quad (3.3)$$

де, $t_{0,i}$ - середня затримка в цій фазі в даному напрямку, с;

N_i - число автомобілів, що проходять перехрестя в часі пік в одній фазі в одному напрямку;

m - число фаз регулювання.

На регульованому перехресті середня затримка автомобілів в цій фазі в основному залежить від режиму регулювання. Відомий ряд залежностей, що дозволяють визначити цю величину. З достатнім ступенем точності вона може бути визначена за формулою Вебстера у спрощеному вигляді [8]:

$$t_{0,i} = \frac{T_{\text{ц}}(1 - \lambda_i)^2}{2(1 - \lambda_i x_i)} = \frac{M_i(T_{\text{ц}} - t_3)^2}{2T_{\text{ц}}(M_i - N_i)} \quad (3.4)$$

де, $T_{\text{ц}}$ - тривалість повного циклу світлофора, с;

t_3 - тривалість зеленого сигналу світлофора, с;

M_i - потік насичення в даному напрямку, од. / год;

N_i - приведена інтенсивність руху в i -м напрямку, од. / год.

Потік насичення (в приведених одиницях) $M = 525\omega$ при,
 $5,4m \leq \omega \leq 18m$

де ω - ширина проїзної частини дороги в даному напрямку, м. [8]

Отже, розраховуємо по кожному перехресті вартість часу, втраченого транспортними засобами за 2007 рік та 2019 рік. Порівнюємо їх, та отримуємо графіки, які відображають, як інтенсивність впливає на витрати.

Перехрестя проспекту Соборного та вулиці Металургів за 2007 рік.

Для початку визначаємось з потоком насичення, так як, у нас ширина проїзної частини дороги в кожному напрямку, буде дорівнювати сумі ширини кожної смуги(у нашому випадку 3 в кожному напрямку).

$$\omega = 3,75 + 3,75 + 3,75 = 11,25 \text{ м.}$$

$$M = 525 \cdot 11,25 = 5906,25 \text{ од/год.}$$

Дані з тривалості повного циклу, та зеленого світлофорів наведенні в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 Тривалість циклу світлофора

Напрямок	Зелений сигнал,с	Повний цикл, с
1	42	80
2	42	80
3	32	80
4	32	80
5	32	80
6	42	80
7	42	80
8	42	80
9	32	80
10	32	80
11	32	80

Приведені інтенсивності беремо з таблиці 1.14

По формулі 3.4 розраховуємо середню затримку автомобіля в кожній фазі

$$t_{01} = \frac{5906,25 \cdot (80 - 42)^2}{2 \cdot 80(5906,25 - 943)} = 10,74 \text{с}$$

$$t_{02} = \frac{5906,25 \cdot (80 - 42)^2}{2 \cdot 80(5906,25 - 1587)} = 12,34 \text{с}$$

$$t_{03} = \frac{5906,25 \cdot (80 - 32)^2}{2 \cdot 80(5906,25 - 900)} = 16,99 \text{с}$$

$$t_{04} = \frac{5906,25 \cdot (80 - 32)^2}{2 \cdot 80(5906,25 - 1050)} = 17,51 \text{с}$$

По формулі 3.3 розраховуємо середньозважену затримку автомобілів:

$$t_0 = \frac{10,74 \cdot 943 + 12,34 \cdot 1587 + 16,99 \cdot 900 + 17,51 \cdot 1050}{4480} = 14,15 \text{с.}$$

По формулі 3.2 розраховуємо витрати часу транспортними засобами за рік:

$$T_P = \frac{365 \cdot 4480 \cdot 14,15}{3600 \cdot 0,1} = 64272, \text{ авт/год.}$$

По формулі 3.1 розраховуємо вартість часу, втраченого транспортними засобами, при пересуванні по конкретній ділянці вулично-дорожньої мережі

Дані з частками автомобілів певного типу наведенні на рис 1.32

$$C_{TP} = 64272 \cdot (300 \cdot 0,71 + 600 \cdot 0,01 + 750 \cdot 0,03 + 400 \cdot 0,23 + 500 \cdot 0,02) = 22077432, \text{ грн.}$$

Аналогічно розраховуємо затрати за 2019 рік ,але зміниться тільки інтенсивність руху на перехресті.

$$t_{01} = \frac{5906,25 \cdot (80 - 42)^2}{2 \cdot 80(5906,25 - 1221)} = 11,38\text{с}$$

$$t_{02} = \frac{5906,25 \cdot (80 - 42)^2}{2 \cdot 80(5906,25 - 1341)} = 11,68\text{с}$$

$$t_{03} = \frac{5906,25 \cdot (80 - 32)^2}{2 \cdot 80(5906,25 - 805)} = 16,67\text{с}$$

$$t_{04} = \frac{5906,25 \cdot (80 - 32)^2}{2 \cdot 80(5906,25 - 795)} = 16,64\text{с}$$

$$t_0 = \frac{11,38 \cdot 1221 + 11,68 \cdot 1341 + 16,67 \cdot 805 + 16,64 \cdot 795}{4162} = 13,50\text{с}$$

$$T_P = \frac{365 \cdot 4162 \cdot 13,50}{3600 \cdot 0,1} = 56979, \text{ авт/год.}$$

$$C_{TP} = 56979 \cdot (300 \cdot 0,82 + 600 \cdot 0,01 + 750 \cdot 0,03 + 400 \cdot 0,13 + 500 \cdot 0,01) = 18888539\text{грн}$$

Перехрестя проспекту Соборного та вулиці Поштова за 2007 рік.

Визначаємось з потоком насичення, так як, у нас ширина проїзної частини дороги в напрямку по головній та до центру по другорядній, буде дорівнювати сумі ширини кожної смуги(у нашому випадку 3 в кожному напрямку).

$$\omega = 3,75 + 3,75 + 3,75 = 11,25 \text{ м.}$$

$$M = 525 \cdot 11,25 = 5906 \text{ од/год.}$$

Та по другорядній від центру(2 смуги):

$$\omega = 3,75 + 3,75 = 7,5 \text{ м.}$$

$$M = 525 \cdot 7,5 = 3937 \text{ од/год.}$$

Дані з тривалості повного циклу, та зеленого світлофорів наведенні в таблиці 3.2

Таблиця 3.2 Тривалість циклу світлофора

Напрямок	Зелений сигнал, с	Повний цикл, с
1	30	90
2	30	90
3	30	90
4	35	80
5	30	90
6	30	90
7	35	80
8	35	80
9	35	80
10	35	80
11	35	80
12	35	80
13	35	80
14	35	80

Приведені інтенсивності беремо з таблиці 1.8

По формулі 3.4 розраховуємо середню затримку автомобіля в кожній фазі

$$t_{01} = \frac{5906,25 \cdot (90 - 30)^2}{2 \cdot 90(5906,25 - 1515)} = 26,90 \text{с}$$

$$t_{02} = \frac{5906,25 \cdot (90 - 30)^2}{2 \cdot 90(5906,25 - 1224)} = 25,23 \text{с}$$

$$t_{03} = \frac{5906,25 \cdot (80 - 35)^2}{2 \cdot 80(5906,25 - 553)} = 13,96 \text{с}$$

$$t_{04} = \frac{3937,5 \cdot (80 - 35)^2}{2 \cdot 80(3937,5 - 253)} = 13,53 \text{с}$$

