

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний інститут, транспортний факультет

(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра транспортних технологій

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему ОПТИМІЗАЦІЯ РЕГУЛЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ПО
ВУЛ. ФОРТЕЧНА НА ДІЛЯНЦІ ВІД ВУЛ. ШКІЛЬНА ДО ПР.
СОБОРНОГО М. ЗАПОРІЖЖЯ

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

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

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

	<u>Колесников А.О.</u>
	(прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Грицай С.В.</u>
	(прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>Дударенко О.В.</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 транспортних технологій

проф. С.М. Турпак

«07» жовтня 2019 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Колесникова Артура Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) оптимізація регулювання дорожнього руху по вул. Фортечна на ділянці від вул. Шкільна до пр. Соборного м. Запоріжжя

керівник проєкту (роботи) Грицай Сергій Васильович,

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

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

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

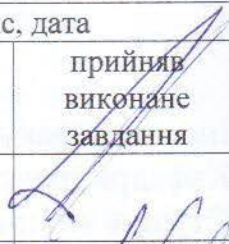
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча вулично-дорожня мережа; існуючі інтенсивності руху; базові режим регулювання дорожнім рухом; статистика дорожньо-транспортних пригод, існуючі ТЗОДР.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 2.1 Визначення швидкості руху; 2.2 Визначення елементів світлофорних циклів в ізолюваному режимі; 2.3 Визначення кількості програм дорожнього контролера; 2.4 Визначення елементів світлофорних циклів в координованому режимі; 2.5 Побудова графіку координатії; 2.6 Розробка структури та вибір технічних засобів АСУДР; 2.7 Техніко-експлуатаційні показники системи.

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

1 Схема дислокації ТЗОДР; 2 Картограма, пофазовий роз'їзд, циклограми СФР ранкового періоду; 3 Картограма, пофазовий роз'їзд, циклограми СФР денного періоду; 4 Картограма, пофазовий роз'їзд, циклограми СФР вечірнього періоду; 5 Графік координатії ранкового періоду; 6 Графік координатії денного періоду; 7 Графік координатії вечірнього періоду; 8 Техніко-експлуатаційні показники.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент(ка)

(підпис)

А.О. Колесников
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

С.В. Грицай
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 112 с., 31 табл., 26 рис., 13 джерел.

Об'єкт дослідження - перехрестя вул. Фортечна з вул. Шкільною, Святого Миколая, Горького, проспектом Соборним.

Мета роботи - запровадити координоване регулювання на чотирьох локальних перехрестях, визначити інтенсивності дорожнього руху, визначити елементи світлофорного циклу для безупинного проїзду у магістральних напрямках, усунути недоліки ОДР й розробити ряд заходів для підвищення безпеки дорожнього руху, визначити економічну ефективність від впровадження координованого регулювання.

Метод дослідження - аналітичний.

Надана характеристика району Проектування, розраховано швидкості руху, знайдено ключове перехрестя, підраховано і приведено інтенсивності руху, побудований графік координованого регулювання на магістралі, що складається з чотирьох перехресть, визначені модель АСУДР, структура циклів, набір оптимальних фазових зсувів, кількість програм координації для кожного перехрестя, розраховані техніко-експлуатаційні показники системи та економічні показники, розроблено ряд заходів з охорони праці для підвищення безпеки.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ДОРОЖНІМ РУХОМ, АБСОЛЮТНИЙ ЗСУВ, ЗМІЩЕННЯ, ГРАФІК КООРДИНАЦІЇ, КЛЮЧОВЕ ПЕРЕХРЕСТЯ, КООРДИНОВАНИЙ РЕЖИМ, ШВИДКІСТЬ РУХУ, СТРІЧКИ ЧАСУ, ТРАНСПОРТНІ ЗАТРИМКИ, ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ, ПОФАЗНИЙ РОЗ'ЇЗД, ФАЗИ РЕГУЛЮВАННЯ, ОСНОВНИЙ ТАКТ, ПОТІК НАСИЧЕННЯ, ПЕРЕХІДНИЙ ІНТЕРВАЛ.

ЗМІСТ

Завдання на роботу	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	8
1.1 Загальна характеристика району Проєктування.....	8
1.2 Загальна характеристика велично-дорожньої мережі.....	11
1.3 Характеристика транспортних потоків.....	17
1.4 Елементи світлофорних циклів.....	29
1.5 Стан ВДМ та аналіз аварійності.....	34
1.6 Аналіз патентної інформації.....	37
1.7 Недоліки схеми ОДР та методи їх усунення.....	41
2 Основна частина.....	43
2.1 Визначення швидкості руху.....	43
2.2 Визначення елементів світлофорних циклів в ізольованих перехрестях..	44
2.3 Визначення кількості програм для дорожнього контролера.....	68
2.4 Визначення елементів світлофорних циклів в координованому режимі...	72
2.5 Побудова графіку координації.....	77
2.6 Розробка структури та вибір технічних засобів АСУДР.....	79
2.7 Техніко-експлуатаційні показники системи.....	84
3 Економічна частина	90
3.1 Розрахунок капітальних вкладень.....	90
3.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат.....	91
3.3 Розрахунок вартості втраченого часу.....	93
3.4 Розрахунок економічної ефективності.....	94
4 Охорона праці і безпека у надзвичайних ситуаціях.....	96
4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів.....	96
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	97

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	98
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	105
4.5 Заходи по забезпеченню безпеки в надзвичайних ситуаціях.....	106
Висновки.....	110
Перелік посилань.....	111

ВСТУП

В загальній проблемі підвищення ефективності транспортних процесів важливе місце належить впровадженню автоматизованих систем управління дорожнім рухом АСУДР, побудованої на базі сучасних засобів автоматики та обчислювальної техніки [1].

Основною метою впровадження АСУДР є підвищення ефективності функціонування вулично-дорожньої мережі міста. Досягнення цієї мети потребує вирішення цілого комплексу технологічних, технічних та організаційних задач, пов'язаних з Проектуванням, будівництвом та організацією експлуатації АСУДР. Технологічним об'єктом управління в АСУДР є вулично-дорожня мережа та транспортні і пішохідні потоки на ній, а також інструкції, за якими здійснюються організація та управління дорожнім рухом. Управління дорожнім рухом - це методи й прийоми зміни параметрів транспортних потоків у часі [1]. Найважливішим заходом, направленим на підвищення ефективності і якості роботи автоматизованої системи є застосування координованого управління рухом транспортних потоків.

В роботі розглядається впровадження координованого управління на міській магістралі, що містить чотири перехрестя.

Для ефективного керування транспортним потоком передбачається вирішення наступних задач:

- раціональний розподіл транспортних потоків на міській магістралі;
- розрахунок параметрів світлофорного регулювання з використанням електронної обчислювальної машини (ЕОМ);
- розробка планів координації з використанням ЕОМ;
- складання схеми технічних засобів організації дорожнього руху на заданому перехресті магістралі;
- розрахунок техніко-економічних показників.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика району Проектування

Запоріжжя - місто в Україні, адміністративний центр Запорізької області, розташований на річці Дніпро. Місто, разом з навколишніми поселеннями, утворює Запорізьку агломерацію. Населення 770 тис. осіб, площа міста 240 км². Запоріжжя є одним з найбільших адміністративних, індустріальних і культурних центрів півдня України. Воно розташоване на головній водотранспортній магістралі - річці Дніпро, у місці її перетинання транспортно-комунікаційними коридорами, що з'єднують південь України з центром Росії, Донбас із Криворіжжям і Закарпаттям. Відповідно до Зведеної схеми районного планування України Запоріжжя займає важливе місце в регіональній системі розселення і несе функції обласного, міжнародного і районного центрів, кожний з яких має свою зону міжселищного обслуговування. Так, у зоні впливу Запоріжжя як обласного центра на території 2690 тис. га розташовано 14 міст, 23 селища міського типу, значна кількість сіл і проживає понад 2 млн. чоловік. Очолювана Запоріжжям міжрайонна система розселення (приміська зона), вирізняється високим рівнем виробничо-господарського освоєння території, високою цінністю сільськогосподарських земель і природного середовища. Приміська зона охоплює Запорізький, Вільнянський, Оріхівський, і Кам'янсько-Дніпровський адміністративні райони Запорізької області, загальна площа яких становить 760 тис. га. Тут розташовано 5 міст, 6 селищ міського типу і близько 300 сільських населених пунктів. Загальна чисельність населення становить близько 315 тис. осіб. Особливістю міста Запоріжжя є те, що в ньому зосереджено близько 65% продуктивних потужностей області і близько 43% населення області.

Площа міста Запоріжжя становить 30099 га. Показник території на 1000 жителів - 39 га, що приблизно збігається з такими ж показниками по містах України (40 га) і міста такого ж рівня - Дніпропетровська (33 га).

Більше 4 тис. га зайняті водними просторами (12,8%), порядку 8 тис. га займають промислові, комунально-складські об'єкти, спец території, 17,6% міських земель використовується в сільському господарстві. Вільні міські землі, що становлять 1,6% від усієї території міста Запоріжжя, роздроблені і дисперсно-розташовані в плані міста.

Клімат - атлантично-континентальний, з вираженими в літній період посушливими суховійними явищами, що проявляються в окремі роки з особливою інтенсивністю. Літо тепле, звичайно починається в перших числах травня і продовжується до початку жовтня, охоплюючи період біля п'яти місяців, зима помірно м'яка. Більш точна і температурні показники по місяцях року наведенні у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Кліматичні показники

Температура	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середня	4,2	2,9	1,7	9,9	16,4	20,2	22,0	21,2	16,2	9,5	3,8	1,8	9,4
Денна максимальна	-2	-1	5	14	21	25	26	25	20	12	6	0	13
Нічна мінімальна	-6	-5	-1	5	11	15	16	15	11	6	1	-3	5

У середньому, висота сніжного покриву становить 14 см, найбільша - 35 см. Середня річна температура +9,0 С, середня температура в липні +22,8 °С, а в січні -4,9 °С. Середня глибина промерзання ґрунту - 0,8 метрів, максимальна - близько 1,0 метра.

Запоріжжя є 6 за населенням містом України. Станом на 1 лютого 2012 року населення Запоріжжя становило 772258 чол.

Ділянка Проектування складається з чотирьох перехресть, а саме: вул. Фортечна - Шкільна, вул. Фортечна - Св. Миколая, вул. Фортечна - Горького, вул. Фортечна - проспект Соборний і знаходиться у Олександрівському районі вулично-дорожньої мережі міста.