По формулі 3.3 розраховуємо середньозважену затримку автомобілів:

$$t_0 = \frac{26,90 \cdot 1515 + 25,23 \cdot 1224 + 13,96 \cdot 553 + 13,53 \cdot 253}{3545} = 23,35 \text{с}$$

По формулі 3.2 розраховуємо витрати часу транспортними засобами за рік:

$$T_P = \frac{365 \cdot 3545 \cdot 23,35}{3600 \cdot 0,1} = 83926, \text{ авт/ГОД}$$

По формулі 3.1 розраховуємо вартість часу, втраченого транспортними засобами, при пересуванні по конкретній ділянці вулично-дорожньої мережі

Дані з частками автомобілів певного типу наведенні на рис 1.44

$$C_{TP} = 83926 \cdot (300 \cdot 0,72 + 600 \cdot 0,02 + 750 \cdot 0,03 + 400 \cdot 0,22 + 500 \cdot 0,01) = 288288581, \text{ грн}$$

Аналогічно розраховуємо затрати за 2019 рік ,але зміниться тільки інтенсивність руху на перехресті.

$$t_{01} = \frac{5906,25 \cdot (90 - 30)^2}{2 \cdot 90(5906,25 - 1011)} = 24,13 \text{ с}$$

$$t_{02} = \frac{5906,25 \cdot (90 - 30)^2}{2 \cdot 90(5906,25 - 1376)} = 26,07 \text{ с}$$

$$t_{03} = \frac{5906,25 \cdot (80 - 35)^2}{2 \cdot 80(5906,25 - 298)} = 13,33 \text{ с}$$

$$t_{04} = \frac{3937,5 \cdot (80 - 35)^2}{2 \cdot 80(3937,5 - 201)} = 13,34 \text{ с}$$

$$t_0 = \frac{24,13 \cdot 1011 + 26,07 \cdot 1376 + 13,33 \cdot 298 + 13,34 \cdot 201}{2886} = 23,19 \text{ с}$$

$$T_P = \frac{365 \cdot 2886 \cdot 23,19}{3600 \cdot 0,1} = 67857, \text{ авт/год}$$

$$C_{TP} = 67857 \cdot (300 \cdot 0,72 + 600 \cdot 0,01 + 750 \cdot 0,01 + 400 \cdot 0,25 + 500 \cdot 0,01) = 22698167, \text{ грн}$$

Перехрестя проспекту Соборного та вул. Українська за 2007 рік.

$$\omega = 3,75 + 3,75 + 3,75 = 11,25 \text{ м.}$$

$$M = 525 \cdot 11,25 = 5906,25 \text{ од/год.}$$

Дані з тривалості повного циклу, та зеленого світлофорів наведенні в таблиці 3.3

Таблиця 3.3 Тривалість циклу світлофора

Напрям	Зелений сигнал,с	Повний цикл, с
1	30	92
2	61	92
3	29	92
4	29	92
5	30	92
6	30	92
7	61	92
8	29	92
9	29	92
10	29	92

Приведені інтенсивності беремо з таблиці 1.6

По формулі 3.4 розраховуємо середню затримку автомобіля в кожній фазі

$$t_{01} = \frac{5906,25 \cdot (92 - 30)^2}{2 \cdot 92(5906,25 - 1511)} = 28,07 \text{ с}$$

$$t_{02} = \frac{5906,25 \cdot (92 - 61)^2}{2 \cdot 92(5906,25 - 1847)} = 7,6 \text{ с}$$

$$t_{03} = \frac{5906,25 \cdot (92 - 29)^2}{2 \cdot 92(5906,25 - 1652)} = 29,95 \text{с}$$

$$t_{04} = \frac{5906,25 \cdot (92 - 29)^2}{2 \cdot 92(5906,25 - 721)} = 24,57 \text{с}$$

По формулі 3.3 розраховуємо середньозважену затримку автомобілів:

$$t_0 = \frac{28,07 \cdot 1511 + 7,6 \cdot 1847 + 29,95 \cdot 1652 + 24,57 \cdot 721}{5731} = 21,57 \text{ с.}$$

По формулі 3.2 розраховуємо витрати часу транспортними засобами за рік:

$$T_p = \frac{365 \cdot 5731 \cdot 21,57}{3600 \cdot 0,1} = 125359, \text{ авт/год.}$$

По формулі 3.1 розраховуємо вартість часу, втраченого транспортними засобами, при пересуванні по конкретній ділянці вулично-дорожньої мережі

Дані з частками автомобілів певного типу наведенні на рис 1.10

$$C_{TP} = 125359 \cdot (300 \cdot 0,82 + 600 \cdot 0,01 + 750 \cdot 0,04 + 400 \cdot 0,12 + 500 \cdot 0,01) = 419995265, \text{ грн.}$$

Перехрестя проспекту Соборного та вул. Українська за 2011 рік.

$$\omega = 3,75 + 3,75 + 3,75 = 11,25 \text{ м.}$$

$$M = 525 \cdot 11,25 = 5906,25 \text{ од/год.}$$

Дані з тривалості повного циклу, та зеленого світлофорів наведенні в таблиці 3.4

Таблиця 3.4 Тривалість циклу світлофора

Напрям	Зелений сигнал, с	Повний цикл, с
1	30	92
2	61	92
3	29	92
4	29	92
5	30	92
6	30	92
7	61	92
8	29	92
9	29	92
10	29	92

Приведені інтенсивності беремо з таблиці 1.10

По формулі 3.4 розраховуємо середню затримку автомобіля в кожній фазі

$$t_{01} = \frac{5906,25 \cdot (92 - 30)^2}{2 \cdot 92(5906,25 - 1430)} = 27,57 \text{ с}$$

$$t_{02} = \frac{5906,25 \cdot (92 - 61)^2}{2 \cdot 92(5906,25 - 2015)} = 7,93 \text{ с}$$

$$t_{03} = \frac{5906,25 \cdot (92 - 29)^2}{2 \cdot 92(5906,25 - 1912)} = 31,90 \text{с}$$

$$t_{04} = \frac{5906,25 \cdot (92 - 29)^2}{2 \cdot 92(5906,25 - 654)} = 24,26 \text{с}$$

По формулі 3.3 розраховуємо середньозважену затримку автомобілів:

$$t_0 = \frac{27,57 \cdot 1430 + 7,93 \cdot 2015 + 31,90 \cdot 1912 + 24,26 \cdot 654}{6011} = 21,99 \text{ с.}$$

По формулі 3.2 розраховуємо витрати часу транспортними засобами за рік:

$$T_p = \frac{365 \cdot 6011 \cdot 21,99}{3600 \cdot 0,1} = 134078, \text{ авт/год}$$

По формулі 3.1 розраховуємо вартість часу, втраченого транспортними засобами, при пересуванні по конкретній ділянці вулично-дорожньої мережі

Дані з частками автомобілів певного типу наведенні на рис 1.20

$$C_{TP} = 134078 \cdot (300 \cdot 0,81 + 600 \cdot 0,02 + 750 \cdot 0,03 + 400 \cdot 0,12 + 500 \cdot 0,01) = 44849091, \text{ грн}$$

Аналогічно розраховуємо затрати за 2019 рік ,але зміниться тільки інтенсивність руху на перехресті.

$$t_{01} = \frac{5906,25 \cdot (92 - 30)^2}{2 \cdot 92(5906,25 - 1187)} = 26,15 \text{с}$$

$$t_{02} = \frac{5906,25 \cdot (92 - 61)^2}{2 \cdot 92(5906,25 - 1993)} = 7,88 \text{с}$$

$$t_{03} = \frac{5906,25 \cdot (92 - 29)^2}{2 \cdot 92(5906,25 - 1435)} = 28,49 \text{с}$$

$$t_{04} = \frac{5906,25 \cdot (92 - 29)^2}{2 \cdot 92(5906,25 - 534)} = 23,71 \text{с}$$

$$t_0 = \frac{26,15 \cdot 1187 + 7,88 \cdot 1993 + 28,49 \cdot 1435 + 23,71 \cdot 534}{5149} = 19,47 \text{ с}$$

$$T_p = \frac{365 \cdot 5149 \cdot 19,47}{3600 \cdot 0,1} = 101690, \text{ авт/год}$$

$$C_{TP} = 101690 \cdot (300 \cdot 0,89 + 600 \cdot 0,01 + 750 \cdot 0,01 + 400 \cdot 0,08 + 500 \cdot 0,01) = 32286575 \text{ грн}$$

На підставі виконаних розрахунків будуємо діаграми залежності витрат від інтенсивності руху по рокам, рис 3.1-3.3.

Перехрестя проспекту Соборного та проспекту Металургів

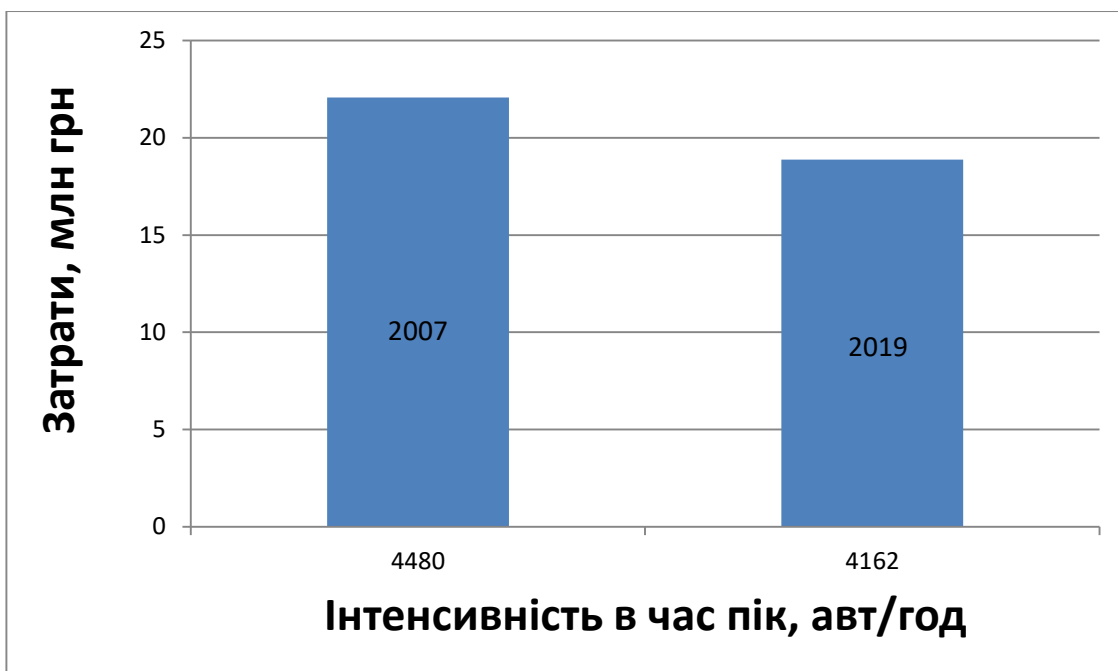


Рисунок 3.1-Залежність затрат від інтенсивності руху

Перехрестя проспекту Соборного та вул. Поштова

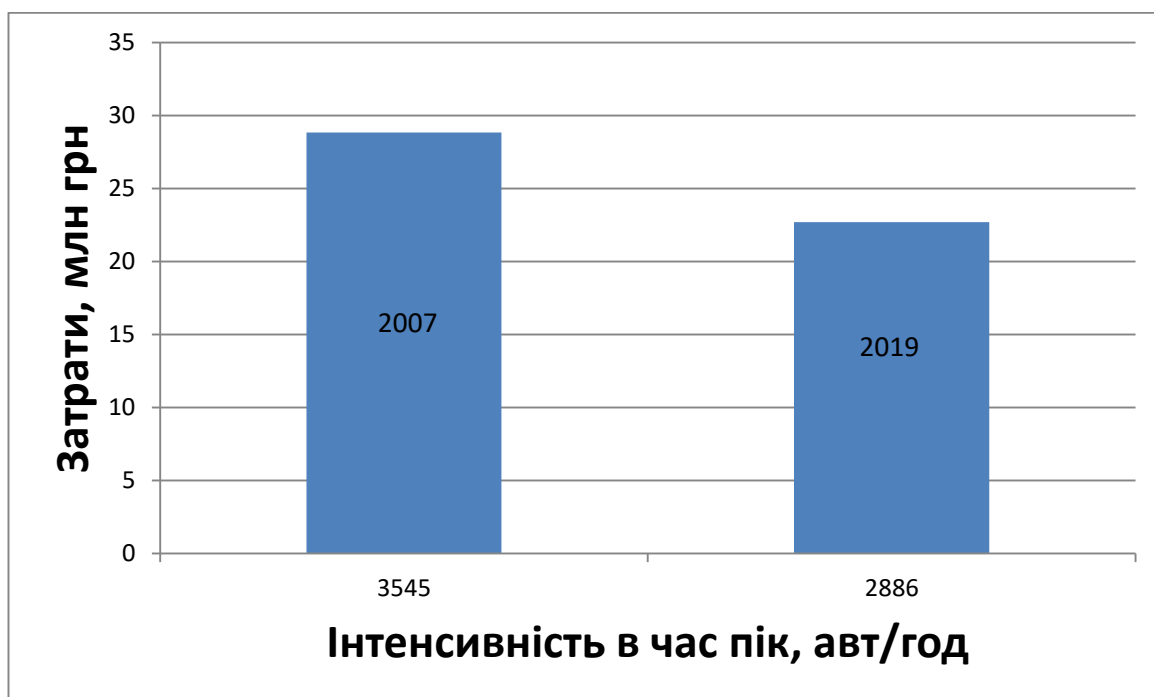


Рисунок 3.2-Залежність затрат від інтенсивності руху

Перехрестя проспекту Соборного та вул. Українська



Рисунок 3.3-Залежність затрат від інтенсивності руху

3.2 Визначення транспортно-експлуатаційних витрат за проєктними даними

Для визначення різниці між фактичними та прогнозованими даними в магістерській роботі проведемо аналогічні розрахунки затрати за 2011 рік , взявши очікувану інтенсивність.