Олександрівський район (до листопада 1961р. - Сталінський) - найстаріший район м. Запоріжжя. Район займає площу 11,2 км². В Олександрівському районі налічується 63 вулиці, 13 провулків, 5 майданів, 13 скверів, Центральний парк культури. Населення району становить понад 70 тисяч осіб, однак має тенденцію до зменшення в останні роки, чисельність населення з 2008-2011 роки наведена у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Чисельність населення

Рік	2001	2009	2010	2011
Чисельність	76,3	72,043	71,270	70,933

В Олександрівському районі зосереджена переважна більшість провідних вузів (Запорізький національний університет, Запорізький національний технічний університет, Класичний приватний університет), ряд самобутніх навчальних закладів (Запорізький коледж радіоелектроніки, Запорізький професійний ліцей залізничного транспорту, Запорізький ліцей водного транспорту та ін.), значна кількість культурно-мистецьких установ обласного підпорядкування (Запорізька обласна універсальна наукова бібліотека імені О. М. Горького, Запорізький обласний краєзнавчий музей, Запорізький академічний український музично-драматичний театр імені В. Магара, Запорізький обласний театр ляльок, Центральний парк культури і відпочинку «Дубовий гай», Центр науково-технічної інформації), редакції газет «Запорозька Січ», «Запорізька правда», «Індустріальне Запоріжжя», «Верже», «МІГ» та інші, 17 банківських установ. Економічний потенціал району налічує понад 3300 підприємств, організацій і установ різних форм власності. Основними галузями господарства Жовтневого району є: торгівля, банківська справа; машинобудування і транспорт; зв'язок; легка промисловість.

1.2 Загальна характеристика вулично-дорожньої мережі

Вулично-дорожня мережа - це система транспортних і пішохідних зв'язків між елементами планувальної структури міста та частинами його території, яка призначається для організації руху транспорту і пішоходів, прокладання інженерних комунікацій та благоустрою [1].

Вулично-дорожня мережа являється частиною міських шляхів сполучення, яка забезпечує необхідні вантажні і пасажирські зв'язки між окремими функціональними зонами міста, а також всередині цих зон та інших міських територій. Основою вулично-дорожньої мережі являються магістральні вулиці і дороги, а також вулиці і дороги місцевого значення [1].

Принципом її організації є досягнення компактності і економії затрат часу на переміщення.

Ділянка Проектування складається з чотирьох перехресть, а саме: вул. Фортечна - Шкільна, вул. Фортечна - Св. Миколая, вул. Фортечна - Горького, вул. Фортечна - проспект Соборний.

Відрізок ВДМ має інтенсивний рух транспорту, з'єднує з набережною також використовується вантажним транспортом для проїзду в центральну частину міста.

Кожне перехрестя обладнано системами світлофорного регулювання та знаками пріоритету. Далі незведені схеми організації дорожнього руху для кожного перехрестя.

Перехрестя вул. Фортечна - Шкільна (хрестоподібне) в плані та профілі пряме, має чотири смуги руху транспорту по вул. Фортечна та Шкільна. Цю ділянку перетинають такі маршрутні таксі: № 31, 40, 40а, 53, 63, 67, 92, 93, 97, 99. По вулиці Шкільна розташовані: будівельний магазин "Каміни і сауни", оргтехніка "Рекон". Характеристика та аналіз дорожніх умов наведений в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Характеристика та аналіз дорожніх умов

Об'єкт	Ширина ПЧ, м.	Покриття ПЧ.	Повздовжній ухил ПЧ, °	Висота бордюрного каменю, м.	Ширина тротуару м.
Шкільна	14,5	асфальтобетон без пошкоджень		0,15-0,2	3,5-8,0
Св. Миколая	6	асфальтобетон без пошкоджень		0,15-0,2	3,5-8,0
Горького	14	асфальтобетон без пошкоджень		0,15-0,2	3,5-8,0
Соборний	24,5	асфальтобетон без пошкоджень		0,15-0,2	3,5-8,0
Фортечна	14,5	асфальтобетон без пошкоджень	5	0,15-0,2	3,5-8,0

На перехресті та під'їздах до нього розташовані такі технічні засоби регулювання дорожнього руху:

- світлофори транспортні та пішохідні [1];
- дорожні знаки: 2.1, 2.3, 5.35.1(2), 5.58.1, [2];
- дорожня розмітка: 1.1, 1.5, 1.6, 1.12, 1.14.3, [3].

Схема організації дорожнього руху (ОДР) перехрестя вул. Фортечна - Шкільна наведена на рисунку 1.1.

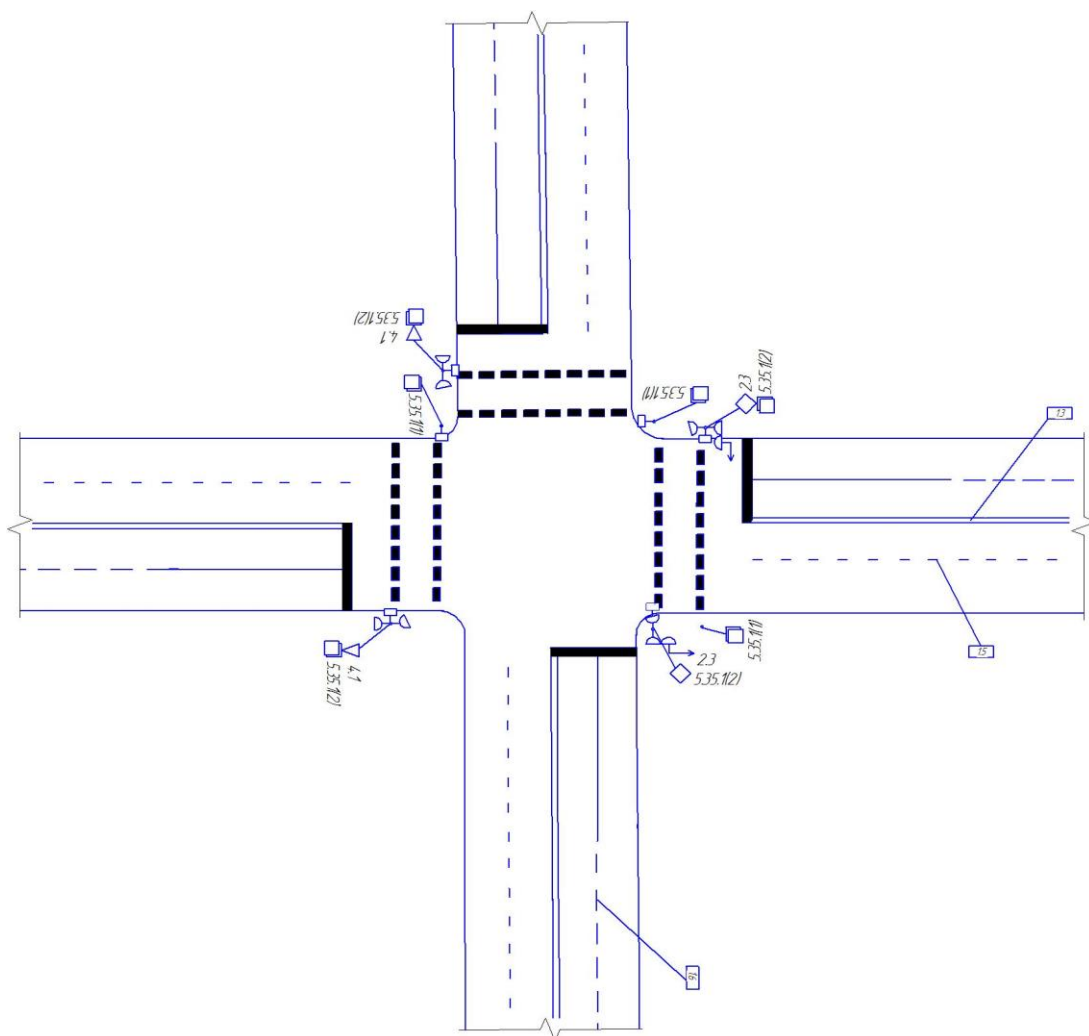


Рисунок 1.1 - Схема організації дорожнього руху

Перехрестя вул. Фортечна - Св. Миколая (т-подібне) в плані та повздовжньому профілі пряме, має чотири смуги руху транспорту по вул. Фортечна, по дві в кожному напрямі та дві по вул. Св. Миколая. Цю ділянку перетинають такі маршрутні таксі: № 31, 40а, 53, 63, 67, 92, 97, 99.

На перехресті та під'їздах до нього розташовані наступні технічні засоби регулювання дорожнього руху:

- світлофори транспортні та пішохідні [4];
- дорожні знаки: 2.1, 2.3, 1.4.3, 5.35.1(2), 5.58.1,[2];
- дорожня розмітка: 1.1, 1.5, 1.6, 1.12, 1.14.3, [3].

Ділянка ВДМ облаштована штучним освітленням.

Схема ОДР перехрестя вул. Фортечна - Св. Миколая наведена на рисунку 1.2.

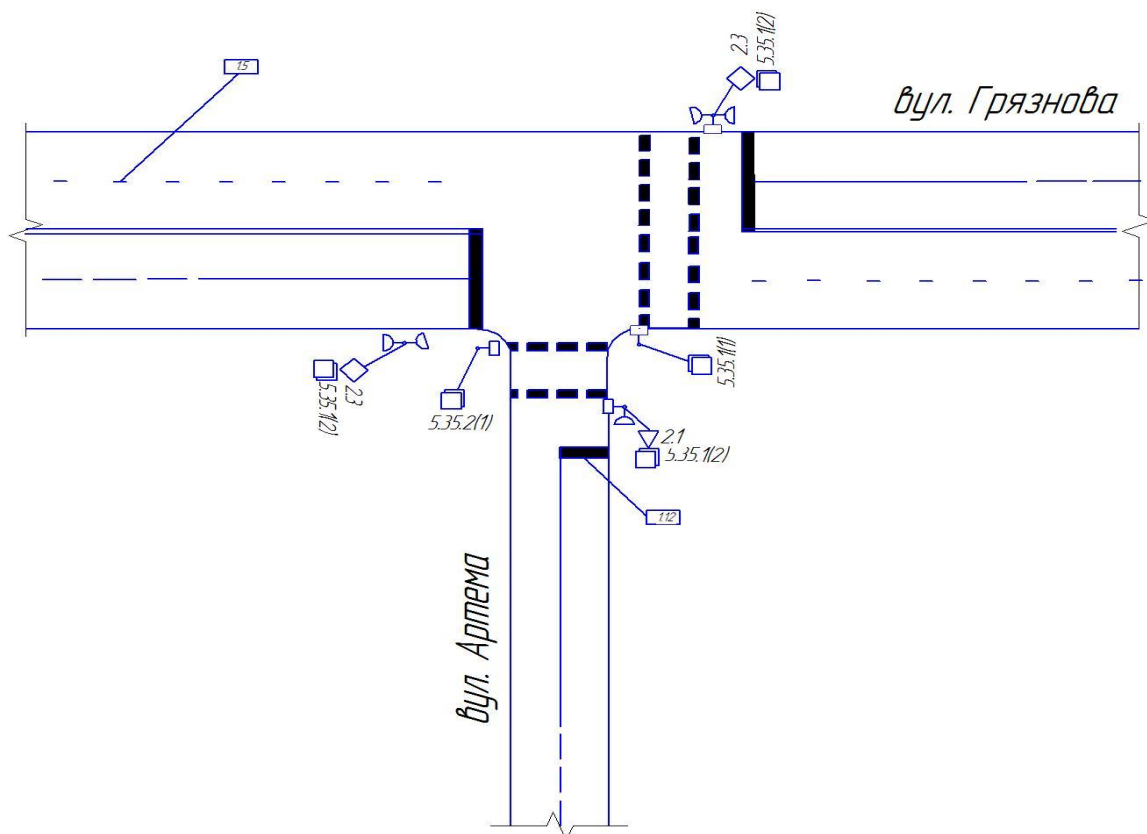


Рисунок 1.2 - Схема організації дорожнього руху

Перехрестя вул. Фортечна - Горького (хрестоподібне) у повздовньому профілі має нахил підйому 5° , має чотири смуги руху транспорту по вул. Фортечна, по дві в кожному напрямі та дві по вул. Горького.