Перехрестя пр. Соборного та вул. Українська

$$t_{01} = \frac{5906,25 \cdot (92 - 30)^2}{2 \cdot 92(5906,25 - 1745)} = 29,65\text{с}$$

$$t_{02} = \frac{5906,25 \cdot (92 - 61)^2}{2 \cdot 92(5906,25 - 2459)} = 8,95\text{с}$$

$$t_{03} = \frac{5906,25 \cdot (92 - 29)^2}{2 \cdot 92(5906,25 - 2333)} = 35,65 \text{с}$$

$$t_{04} = \frac{5906,25 \cdot (92 - 29)^2}{2 \cdot 92(5906,25 - 789)} = 24,90 \text{с}$$

$$T_P = \frac{365 \cdot 7335 \cdot 24,07}{3600 \cdot 0,1} = 179024$$

$$t_{01} = \frac{5906,25 \cdot (92 - 30)^2}{2 \cdot 92(5906,25 - 1393)} = 27,34 \text{с}$$

$$t_0 = \frac{29,65 \cdot 1745 + 8,95 \cdot 2459 + 35,65 \cdot 2333 + 24,90 \cdot 789}{7335} = 24,07 \text{ с, авт/год}$$

$$C_{TP} = 179024 \cdot (300 \cdot 0,89 + 600 \cdot 0,01 + 750 \cdot 0,01 + 400 \cdot 0,08 + 500 \cdot 0,01) = 59883528 \text{ грн}$$

Аналогічно розраховуємо затрати за 2019 рік , взявши очікувану інтенсивність.

$$t_{02} = \frac{5906,25 \cdot (92 - 61)^2}{2 \cdot 92(5906,25 - 2339)} = 8,65 \text{с}$$

$$t_{03} = \frac{5906,25 \cdot (92 - 29)^2}{2 \cdot 92(5906,25 - 1684)} = 30,17 \text{с}$$

$$t_{04} = \frac{5906,25 \cdot (92 - 29)^2}{2 \cdot 92(5906,25 - 627)} = 24,13 \text{с}$$

$$t_0 = \frac{27,34 \cdot 1393 + 8,65 \cdot 2339 + 30,17 \cdot 1684 + 24,13 \cdot 627}{6043} = 20,56 \text{ с}$$

$$T_p = \frac{365 \cdot 6043 \cdot 20,56}{3600 \cdot 0,1} = 125980, \text{ авт/год}$$

$$C_{TP} = 125980 \cdot (300 \cdot 0,89 + 600 \cdot 0,01 + 750 \cdot 0,01 + 400 \cdot 0,08 + 500 \cdot 0,01) = 39998650 \text{ грн}$$

Перехрестя пр. Соборного та пр. Металургів

Аналогічно розраховуємо затрати за 2019 рік , взявши очікувану інтенсивність.

$$t_{01} = \frac{5906,25 \cdot (80 - 42)^2}{2 \cdot 80(5906,25 - 1324)} = 11,63 \text{ с}$$

$$t_{02} = \frac{5906,25 \cdot (80 - 42)^2}{2 \cdot 80(5906,25 - 1454)} = 11,97 \text{ с}$$

$$t_{03} = \frac{5906,25 \cdot (80 - 32)^2}{2 \cdot 80(5906,25 - 873)} = 16,90 \text{ с}$$

$$t_{04} = \frac{5906,25 \cdot (80 - 32)^2}{2 \cdot 80(5906,25 - 862)} = 16,86 \text{ с}$$

$$t_0 = \frac{11,63 \cdot 1324 + 11,97 \cdot 1454 + 16,90 \cdot 873 + 16,89 \cdot 862}{4513} = 13,79 \text{ с}$$

$$T_p = \frac{365 \cdot 4513 \cdot 13,79}{3600 \cdot 0,1} = 62958, \text{ авт/год}$$

$$C_{TP} = 62958 \cdot (300 \cdot 0,82 + 600 \cdot 0,01 + 750 \cdot 0,03 + 400 \cdot 0,13 + 500 \cdot 0,01) = 20870577, \text{ грн}$$

Перехрестя пр. Соборного та вул. Поштова

Аналогічно розраховуємо затрати за 2019 рік, взявши очікувану інтенсивність.

$$t_{01} = \frac{5906,25 \cdot (90 - 30)^2}{2 \cdot 90(5906,25 - 1251)} = 25,37 \text{с}$$

$$t_{02} = \frac{5906,25 \cdot (90 - 30)^2}{2 \cdot 90(5906,25 - 1703)} = 28,10 \text{с}$$

$$t_{03} = \frac{5906,25 \cdot (80 - 35)^2}{2 \cdot 80(5906,25 - 369)} = 13,50 \text{с}$$

$$t_{04} = \frac{3937,5 \cdot (80 - 35)^2}{2 \cdot 80(3937,5 - 249)} = 13,51 \text{с}$$

$$t_0 = \frac{25,37 \cdot 1251 + 28,10 \cdot 1703 + 13,50 \cdot 369 + 13,51 \cdot 249}{3572} = 24,62 \text{с}$$

$$T_P = \frac{365 \cdot 3572 \cdot 24,62}{3600 \cdot 0,1} = 89170, \text{ авт/год}$$

$$C_{TP} = 89170 \cdot (300 \cdot 0,72 + 600 \cdot 0,01 + 750 \cdot 0,01 + 400 \cdot 0,25 + 500 \cdot 0,01) = 29827365 \text{грн}$$

На підставі виконаних розрахунків будуємо діаграми різниць затрат за прогнозованою інтенсивністю та фактичною на кожному перехресті (див. рис. 3.1-3.3 та слайди №№ 15-17).

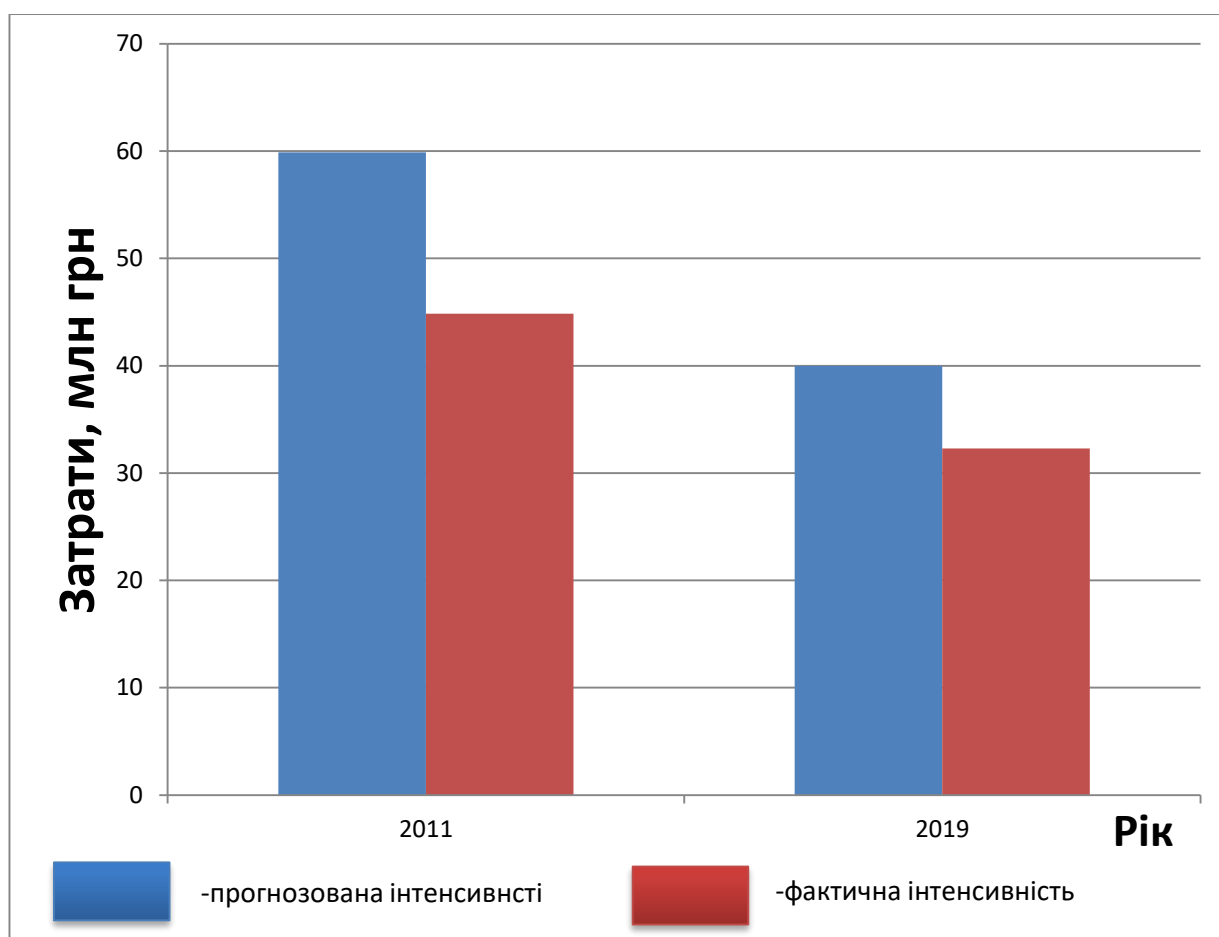


Рисунок 3.4- Різниця затрат за прогнозованою інтенсивністю та фактичною на перехресті пр. Соборного та вул. Українська

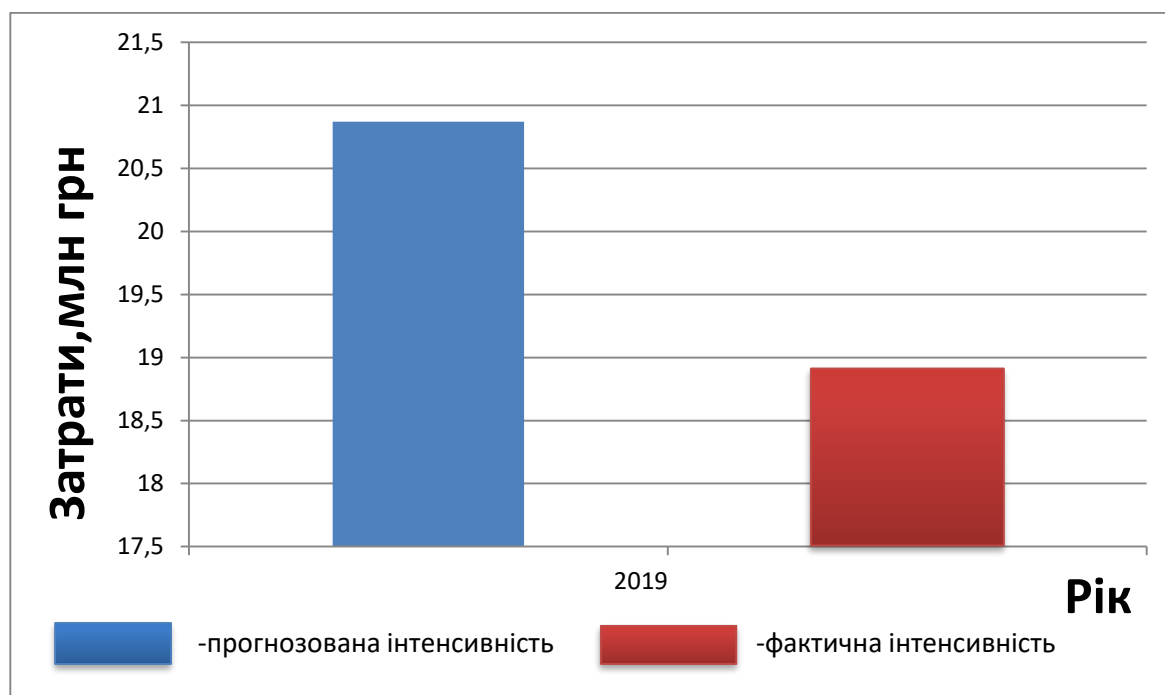


Рисунок 3.5- Різниця затрат за прогнозованою інтенсивністю та фактичною на перехресті пр. Соборного та пр. Металургів