Ділянку перетинають такі маршрутні таксі: № 31, 40а, 53, 63, 67, 92, 97, 99. Трамваї: № 1, 3, 16. По вулиці Фортечна розташовані: магазин одягу "Шалена мода", продуктовий магазин "Сільпо", поштове відділення, магазин побутової техніки "МАХІ - диван. По вулиці Горького розташовані: аптека, ломбард, салон краси "Мілена".

На перехресті та під'їздах до нього розташовані наступні технічні засоби регулювання дорожнього руху:

- світлофори транспортні та пішохідні [4];
- дорожні знаки: 2.1, 2.3, 5.16, 5.35.1(2), 5.58.1, [2];

- дорожня розмітка: 1.1, 1.5, 1.6, 1.12, 1.14, [3].

Схема ОДР вул. Фортечна - Горького наведена на рисунку 1.3.

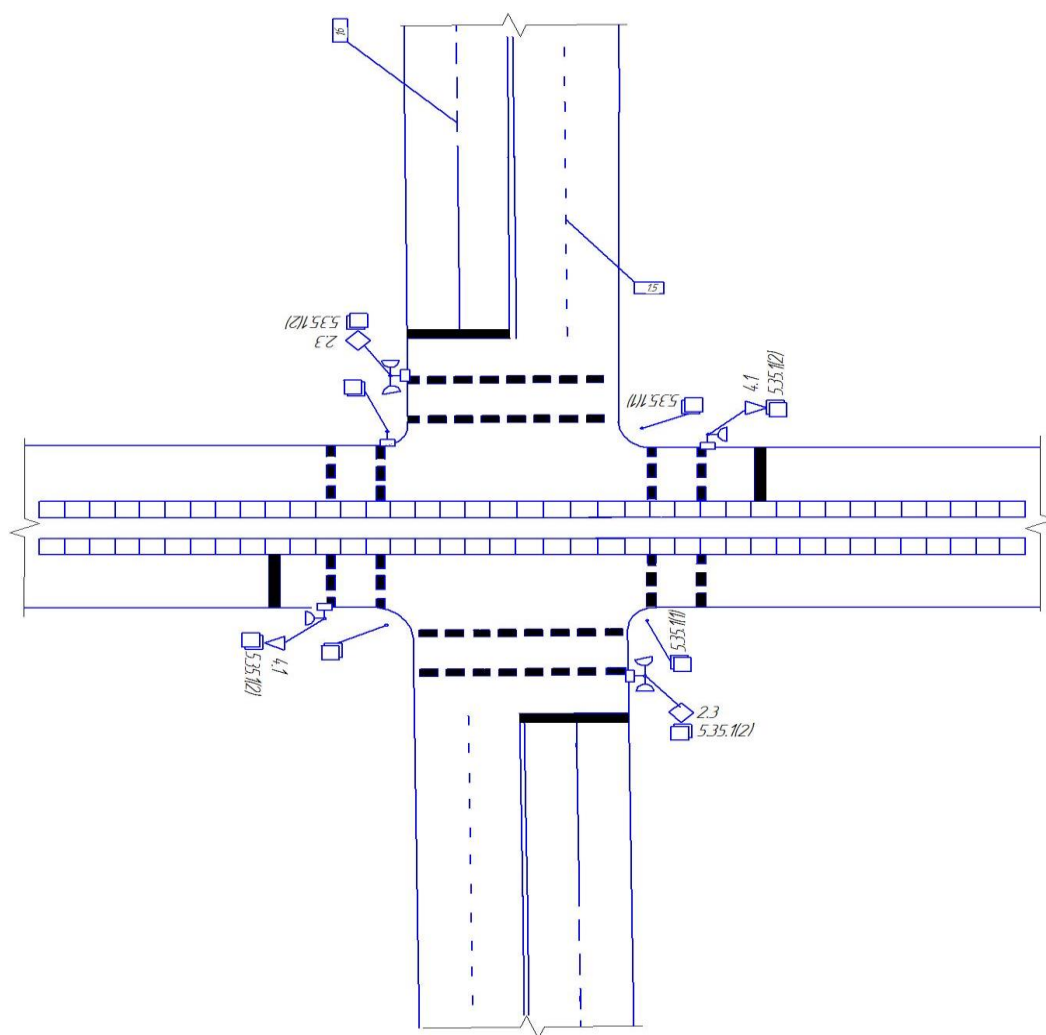


Рисунок 1.3 - Схема організації дорожнього руху

Перехрестя п. Соборний - вул. Фортечна (хрестоподібне) в плані та повздовжньому профілі пряме. Має чотири пішохідні переходи, зупинки громадського транспорту розташовані за межами перехрестя. Має шість смуг для руху автомобільного транспорту (по три в кожному напрямку), протилежні напрямки руху роздільні між собою розділювальною зеленою зоною шириною 3,0 м.

Перехрестя вул. Фортечна - проспект Соборний перетинають такі маршрутні таксі: № 11, 13, 14, 20, 25, 31, 40, 40а, 43, 46, 53, 61, 62, 63, 63а, 67, 74, 75, 76, 77, 92, 97, 99; Тролейбуси: № 14, 20, 23, 26, 40, 3, 8; Автобуси: № 40, 55, 56, 80, 98.

По проспекту Соборний розташовані: магазин "Тріумф", будівельний магазин "БНВ", салон краси "Наталі", музичний центр "Чарівний звук", кафе "Koffe life", зупинка громадського транспорту.

На перехресті та під'їздах до нього розташовані наступні технічні засоби регулювання дорожнього руху:

- світлофори транспортні та пішохідні [4];
- дорожні знаки: 2.1; 2.3; 2.4, 5.35.1(2); 4.1, 5.58, 7.5.1, 7.5.6, [2];
- дорожня розмітка: 1.1; 1.5; 1.6; 1.12; 1.14.3, [3];
- зупинки громадського транспорту знаходяться за межами перехрестя на відстані 30-35 м (КДП 204/12 Україна 240).

Схема ОДР перехрестя вул. Фортчна - Проспект Соборний наведена на рисунку 1.4.

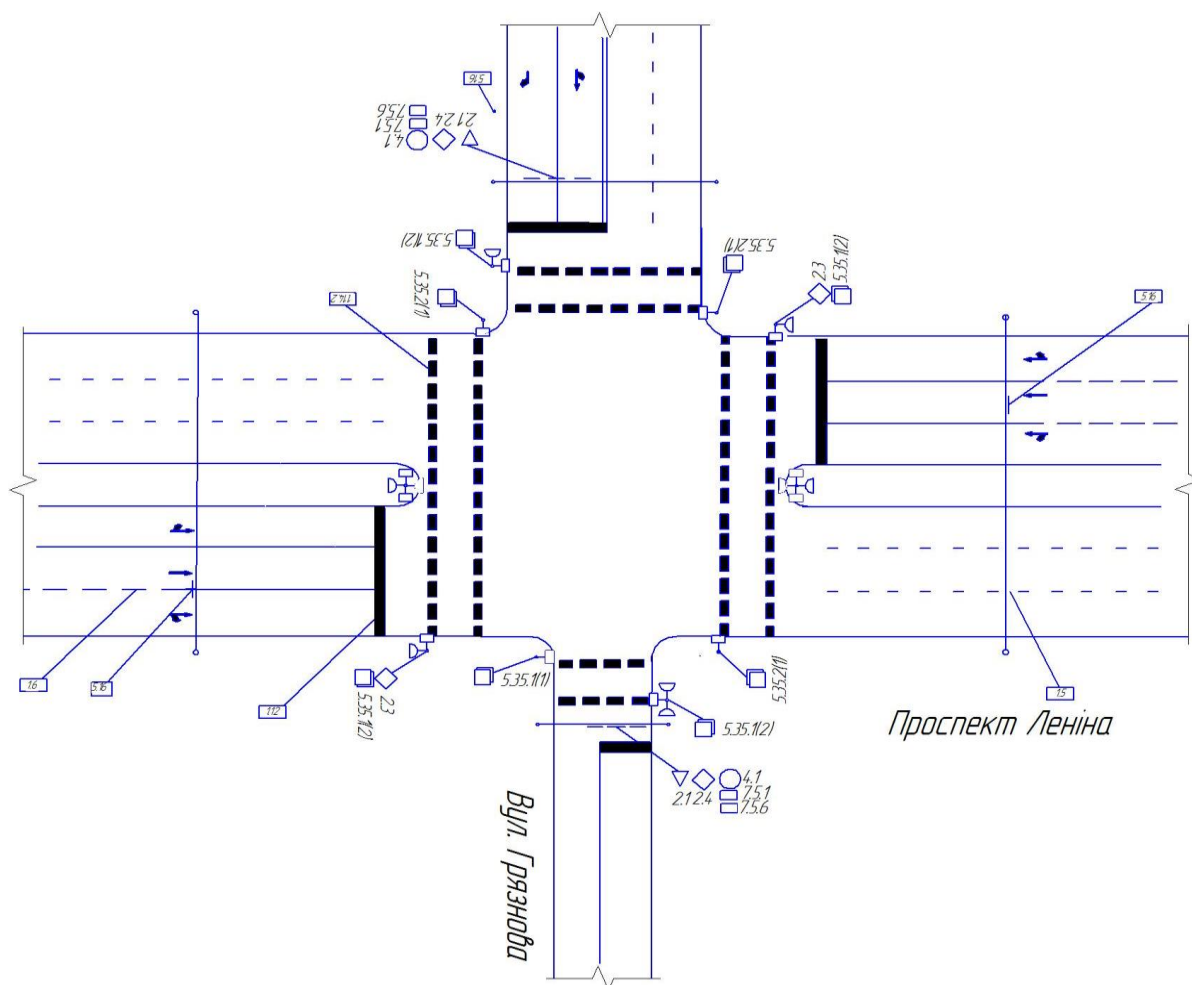


Рисунок 1.4 - Схема організації дорожнього руху

1.3 Характеристика транспортних потоків

Інтенсивність руху - це кількість транспортних засобів, які пройшли в обох напрямках через переріз дороги за одиницю.

Схема перехресть наведена на рисунку 1.5.

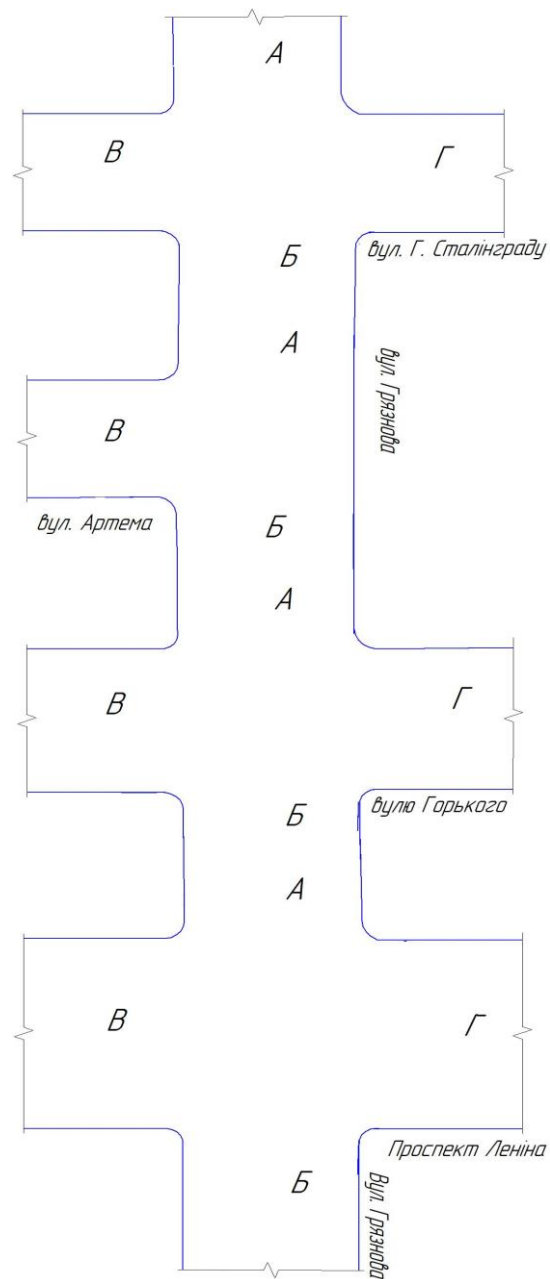


Рисунок 1.5 - Схема перехресть

Склад транспортного потоку у ранковий пік наведена у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Склад транспортного потоку

Перехрестя вул. Фортечна - Шкільна							
Під'їзд	Напрямок	Легкові	Автобуси Тролей.	Мікро- автобус	В. <3,5 т.	В. 3,5-10 т.	В. >8 т.
А	Прямо	128			6		
	Праворуч	24			6		
	Ліворуч	60					
Б	Прямо	96			6	6	
	Праворуч	137		60			
	Ліворуч	12				6	
В	Прямо	90					
	Праворуч	12					
	Ліворуч	48					
Г	Прямо	78				6	
	Праворуч	30					6
	Ліворуч	78		60		6	
Перехрестя вул. Фортечна - Св. Миколая							
А	Прямо	68		84	6		
	Праворуч	108			12		
	Ліворуч						
Б	Прямо	158		66	18		
	Праворуч						
	Ліворуч	18					
В	Прямо						
	Праворуч	18					
	Ліворуч	72					

Продовження таблиці 1.4

Перехрестя вул. Фортчна - Горького							
Проїзд	Напрям	Легкові	Автобуси Тролеб.	Мікро- автобус	В. <3,5 т.	В. 3,5-8 т.	В. >8 т.
А	Прямо	143		42	6		
	Праворуч						
	Ліворуч	6					
Б	Прямо	217		36	6		
	Праворуч	48					
	Ліворуч						
В	Прямо	36					
	Праворуч						
	Ліворуч						
Г	Прямо	15					
	Праворуч	22					
	Ліворуч	42					
Перехрестя вул. Фортчна - проспект Соборний							
А	Прямо	78					
	Праворуч	66		54			
	Ліворуч	23		6			
Б	Прямо	84	6		6		
	Праворуч	36					
	Ліворуч						
В	Прямо	450	24	156			
	Праворуч	126					
	Ліворуч	18		78			
Г	Прямо	545	48	128	12		
	Праворуч	72					
	Ліворуч	10					

Склад транспортного потоку у між піковий період у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Склад транспортного потоку

Перехрестя вул. Фортечна - Шкільна							
Під'їзд	Напрямок	Легкові	Автобуси Тролейб.	Мікро- автобус	В. <3,5 т.	В. 3,5-10 т.	В. >8 т.
А	Прямо	96		6			
	Праворуч	24		6			
	Ліворуч	60				6	
Б	Прямо	66		36	6		
	Праворуч	181			18	6	
	Ліворуч	6			6		
В	Прямо	30			6		
	Праворуч	13					
	Ліворуч	24		6			
Г	Прямо	54					
	Праворуч	24			18		
	Ліворуч	107		42	12	6	
Перехрестя вул. Фортечна - Св. Миколая							
А	Прямо	135		54			
	Праворуч	93			6		
	Ліворуч						
Б	Прямо	166		48	24		
	Праворуч						
	Ліворуч						
В	Прямо						
	Праворуч	6					
	Ліворуч	42			24	6	

Продовження таблиці 1.5

Перехрестя вул. Фортечна - Горького							
Під'їзд	Напрямок	Легкові	Автобуси Тролейб.	Мікро- автобус	В. <3,5 т.	В. 3,5-10 т.	В. >8 т.
А	Прямо	126		48	12		
	Праворуч						
	Ліворуч	6					
Б	Прямо	124		60	6	6	
	Праворуч	60				6	
	Ліворуч						
В	Прямо	30					
	Праворуч						
	Ліворуч						
Г	Прямо						
	Праворуч	30			6		
	Ліворуч	48					
Перехрестя вул. Фортечна - проспект Соборний							
А	Прямо	57	6	6			
	Праворуч	42		60	12		
	Ліворуч	30					
Б	Прямо	96	6		6		
	Праворуч	60			6		
	Ліворуч						
В	Прямо	414	18	180	12		
	Праворуч	114					
	Ліворуч	60		42	6		
Г	Прямо	555	30	174			
	Праворуч	43			6		
	Ліворуч	12					

Склад транспортного потоку у вечірній пік наведена у таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 - Склад транспортного потоку

Перехрестя вул. Фортечна - Шкільна							
Під'їзд	Напрямок	Легкові	Автобуси Тролейб.	Мікро- автобус	В. <3,5 т.	В. 3,5-10 т.	В. >8 т.
А	Прямо	111					
	Праворуч	30			6		
	Ліворуч	66					
Б	Прямо	132					
	Праворуч	139		54	12		
	Ліворуч	6					
В	Прямо	78					
	Праворуч	6					
	Ліворуч	72					
Г	Прямо	66			6		
	Праворуч	66			12		
	Ліворуч	111		42			
Перехрестя вул. Фортечна - Св. Миколая							
А	Прямо	120		54			
	Праворуч	90					
	Ліворуч						
Б	Прямо	211		54			
	Праворуч						
	Ліворуч	30					
В	Прямо						
	Праворуч	48					
	Ліворуч	84					

Продовження таблиці 1.6

Під'їзд	Напрям	Легкові	Автобуси Тролейб.	Мікро- автобус	В. <3,5 т.	В. 3,5-10 т.	В. >8 т.
Перехрестя вул. Фортечна - Горького							
А	Прямо	120		60	6	6	
	Праворуч						
	Ліворуч	18					
Б	Прямо	225		48	6		
	Праворуч	60					
	Ліворуч						
В	Прямо	16					
	Праворуч						
	Ліворуч						
Г	Прямо						
	Праворуч	16					
	Ліворуч	54					
Перехрестя вул. Фортечна - проспект Соборний							
А	Прямо	116	6		12		
	Праворуч	36		36			
	Ліворуч	34		6			
Б	Прямо	153					
	Праворуч	42		12			
	Ліворуч						
В	Прямо	615	40	132	18		
	Праворуч	72					
	Ліворуч	57		72			
Г	Прямо	489	36	126	30		
	Праворуч	48					
	Ліворуч	18					

Для роботи інтенсивність в часи пік була розрахована візуальним методом на заданих перехрестях, коли кількість автомобілів проїхавших переріз дороги найбільша і наведена у таблицях 3.1, 3.2, 3.3, коефіцієнти приведення наведенні в таблиці 1.7. Розглянемо як з фізичних інтенсивностей для ранкового піку отримати зведенні на правоповоротній траєкторії перехрестя вул. Фортечна - проспект Соборний на під'їзді А.

Таблиця 1.7 - Коефіцієнти приведення

№	Найменування транспортних засобів	Коефіцієнт приведення, $K_{пр}$
1	Легкові автомобілі	1,0
2	Вантажні автомобілі <3,5 т	1,5
3	Вантажні автомобілі 3,5-8 т	2
4	Вантажні автомобілі >8 т	3
5	Автобуси	3
6	Тролейбуси	3
7	Мікроавтобуси	1,5

З фізичних інтенсивностей отримуємо зведені за формулою [4]:

$$N_{\text{пр.А}} = \sum_1^n (N_i K_{\text{прі}}). \quad (1.1)$$

Таким чином отримаємо:

$$N_{\text{пр.А}} = 66 \cdot 1,00 + 54 \cdot 1,5 = 147 \text{ од./год.}$$

Інтенсивність по інших напрямкам розраховуємо аналогічно. Зведені по коефіцієнтам приведення інтенсивності наведені на рисунках 1.6 - 1.8.

Приведена між пікова інтенсивність наведена на рисунку 1.7.