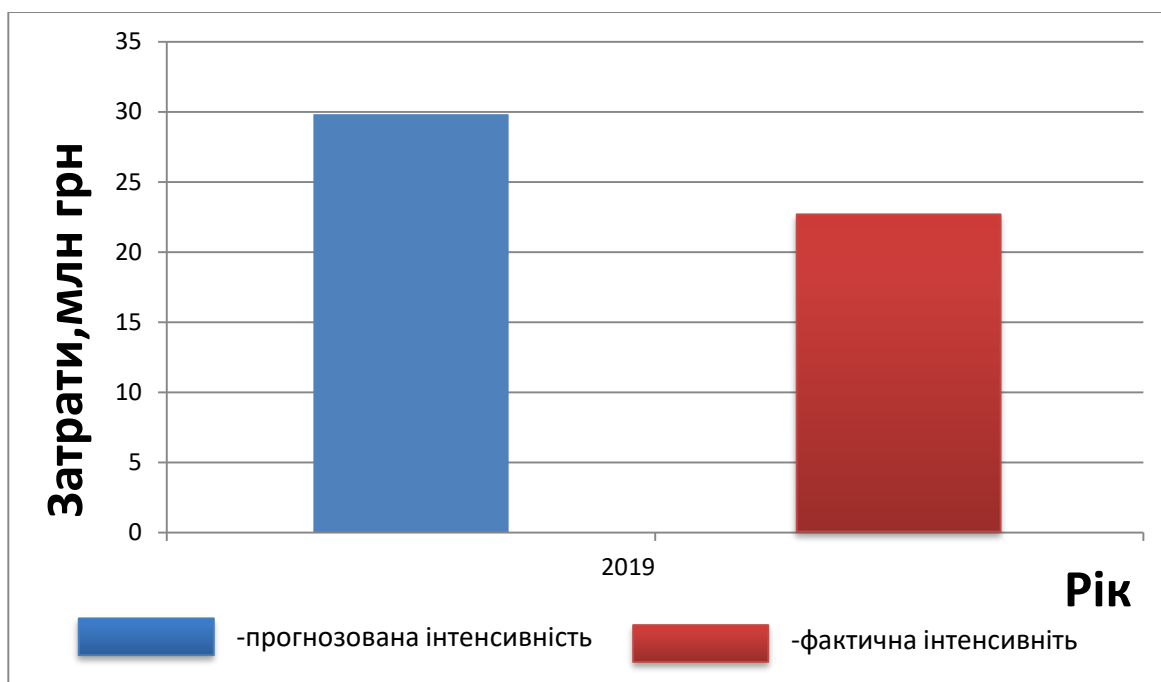


Рисунок 3.6- Різниця затрат за прогнозованою інтенсивністю та фактичною на перехресті пр. Соборного та вул. Поштова

Висновок: В основній частині роботи було зроблено висновок, що методи прогнозування доцільно використовувати на короткий перспективний період, а економічна частина є цьому підтвердження, так як різниця інтенсивностей між прогнозованими та фактичними за 2011 рік на перехресті пр. Соборного та вул. Українська дорівнює 2,89%, а різниця затрат 15034103грн.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В магістерській роботі розглядаються методи прогнозування інтенсивності руху на автомобільних дорогах в сучасних умовах. В даному розділі розглянемо потенційні небезпеки та заходи захисту від них при виконанні дослідницьких робіт, можливого негативного впливу санітарно-гігієнічних факторів в робочих зонах дослідницької лабораторії, заходи з пожежної безпеки та захист персоналу в умовах надзвичайних ситуацій[12].

4.1 Аналіз потенційних небезпек

1. Фізичне травмування під час збору статистичних даних транспортної ситуації на перехресті, аби не створювати аварій ситуацій.
2. Переохолодження дослідника під час збору даних на повітрі в холодну пору року.
3. Негативний вплив факторів виробничого середовища на дослідника в лабораторії обладнаній персональним комп'ютером (ПК).
4. Незадовільна організація робочого місця, недостатнє врахування вимог ергономіки, нераціональне розташування технологічного обладнання та захаращеність робочої зони або підвищені психофізіологічні навантаження при роботі з персональним комп'ютером, які виникають через нераціональну організацію робочого часу.
5. Підвищений рівень шуму, що призводить до перевтоми та негативно впливає на органи слуху.
6. Негативний вплив електромагнітних полів та випромінювання на дослідника.
7. Можливе ураження електричним струмом із за не правильного заземлення електрообладнання в приміщенні з ПК.
8. Небезпечні умови роботи з ПК, а саме зображення з блиманням, сильна яскравість або контрастність, відблискування екрана і так далі.

9. Не правильна освітленість приміщення, яка призводить до ураження зору.

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

1. Для запобігання аварійних ситуацій ,необхідно знаходитися на безпечній відстані від дороги(5м від краю проїзної частини)

2. Електроживлення електрообладнання приміщення з ПК здійснюється від мережі змінного струму напругою 220 В і частотою 50 Гц. Відповідно до вимог «ПУЕ», електрообладнання в приміщенні з ПК, характеризується як електроустановки до 1000 В, тому згідно вимог глави 1.7 «ПУЕ» та ГОСТ 12.1.030-81 (2001) «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление», величина опору контуру захисного заземлення електрообладнання приміщення з ПК у будь-яку пору року не перевищує – 4 Ом.

3. Відповідно до вимог розділу «Мінімальні вимоги з охорони праці», директиви ЕС 90/270 ЕЕС виконані основні вимоги до моніторів, які жорстко регламентують безпечні умови роботи і захист здоров'я осіб, що працюють з комп'ютерами:

- символи на екрані чіткі і добре розрізняються;
- зображення позбавлене блимання;
- яскравість та / або контрастність легко регулюються;
- екрани вільні від відблисків і відбиття;
- випромінювання знижені до надзвичайно малих рівнів.

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

1. Електромагнітні поля та випромінювання (згідно ДСанНіП 3.3.6.096-2002 «Державними санітарними нормами і правилами при роботі з джерелами електромагнітних полів», ДСН 239-96 «Державні санітарні норми

і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань» і ГОСТ 12.1.045-84 «ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»);

2. Згідно ДСТУ 7239:2011. «Система стандартів безпеки праці, засоби індивідуального захисту» ,для запобігання переохолодження в холодну пору року, потрібно одягти спецодяг.

3. Згідно ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» Для приміщень, які мають зони з різними режимами роботи, повинне передбачатись окреме управління освітленням таких зон. Для штучного освітлення приміщень слід використовувати найбільш енергоекономічні світлодіодні джерела освітлення.

4. Іонізуючі випромінювання (згідно НРБУ-97/Д-2000 «Норми радіаційної безпеки України» і ОСПУ-2005 «Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України»);

5. Для запобігання дії шкідливих та небезпечних факторів на дослідника в лабораторії яка обладнана ПК, таких як: освітленість , шум, мікроклімат і інше .Проведемо заміри, поставимо оцінки рівня умов, важкості та напруженості праці дослідника за бальною шкалою та внесемо данні в таблицю 4.1.

Відповідно до додатка А [10], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, до 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії Іа.

З додатків[10], відповідно до категорії робіт Іа, розряду зорових робіт Б-2 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до таблиці 4.1 «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Таблиця 4.1 - Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{\text{вим}}$	Час дії год.	ГДК, ГДР, показники, $P_{\text{доп}}$	$X_{\text{визн}}$, бали	Клас умов праці	X_i , бали
1	2	3	4	5	6	7
Мікроклімат за ТНС-індексом, t, °C	30	7	23,5-26,4	4	3.4	4
Освітленість приміщення E, лк	100	7	200	—	3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $Z_{\text{ор}}$	Б-2	—	—	—	—	—
Рівень шуму L, дБА	107	4	60	—	3.4	2
Загальні енергозатрати організму, Вт	240	6	139	1,29	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	62000	6	40000	1,16		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	84	6	75	0,84		
Тривалість робочого дня, год.	7	7	8	0,11		

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти $X_{\text{визн}}$ та вносимо їх значення до таблиці 4.1 «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС індекс, додаток Б [10]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{\text{визн}}$ при оцінці мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 4.1:

$$X_{\text{визн}} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{4 \cdot 8}{8} = 4 \quad (4.1)$$

- для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою 4.2[10]:

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

$$X_{\text{визн}} = \frac{P_{\text{вим}} \cdot T \cdot K_{\text{знач}}}{8 \cdot P_{\text{доп}}} = \frac{240 \cdot 6 \cdot 1}{8 \cdot 139} = 1,29 \quad (4.2)$$