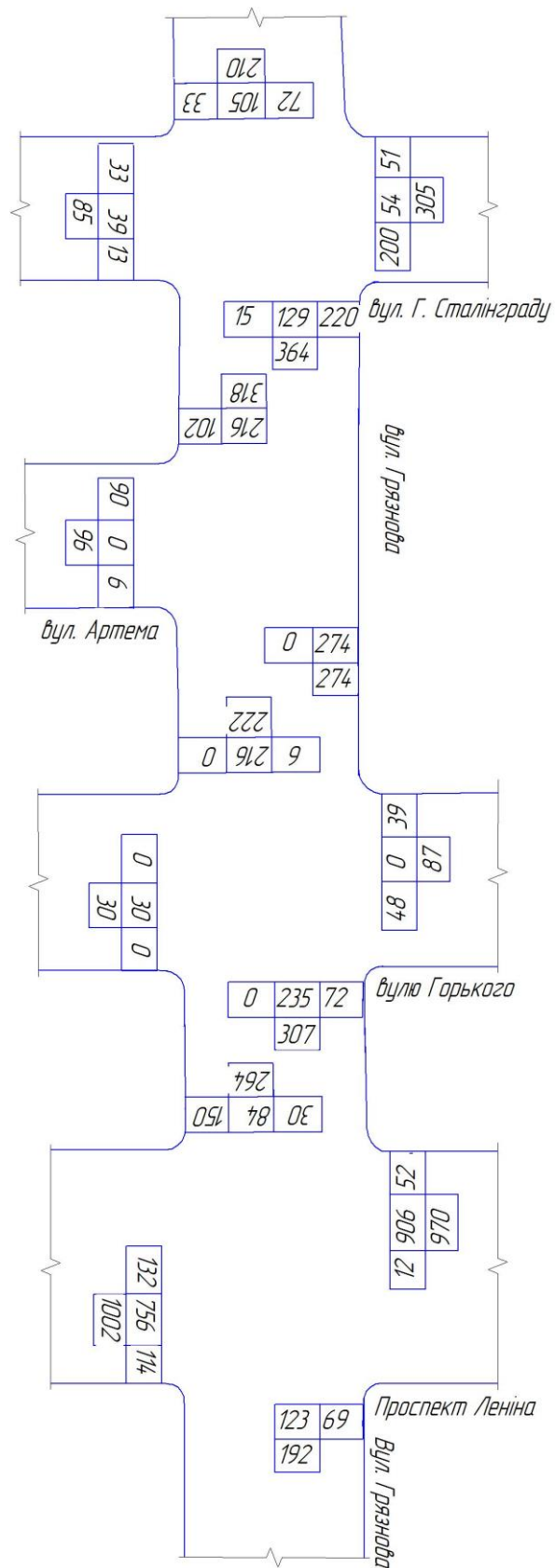


Рисунок 1.7 - Приведені інтенсивності транспортних потоків.

Приведена інтенсивність вечірнього піку наведена на рисунку 1.8.

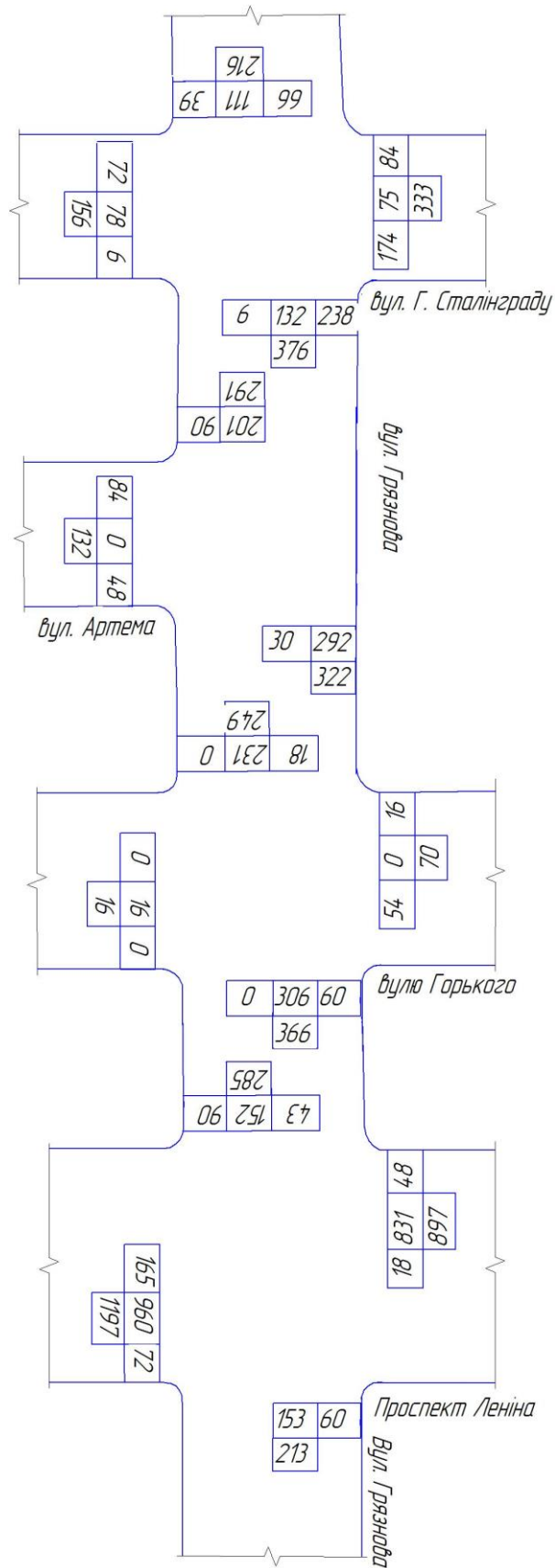


Рисунок 1.8 - Приведені інтенсивності вечірнього піку

Після приведення інтенсивності транспортних потоків будуюмо картограму інтенсивності листи 1-3 графічної частини.

На перехрестях вул. Фортечна з вул. Шкільна, Св. Миколая, Горького, проспект Соборний визначені середні швидкості V і стандартне відхилення σ .

На прикладі перехрестя вул. Фортечна - Шкільна розглянемо розрахунок середніх швидкостей V і стандартного відхилення σ .

Стандартне відхилення розраховується за формулою [1]:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(a_1 - a)^2 + (a_2 - a)^2 + \dots + (a_n - a)^2}{n}}, \quad (1.2)$$

де a_i - швидкості руху, км/год;

n - обсяг вибірки;

a - середнє значення швидкості, км/год.

Середнє значення швидкості знаходимо за формулою [1]:

$$a = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}; \quad (1.3)$$

$$a = \frac{53 + 54 + 49 + 50}{4} = 51,5 \text{ км/год.}$$

За формулою знаходимо стандартне відхилення (1.2):

$$\sigma = \sqrt{\frac{(53 - 51,5)^2 + (54 - 51,5)^2 + (49 - 51,5)^2 + (50 - 51,5)^2}{4}} = 2,06.$$

За цим принципом оброблюємо інші перехрестя, данні заносимо в таблицю 1.8.

Таблиця 1.8 - Параметри швидкостей

Перехрестя	Середня швидкість руху V , км/год.	Стандартне відхилення σ
вул. Фортечна - Шкільна	51,5	2,06
вул. Фортечна - Св. Миколая	51	4,32
вул. Фортечна - Горького	48,25	6,05
вул. Фортечна - проспект Соборний	47,2	2,94

1.4 Елементи світлофорних циклів

На перехрестях управління роботою світлофорів виконується декількома сигнальними групами. Управління світлофорною сигналізацією здійснюється за принципом сигнальних груп або по фазам регулювання. Сигнальною групою називають комбінацію одночасно увімкнених та вимкнених сигналів світлофорів [5].

Почергове надання права на рух через перехрестя в певних напрямках передбачає циклічність роботи світлофорних об'єктів. Період, протягом якого діє певна комбінація світлофорних сигналів називається тактом регулювання. Такти можуть бути основними та проміжними [6]. Під час основного такту дозволений рух певним групам транспортних засобів та пішоходів. Проміжний такт служить для підготовки передання прав на рух наступній групі учасників руху. Вказана підготовка означає звільнення перехрестя від транспортних засобів та пішоходів, що мали право на рух під час попереднього основного такту.

При по фазному методі регулювання в кожному такті може бути ввімкнено світлофори кількох напрямків руху. При цьому можливі ситуації, в

яких в кількох тактах одного циклу будуть ввімкнені однакові сигнали світлофорів одного й того ж напрямку руху. Таким чином при по фазному методі в такті регулювання об'єднано світлофори, котрі можуть вмикатися та вимикатися не одночасно. При цьому сукупність основного та проміжного тактів називають фазою регулювання. Зазвичай кількість фаз відповідає кількості найбільш завантажених конфліктних напрямків руху на перехресті. Сукупність всіх фаз, що періодично повторюється, називається циклом регулювання [7].

Режимом світлофорного регулювання розуміється тривалість циклу, кількість, порядок чергування й тривалість тактів та фаз, що складають цикл.

Кількість фаз регулювання залежить від характеру конфліктних точок на перехресті та обсягів руху в кожному напрямку. З точки зору безпеки руху, кількість фаз повинна бути максимальною. Але збільшення кількості фаз призводить до збільшення тривалості циклу та, що особливо не бажано, до збільшення сумарної тривалості проміжних тактів [8].

Для кожного з перехресть наведемо існуючі схеми по фазного роз'їзду.

Схема по фазного роз'їзду перехрестя вул. Фортечна - Шкільна наведена на рисунку 1.9.

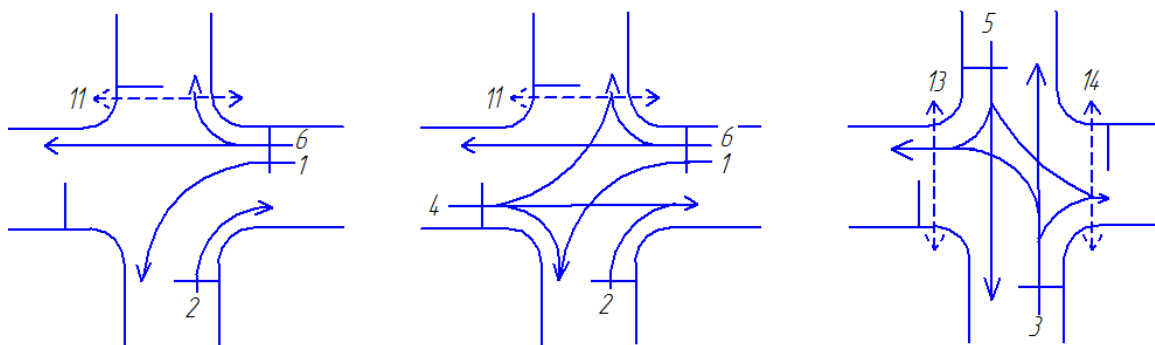


Рисунок 1.9 - Схема по фазного роз'їзду

Схема по фазного роз'їзду перехрестя вул. Фортечна - Св. Миколая наведена на рисунку 1.10.