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

$$X_{\text{визн}} = \frac{P_{\text{вим}} \cdot T \cdot K_{\text{знач}}}{8 \cdot P_{\text{доп}}} = \frac{62000 \cdot 6 \cdot 1}{8 \cdot 40000} = 1,16$$

Тривалість зосередження уваги (% від часу робочого дня), $K_{\text{знач}} = 1,0$

$$X_{\text{визн}} = \frac{P_{\text{вим}} \cdot T \cdot K_{\text{знач}}}{8 \cdot P_{\text{доп}}} = \frac{84 \cdot 6 \cdot 1}{8 \cdot 75} = 0,84$$

Тривалість робочого дня, $K_{\text{знач}} = 0,15$

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

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до таблиці 4.1 :

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{\text{визн}} = 4$, з таблиці 4.1 – 3 клас, 4 ступінь (3.4) [];
- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{\text{вим}} = 100$ лк, за додаваннями Г та табл. Г.1 – 1 клас, (1) [10];

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{\text{вим}} = 107$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 – 3 клас, 4 ступінь (3.) [10];
- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{\text{визн}}$ за формулою 4.3 [10]:

$$X_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n X_i = 1,29 + 1,16 + 0,84 + 0,11 = 3,4 \quad (4.3)$$

З таблиці 4.1 [10] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{\text{сум}} = 3,4$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

Оскільки загальна гігієнічна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, з урахуванням комбінованої та сумісної дії шкідливих 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 в лабораторії обладнаній ПК належать до 3 класу, 4 ступеню.

Оскільки при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів діючих на дослідника за бальною шкалою, та вносимо їх значення до таблиці 4.1 :

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{\text{ст}} = X_i = 4$;
- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 2 класу умов праці, згідно додатку Г [10] – $X_{\text{ст}} = X_i = 1$;
- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці та діє протягом 4 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 4.4 [10]:

$$X_i = X_{\text{ст}} \cdot \frac{T}{7} = 3 \cdot \frac{4}{7} = 1,71 \quad (4.4)$$

- 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 – $X_{\text{ст}} = X_i = 3$;

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 4.5 [10]:

$$X_{\text{факт}} = \sum_{i=1}^n X_i = 4 + 1 + 1,71 + 3 = 9,71 \quad (4.5)$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{\text{факт}} = 9,71$, 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». Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 20 % [10].

На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці є наступні пропозиції, щодо усунення шкідливих факторів:

Відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці дослідника лабораторії належать до категорії Ia, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії Ia, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 23,5-26,4°C;
- рівень шуму в робочий зоні дослідника лабораторії – 60 дБА;
- загальні енергозатрати організму, до 140 Вт;
- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 40000;

- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 75%; - тривалість робочого дня, 6 год.

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 або кондиціювання приміщення;
- 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 до 6 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.

Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці[10], у розмірі 20 %.

4.4 Заходи з пожежної безпеки

Комплекс протипожежних заходів для приміщення дослідницької лабораторії розроблений згідно вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Виходячи з аналізу речовин та матеріалів, які використовуються при роботі у приміщенні дослідницької лабораторії згідно ДСТУ EN 2:2014 «Класи-

фікація пожеж (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT)» у приміщенні дослідницької лабораторії можлива пожежа класів – А (пожежа, що супроводжується горінням твердих речовин), горіння папару, деревини в результаті короткого замикання пошкоджених або перевантажених електроприладів, або електричних мереж;

Відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», воно належить до категорії «Г» з пожежної небезпеки негорючі речовини і/або матеріали у гарячому, розпеченому і/або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, утворенням іскор і/або полум'я; горючі гази, рідини і/або тверді речовини, що спалюються або утилізуються як паливо.

Оскільки приміщення дослідницької лабораторії належить до категорії «Г» з пожежної небезпеки, тому відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» воно має II ступінь вогнестійкості.

У разі виникнення пожежі у приміщенні дослідницької лабораторії для евакуації персоналу відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» передбачені виходи, по обидва кінці приміщення, з одного боку двері аварійного евакуаційного виходу, а з іншого – вхідні двері.

З технічних та організаційних заходів запобігання пожеж в приміщенні дослідницької лабораторії передбачені наступні протипожежні заходи. На силовому обладнанні, силових та освітлювальних колах, згідно вимог пункту 3.1 «ПУЕ», встановлені захисні пристрої, що вимикають джерело живлення від ділянки електричного кола, у якій виникло коротке замикання.

Згідно вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту», в приміщенні дослідницької лабораторії обладнаному встановлена система пожежної й охоронної сигналізації «Сигнал-ВК6». Яка забезпечує виявлення теплових і димових ознак пожежі і місця виникнення пожежі з точністю до місця

розміщення датчика. Згідно з наказом МВСУ 15.01.2018 № 25 для визначених категорій у дослідницькій лабораторії повинні бути встановлені 2 переносні порошкові вогнегасники ВП-3.

Для приміщення дослідницької лабораторії обладнаної ПК 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 з розрахунку один вогнегасник з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг. і більше, на 20 м² площі приміщення. Згідно цього враховуючи, що приміщення лабораторії не перевищує 20 м², для її обладнання використовуємо вогнегасники типу ВВК-3,5 у кількості 1 штуках [10].

4.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

Дії робітників, службовців і населення при аварії з викидом (розливом) сильнодіючих отруйних речовин.[11]

Робітники та службовці, почувши сигнал оповіщення, негайно використовують засоби індивідуального захисту – ізолюючі та промислові протигази, потім виконують заходи, передбачені на цей випадок спеціальною інструкцією підприємства (цеху), укриваються в підготовлених сховищах чи виходять із зони зараження. При оголошенні безпосереднім керівником робіт рішення про евакуацію зобов'язані з'явитися на збірні евакуаційні пункти об'єкта. Особи, які входять до складу невоєнізованих формувань цивільної оборони, прибувають на пункт збору формування і беруть участь у локалізації та ліквідації вогнища хімічного зараження. Особи, які одержали незначні ураження, звертаються в медичні установи для визначення ступеня ураження і проведення профілактичних заходів. В усіх випадках вхід у виробничі будівлі, підвали й інші приміщення дозволяється тільки після контрольної перевірки вмісту СДОР за

рішенням безпосереднього керівника робіт з ліквідації наслідків аварій. Почувши повідомлення про аварію, населення, яке попадає в небезпечну зону, повинне швидко застосувати найпростіші засоби індивідуального захисту органів дихання і шкіри.

Перебуваючи у квартирі чи службовому приміщенні, потрібно негайно зачинити вікна, кватирки, двері, вимкнути газ та інші нагрівальні прилади, загасити вогонь у печах. Для прослуховування звертання, інформації і вказівок необхідно ввімкнути місцеві програми радіомовлення і телебачення (не забути вимкнути перед виходом із приміщення). Якщо є можливість, повідомити про не безпеку сусідів.