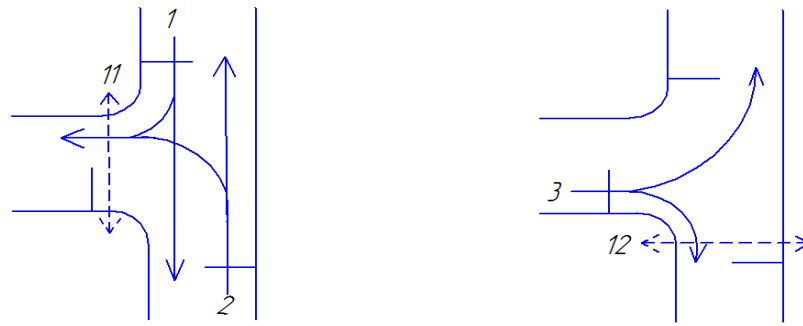


Рисунок 1.10 - Схема по фазного роз'їзду

Схема по фазного роз'їзду перехрестя вул. Фортчна - Горького наведена на рисунку 1.11.

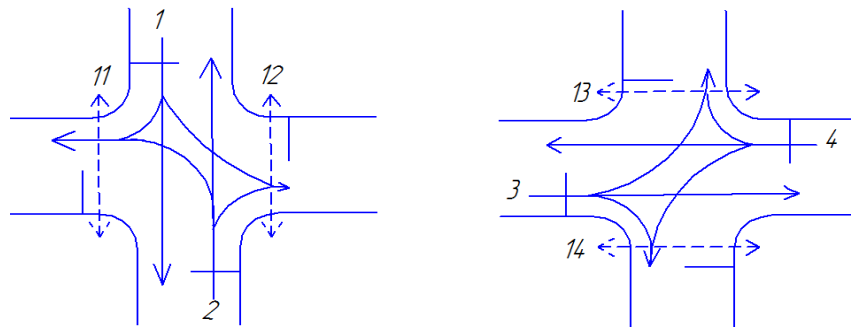


Рисунок 1.11 - Схема по фазного роз'їзду

Схема по фазного роз'їзду перехрестя вул. Фортчна - проспект Соборний наведена на рисунку 1.12.

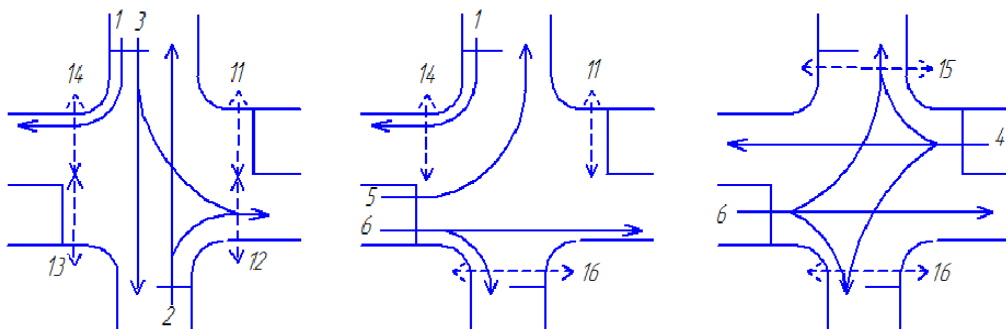


Рисунок 1.12 - Схема по фазного роз'їзду

Циклограмма перекрестя вул. Фортечна - Горького наведена на рисунку 1.15.

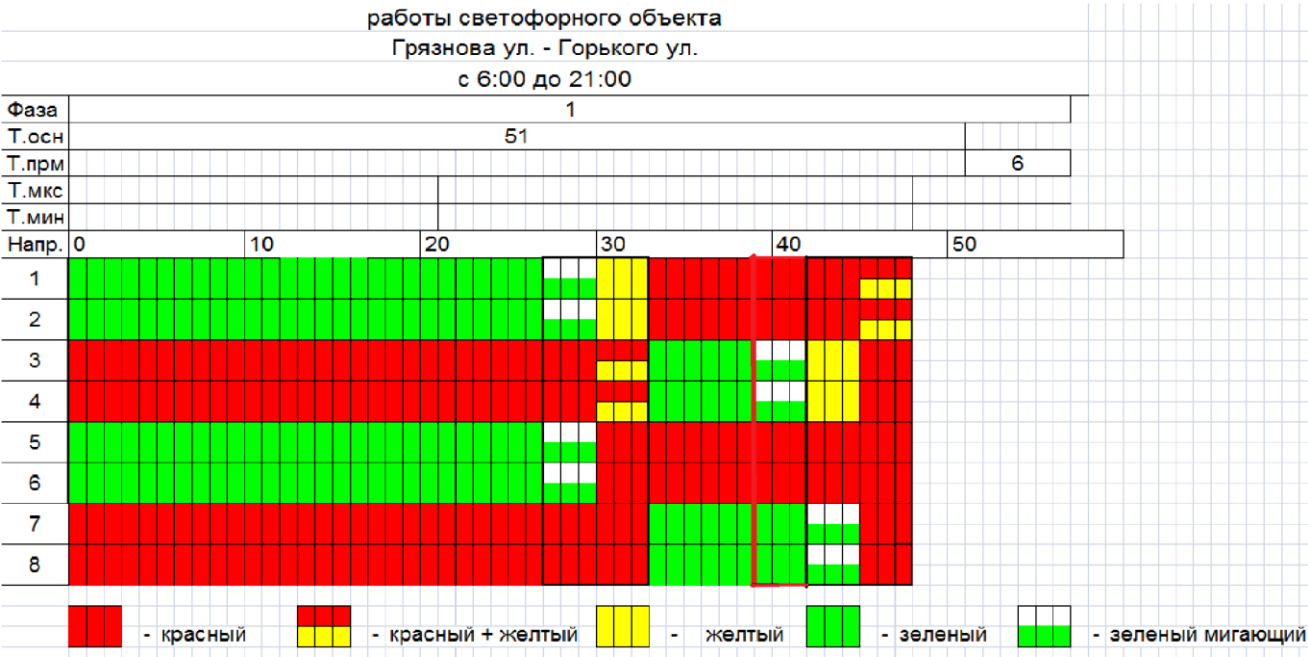


Рисунок 1.15 - Циклограмма перекрестя

Циклограмма перекрестя вул. Фортечна - проспект Соборний наведена на рисунку 1.16.

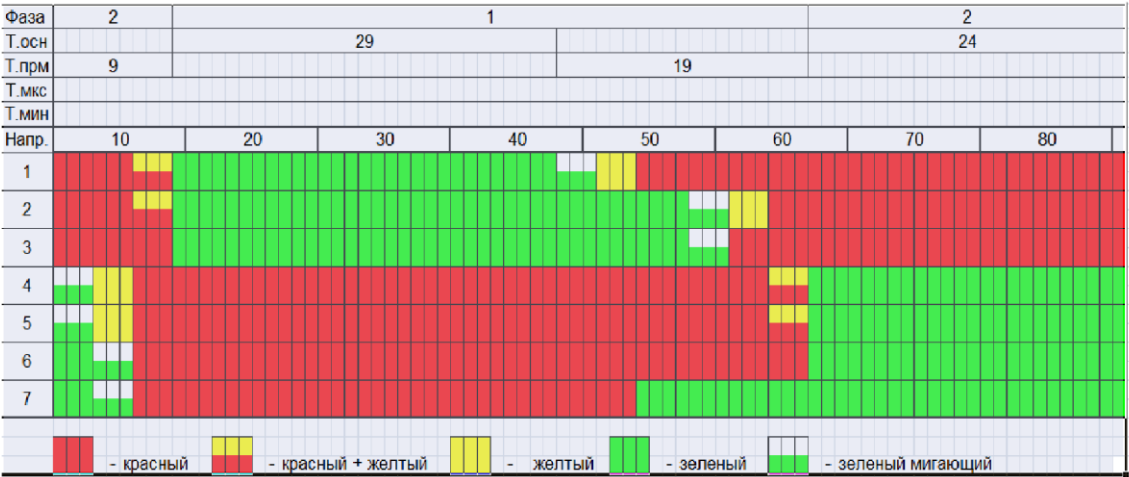


Рисунок 1.16 - Циклограмма перекрестя

1.5 Стан ВДМ та аналіз аварійності

Дорожньо-транспортна подія (ДТП) - подія, що сталася під час руху транспортного засобу, в наслідок якої загинули або поранені люди чи завдані матеріальні збитки [10].

ДТП класифікують за видами і за ступенями тяжкості наслідків. Розрізняють такі види ДТП [11]:

- зіткнення;
- перекидання;
- наїзд на перешкоду;
- наїзд на пішохода;
- наїзд на велосипедиста;
- наїзд на тварину;
- наїзд на гужовий транспорт;
- наїзд на транспортний засіб, що стоїть;
- падіння вантажу, що перевозиться, або відкинутого колесом предмету на людину, тварину або інший транспортний засіб;
- наїзди на перешкоду (вантаж, що впав, колесо, що відвалилося, і ін.), що раптово з'явилася;
- наїзди на осіб, що не є учасниками дорожнього руху;
- падіння пасажирів з рухомого транспортного засобу або усередині нього унаслідок різкого гальмування, прискорення або зміни напрямку руху і ін.

Перехрестя вул. Фортечна - проспект Соборний є місцем концентрації ДТП. Для нього зображуємо на рисунку 1.17 схему ДТП з загиблими та постраждалими. ДТП що сталися за наведені в таблицях 1.9-1.12.

Аналіз ДТП наведений на листі 4 графічної частини.

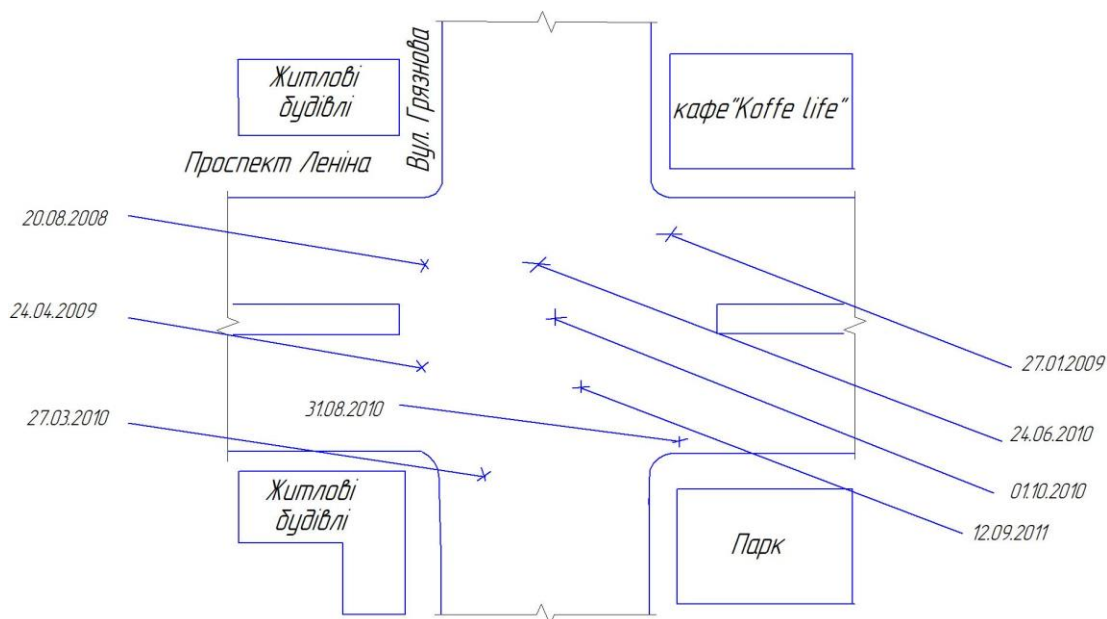


Рисунок 1.17 - Схема ДТП з загиблими та постраждалими

Таблиця 1.9 - Перехрестя вулиць Фортечна - Шкільна.

№ п. п.	Вид ДТП	Дата скоєння ДТП	Час скоєння ДТП	Наслідки ДТП	
				загинуло	поранено
2008					
1	Зіткнення	12.01	7:15	1	2
2009					
2	Зіткнення	06.04	13.10	0	3
2010					
3	Зіткнення	04.06	16.30	0	4
2011					
4	Наїзд	11.03	9:00	1	2

Таблиця 1.10 - Перехрестя вулиць Фортечна - Св. Миколая.

№ п. п.	Вид ДТП	Дата скоєння ДТП	Час скоєння ДТП	Наслідки ДТП	
				загинуло	поранено
2008					
1	Зіткнення	11.04	17:25	0	1
2010					
2	Наїзд	19.10	10:30	0	1
3	Зіткнення	07.10	11:00	0	1

Таблиця 1.11 - Перехрестя вулиць Фортечна - Горького.

№ п. п.	Вид ДТП	Дата скоєння ДТП	Час скоєння ДТП	Наслідки ДТП	
				загинуло	поранено
2008					
1	Зіткнення	12.30	5.10	0	1
2009					
2	Зіткнення	6.12	6:15	0	1
2010					
3	Зіткнення	10.09	16:05	0	1
2012					
4	Зіткнення	20.02	6:30	0	2

Таблиця 1.12 - Перехрестя вулиць Фортечна - проспект Соборний

№ п.п.	Вид ДТП	Дата скоєння ДТП	Час скоєння ДТП	Наслідки ДТП		Дорожні умови або недоліки ОДР
				загинуло	поранено	
2008						
1.	Наїзд на пішохода	20.08	21:20	0	1	Порушення ПДР
2009						
2	Зіткнення	24.04	16:10	0	1	Проїзд на заборон.
3	Наїзд на пішохода	27.01	21.40		1	Порушення ПДР
2010						
4	Наїзд на пішохода	27.03	18:30	0	1	Порушення ПДР
5	Зіткнення	24.06	9:30	0	1	Проїзд на заборон.
6	Зіткнення	01.10.10	9:28	0	4	Порушення прав. проїзду
7	Зіткнення	31.08	14.08	0	2	Порушення прав. проїзду
8	Зіткнення	12.09	9.30	0	3	Проїзд на заборон.

Продовження таблиці 1.12

№ п.п.	Вид ДТП	Дата скоєння ДТП	Час скоєння ДТП	Наслідки ДТП		Дорожні умови або недоліки ОДР
				загинуло	поранено	
2011						
9	Наїзд на пішохода	12.02	09:30	0	1	Порушення водієм
10	Зіткнення	12.04	20.30	0	1	Перевага у русі
11	Наїзд на пішохода	27.10	16.45	0	1	Порушення пішоходом
2012						
12	Наїзд на пішохода	20.06	00:20	0	1	Порушення ПДР водієм

1.6 Аналіз патентної інформації

Впровадження елементів ЕІТКС створює кардинально нові організаційно - технічні умови і передумови регулювання і контролю за безпекою дорожнього руху. Вона містить єдину базу даних, до складу якої включені різні види інформації: оперативна інформація, розшукова інформація, інформація про реєстрацію транспортних засобів та ін. В якості технічного засобу з контролю і регулювання безпеки дорожнього руху слід розглянути інтегровану систему безпеки «Рубіж», за допомогою якої можна підтримувати зв'язок по радіоканалу з системою ЕІТКС з мобільними об'єктами підрозділів МВС.

В АСУДР "ЕФЕКТ" реалізовано алгоритм адаптивного пропуску пріоритетного транспортного засобу відомий в літературі під назвою «метод котиться горизонту». Він перераховує плани координації системи координованого управління за кілька циклів регулювання до підходу пасажирського транспорту (спецтранспорту) до перехрестя без втручання в локальні режими регулювання. Перевагою названого алгоритму перед «алгоритмом перерозподілу тривалості фаз всередині змінного циклу

регулювання», відомим також як метод «активного пріоритету», у ряді випадків несучого загрозу безпеці руху, є менш раптовий вплив на хронометраж світлофора, що підвищує ефективність його координації, і велика ступінь залежності від точності передбачення часу прибуття до світлофорного об'єкту. Центр управління системи, відповідно до технології автоматичного визначення місцезнаходження транспортного засобу, здійснює постійний контроль місця розташування та стану рухомих одиниць за технологією GPS з відображенням місцезнаходження рухомих одиниць на електронній карті маршрутів.

Метою впровадження додаткових багатофункціональних секцій світлофорів є створення схем організації руху правоповоротних потоків на регульованих перехрестях з перемінним пріоритетом для збільшення пропускної здатності та підвищення безпеки учасників дорожнього руху. Схемою передбачаються два періоди дозволеного руху направо протягом циклу світлофорного регулювання. В одному з періодів рух виконується без взаємодії з пішоходами ("безконфліктний період"), в іншому - одночасно з пішоходами, що переходять проїзну частину, на яку повертає транспортний засіб ("конфліктний" період). Пропускна здатність правоповоротного напрямки при такій схемі являє собою суму транспортних засобів, які можуть проїхати перехрестя в безконфліктному і конфліктному періодах, тому вона більше, ніж при чисто конфліктній або суто безконфліктній схемах. Схема може застосовуватися для організації взаємодії правоповоротних потоків не тільки з пішоходами, а й з іншими учасниками руху, що рухаються в паралельному напрямку праворуч від проїзної частини.

Комплекс дистанційного контролю порушень ПДР забезпечує значне підвищення ймовірності виявлення порушника ПДР. Підвищення якості ідентифікації ТЗ на автошляхах досягається за рахунок застосування методу радіочастотної ідентифікації, що володіє цілим рядом суттєвих переваг щодо інших відомих методів безконтактної ідентифікації автомобілів: радіо позначки, що розміщуються на номерному знаку автомобіля; практична

неможливість підробки і руйнування інформації за рахунок використання різних систем цифрації радіо позначки; можливість зчитування інформації радаром на великій відстані від мітки, розташованої на державному реєстраційному номерному знаку (ДРЗ) автомобіля, що рухається зі швидкістю до 150 км/год.

Система забезпечення безпеки пішоходів у зонах пішохідного переходу (СЗБПП) в організації дорожнього руху забезпечує чіткість виділення пішохідного переходу для всіх учасників руху і фактичного присутності пішохода на переході або в суміжній зоні «входу», індикації, безпосередньо і точно (достовірно) пов'язаної з фактичним, при відсутності пішоходів - повільно рухаються, швидких і рухомих з нормальною швидкістю, школярів, дітей, людей з дитячими колясками і т. д. Чіткість і легкість розуміння водієм ситуацію на переході незалежно від можливих перешкод (що їдуть і припаркованих автомобілів, будівель, що заважають огляду і т. д.).

Часто пропускну здатність автодороги обмежує пропускну здатність окремої ділянки - «вузького місця». Такі місця знаходяться там де регулярно утворюються дорожні пробки. Для оцінки ефекту від усунення «вузького місця» і для пошуку можливих об'їзних шляхів необхідний аналіз транспортного попиту. Під величиною транспортного попиту розуміється кількість автомобілів, початківців рух з однієї вибраної області міста в іншу в одиницю часу. Представлена підсистема аналізу даних про інтенсивність дорожнього руху та оцінки транспортного попиту з використанням методів імітаційного моделювання, вирішує такі завдання:

- розробка та реалізація підсистеми аналізу транспортного попиту за відомим розподілом інтенсивностей;
- розробка та реалізація підсистеми відображення результатів моделювання (карти розподілу інтенсивностей) в геоінформаційної системи;
- розробка інструменту порівняння карт розподілу інтенсивностей для використання імітаційної моделі в якості критерію при аналізі наслідків змін у структурі ВДМ.

Додаткові багатофункціональні секції світлофорів інформують водіїв про режими регулювання, зображені на рисунку 1.18. Особливістю багатофункціональні секції є чергування сигналів:

- включено тільки червоне кільце (рис. 1.18, а) - інформує водіїв, особливо в темний час доби, про наявність додаткової секції, що дозволяє поворот, і про заборонений в даний момент поворотного руху. Рух пішоходів заборонено;

- червоне кільце блимає (рис. 1.18, б) - йде перехідною інтервал, інформує водія про наступне вмикання зеленої стрілки. Рух поворотного транспорту і рух пішоходів заборонено;

- включена тільки зелена стрілка (рис. 1.18, в) - дозволений безконфліктний з пішоходами поворот. Рух пішоходів заборонено;

- включена зелена стрілка і починає мигати жовте кільце (рис. 1.18, г) - йде перехідних інтервал, від безконфліктного з пішоходами руху правоповоротного транспортного потоку до конфліктного руху з пішоходами, при якому водієві необхідно поступатися дорогою пішоходам, що інформує водіїв про те, що через 3 с пішоходам буде дозволено рух. Рух пішоходів поки заборонено;

- включена зелена стрілка і мигає жовте кільце, на пішохідному світлофорі зелений сигнал (рис. 1.18, д) - поворотний рух дозволено, але в неперіоритетні режимі і необхідно пропускати пішоходів, яких рух дозволено;

- блимають зелена стрілка (3 с) і жовте кільце (рис. 1.18, е) - йде перехідною інтервал, водіям подається інформація про майбутнє вимкнення зеленої стрілки. На пішохідному світлофорі блимає зелений сигнал - йде пішохідний перехідний інтервал.