Потрібно пам'ятати, що час підходу хмари зараженого повітря до місця вашого перебування на момент аварії вкрай обмежений. Він залежить від відстані до вогнища аварії і швидкості вітру. Так, орієнтовний час підходу первинної хмари зараженого повітря на відстані 1-20 км від місця викиду СДОР при швидкості вітру 1-7 м/с становитиме:

Відстань від місця викиду СДОР, км	Час підходу повітря хв, при швидкості вітру						
	1 м/с	2 м/с	3 м/с	4 м/с	5 м/с	6 м/с	7 м/с
1	2	3	4	5	6	7	8
1	17	8	6	4	3	3	2
2	33	17	11	9	7	6	5
3	50	25	17	13	10	8	7
4	67	33	23	17	13	11	9
5	83	42	28	21	17	14	12
6	100	50	34	25	20	17	14
7	117	58	39	29	23	19	17
8	133	67	45	33	26	22	19
9	150	75	50	38	30	25	21
10	167	83	56	42	33	28	24

При цьому необхідно враховувати, що ще кілька хвилин може бути витрачено на оголошення сигналу «Увага всім» і мовного звертання. Слід також знати, що вражаючий вплив конкретного СДОР на людину в основному залежить від його концентрації в повітрі і тривалості його впливу. Тому, якщо немає можливості залишити небезпечну зону до підходу первинної хмари, не піддавайтеся паніці і продовжуйте вживати заходи захисту. Перебуваючи на вулиці, не слід торкатися будь-яких предметів. Для захисту органів дихання на вулиці й у приміщенні можна використовувати вироби з тканини (маски), змочені водою, хутрянні або ватяні частини одягу. При закритті ними органів дихання знижується концентрація шкідливих домішок у вдихуваному повітрі в результаті їхньої адсорбції на волокнах фільтруючого матеріалу сухої пов'язки або їх поглинання водою, що зменшить тяжкість ураження. Для захисту шкіри можливе застосування шапок, рукавичок, штанів і т.д. При нецільності чи неможливості термінової евакуації, від сутності сховищ або інших герметичних укриттів можна тимчасово, хоча б на період проходження первинної хмари, залишатися в житлових чи службових приміщеннях, уживши заходи щодо їх герметизації. Знаючи тип СДОР і його властивості, зокрема вагу парів відносно повітря, можна зорієнтуватися, в яких приміщеннях доцільно укритися. Якщо пари СДОР важчі за повітря потрібно, укритися на верхніх поверхах будинків і навпаки, якщо пари СДОР легші за повітря, доцільніше укриватися на нижніх поверхах багатоповерхових будинків. У ряді випадків передбачається можливість тимчасового укриття людей у сховищах, обладнаних фільтровентиляційними установками. Однак після проходження первинної хмари при несприятливій обстановці організовується евакуація. При укритті населення у сховищах, укриттях, розташованих, як правило, у підвалах будинків, слід пам'ятати, що багато СДОР, важчі за повітря, можуть накопичуватися в низьких місцях і потрапляти у підвали. Крім того, ряд СДОР не затримуються фільтрами. У таких випадках сховища використовуються в режимі повної ізоляції. Збір людей у містах проводиться по будинках і під'їздах. Напрямок виходу населення з небезпечної зони вказується представником

органів цивільної оборони чи міліції. Якщо їх поблизу не виявиться, то потрібно виходити у бік, перпендикулярний напрямку вітру, по можливості на підняту і добре провітрювану ділянку місцевості. Якщо вдома є транзистор, не забудьте захопити його із собою і налаштувати на місцеве радіомовлення.

В даному розділі охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях було розглянуто потенційні небезпеки, які впливають на дослідника. Розроблені заходи по їх усуненню. Розглянуті питання та розроблені доплати робітникам за шкідливі умови праці. Розроблено заходи по пожежній безпеці та надзвичайних ситуацій.

ВИСНОВКИ

В ході виконання магістерської роботи, було розглянуто та виконано наступне.

Приведена класифікація методів прогнозування інтенсивності руху, їх галузі застосування. Обрано методи за якими будуть проводитись розрахунки.

Вибрано місця для проведення досліджень інтенсивності руху та складу транспортного потоку. Проаналізовано дані за 2007 та 2011 роки та за допомогою розрахунків отримано приведені інтенсивності руху та частки складу транспортного потоку по трьом перехрестям.

Проведено сучасні дослідження та отримані данні по перехрестям за 2019 рік.

Проаналізувавши данні, отримано також приведені інтенсивності та частки складу транспортного потоку для порівняння з прогнозуючими даними.

За обраними методами та допомогою розрахунків отримаємо очікувану інтенсивність. Порівнявши, одержуємо різницю інтенсивностей за добу. Методи екстраполяції не актуальні на довгий перспективний період, але модифікований метод складних відсотків на перехресті пр. Соборного та вул. Українська з перспективним періодом 4 роки дав найменшу різницю в 2,89%, це також підтверджує економічна частина, де різниця затрат між фактичними та прогнозованими даним дорівнює 15034103грн.

В розділі охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях було розглянуто потенційні небезпеки, які впливають на дослідника. Розроблені заходи по їх усуненню. Розглянуті питання та розроблені доплати робітникам за шкідливі умови праці. Розроблено заходи по пожежній безпеці та надзвичайних ситуацій.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения: Справ.: Пер. с англ. / В.У. Рэн-кин, П.К. Клафи, С. Халберт и др. — М.: Транспорт, 1981. — 592 с.
2. Федотова Г. А., Поспелова П. И. Справочная энциклопедия дорожника V том Проектирование автомобильных дорог //Под редакцией заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, д-ра техн. наук. проф. ГА Федотова и д-ра техн. наук. проф. ПИ Поспелова МОСКВА. – 2007.
3. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения.— М.: Транспорт, 1977. — 303 с.
4. Френкель А.А. Математические методы анализа динамики и прогнозирования производительности труда. — М.: Экономика, 1972. — 158 с.
5. Григорова Т. М., Дашенко А. Ф. Методы и практика прогнозирования расчетных характеристик автомобильных дорог //Труды Одесского политехнического университета. – 2007. – №. 1. – С. 51-56.
6. Гаврилов А.А. Моделирование дорожного руху. - М.: Транспорт, 1980. - 189 с.
7. Закалічний М., Горбуль В. Реорганізація руху шляхом віднесення правих поворотів на перехресті проспекту Леніна та вулиці Українська// Комплексний дипломний проект: ЗНТУ, 2011.
8. Аксенов В.А., Попова Е.П., Дивочкин О.А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения. - М.: Транспорт, 1987. - 128 с.
9. Временные методические указания по определению экономической эффективности технических средств и систем управления дорожным движением. - М.: ВНИИБД МВД СССР, 1982. 208 с.
10. Методичні вказівки до лабораторного заняття «Дослідження шкід-

дливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці» з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання. Укл.: М. І. Лазуткін, М. О. Журавель - Запоріжжя: ЗНТУ, 2018 р. – 44 с.

11. Шоботов В. М. Цивільна оборона: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів //К.: Центр навчальної літератури. – 2006.- 438с.

12. Кодекс цивільного захисту України. Відомості Верховної Ради (ВВР), № 34-35 / 2013 – 458 с.