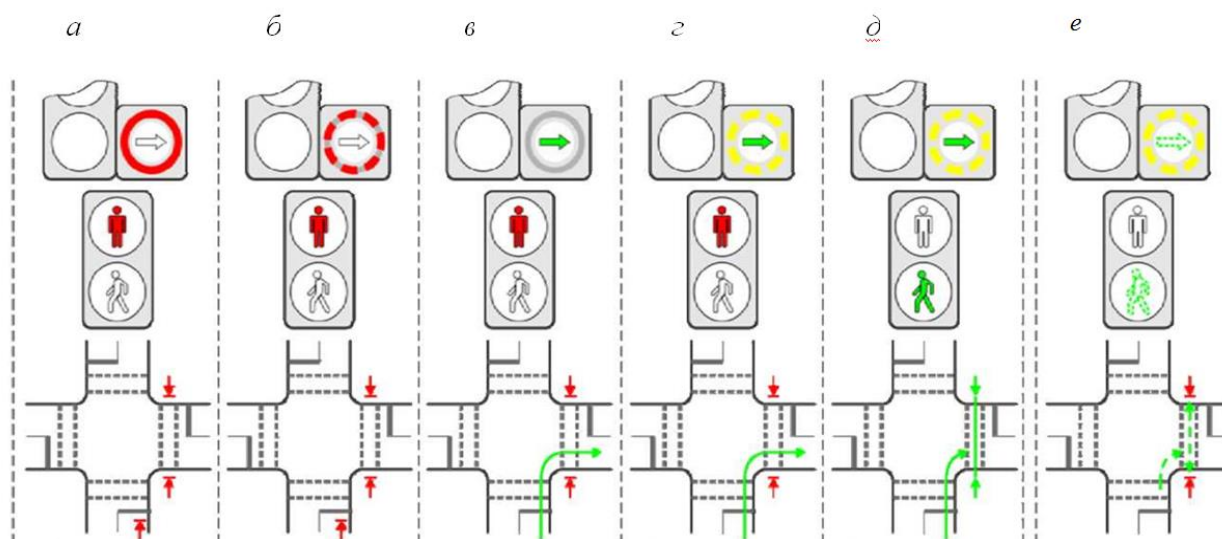


Рисунок 1.18 - Додаткові секції світлофорів

1.7 Недоліки схеми організації дорожнього руху, методи їх усунення та постановка задач удосконалення проїзної частини

На перехрестях не оптимальні: схема ОДР, тривалості і структури циклів, це призводить до зменшення швидкості і збільшення затримок, як наслідок втрати часу транспорту.

На перехресті вул. Фортечна - Шкільна відсутні дорожні знаки 5.16, 5.35.1, 2.1, 2.3, [2], дорожня розмітка 1.1, 1.3, 1.14.3, 1.18, [3], дорожнє покриття в поганому стані.

На перехресті вул. Фортечна - Св. Миколая відсутній дорожній знак 1.4.3, [2], відсутня дорожня розмітка 1.1, 1.3, затерта 1.12, 1.14.3, [3].

На перехресті вул. Фортечна - Горького відсутній пішохідний світлофор [4], відсутній дорожній знак 5.16, [2], не має дорожньої розмітки 1.3, 1.18, [3], по вул. Горького дорожнє покриття в поганому стані.

Недоліками на перехресті вул. Фортечна - проспект Соборний є зношений дорожній знак 5.16 "Напрямок руху по смугам" [2], зношена дорожня розмітка 1.1, 1.5, 1.6, 1.14.3, 1.12.1, 1.18, [3].

Для покращення ситуації на ділянці ВДМ необхідно запровадити такі заходи по удосконаленню дорожнього руху:

1. З підрахованими інтенсивностями слід провести розрахунки і впровадити координоване регулювання, це зменшить затримки і втрати часу.

2. На перехресті вул. Фортечна - Шкільна відновити дорожні знаки 5.35.1, 2.1, 2.3, встановити дорожній знак 5.16, [2], розмітку 1.1, 1.3, 1.14.3, 1.18, [3] та провести ямковий ремонт проїзної частини.

3. На перехресті вул. Фортечна - Св. Миколая встановити знак 1.4.3, [2], відновити розмітку 1.1, 1.3, 1.12, 1.14.3, [3].

4. На перехресті вул. Фортечна - Горького, встановити пішохідний світлофор [1], знак 5.16 [2], відновити розмітку 1.3, 1.18, [3], по вул. Горького дорожнє провести ямковий ремонт проїзної частини.

5. На перехресті вул. Фортечна - проспект Соборний відновити дорожній знак 5.16 "Напрямок руху по смугам" [2], відновити у повному обсязі дорожню розмітку 1.1, 1.5, 1.6, 1.14.3, 1.12.1, 1.18, [3].

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Визначення швидкості руху

Швидкість руху на перегонах магістралі описується нормальним законом розподілу ймовірностей. Щільність розподілу ймовірностей окремих транспортних засобів є функцією параметрів: середньої швидкості транспортного потоку та середнього квадратичного відхилення швидкостей окремих транспортних засобів [8].

Швидкість координації V_k визначається на базі швидкості 85%-го забезпечення графоаналітичним методом, або визначити за допомогою функції «НОРМОБР» в Microsoft Office Excel.

Функція «НОРМОБР» повертає зворотній нормальний розподіл для вказаного середнього та стандартного відхилення.

На перехресті вул. Фортечна - проспект Соборний значеннями середньої швидкості руху $V_k = 47,2$ км/год та середнього квадратичного відхилення $\sigma_v = 2,92$ км/год, вводимо в клітинку програми Microsoft Excel наступне: «=НОРМОБР(0,85; 47,2; 2,92)». В результаті отримуємо значення швидкості транспортного потоку 85%-го забезпечення (тобто швидкість, яку статистично не перевищують 85% усіх транспортних засобів), яка складає $V_{85\%} = 50,2$ км/год. Це значення швидкості приймаємо для розрахунку елементів світлофорного циклу на ізольованих перехрестях.

Значення швидкості $V_k = 0,85$ знаходять з припущення, що за рахунок ефекту координації середня швидкість транспортного потоку підвищується на 15%. Значення швидкості координації V_k також має бути кратне 5 км/год.

Значення швидкості координації складає $V_k = 57,7$ км/год, але округлюючи до числа кратного п'яти у менший бік, отримуємо, що остаточно $V_k = 55$ км/год.

За зразком оброблюємо й інші 3 перехрестя й заносимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 - Швидкості руху

Об'єкт:	Швидкість 85% забезпечення	Швидкість координації
вул. Шкільна	53,6	60
вул. Св. Миколая	55,4	60
вул. Горького	54,2	60
Проспект Соборний	50,2	55

2.2 Визначення елементів світлофорного циклуна ізольованих перехрестях

ДТП найчастіше стаються в так званих конфліктних точках. Конфліктні точки це точки, що утворюються унаслідок передбачуваних перетинів траєкторій руху транспортних засобів. При розгляді ділянки дороги є можливість припустити виникнення конфліктних точок. Вони утворюються, як правило, унаслідок виникнення наступних умов на проїжджій частині дороги [11]:

- відхилення;
- злиття;
- перетин.

Типи конфліктних точок зображені на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 - Класифікація конфліктних точок

На прикладі перехрестя вул. Фортечна - проспект Соборний покажемо етапність розрахунку тривалості циклу.

Для розрахунку відстаней до дальніх конфліктних точок зображаємо схему траєкторій перехрестя на рисунок 2.2.

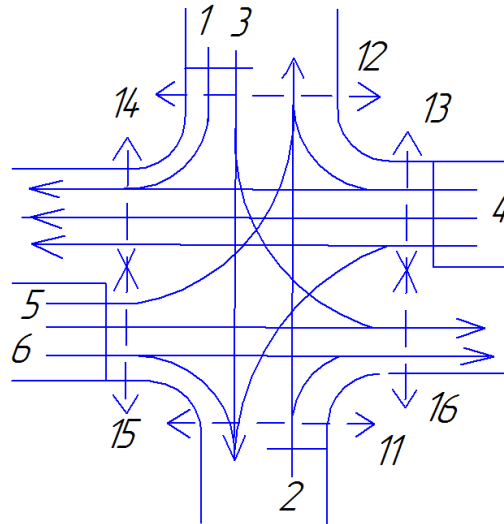


Рисунок 2.2 - Схема траєкторій четвертого перехрестя

Траєкторії поєднуємо у напрямки і зображаємо на рисунку 2.3.

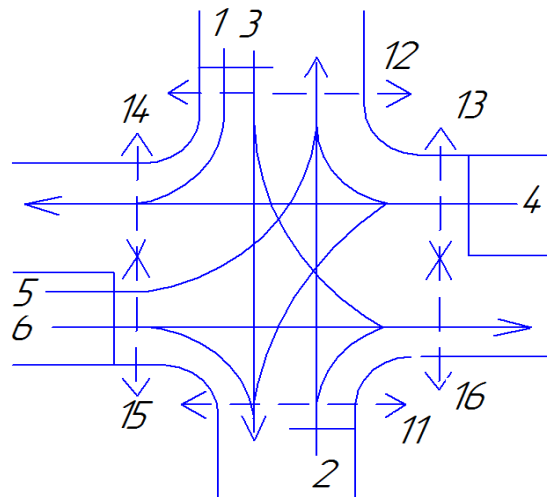


Рисунок 2.3 - Схема напрямів четвертого перехрестя

На основі схеми визначення дальніх конфліктних точок складається матриця конфліктних напрямків, заносючи туди значення відстаней до дальніх конфліктних точок у метрах.

Відстань від стоп-лінії до дальньої конфліктної точки розраховується за формулою [8]:

$$B_{i,j} = l + \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{4(8)}, \quad (2.1)$$

де l - відстань від стоп-лінії до початку перехрестя, м;

R - радіус повороту, м.

Радіус розраховується як середнє значення початкового і кінцевого радіуса руху транспортних засобів за формулою [1]:

$$R = \frac{r_1 + r_2}{2}, \quad (2.2)$$

де r_1 - початковий радіус руху ТЗ, м;

r_2 - кінцевий радіус руху ТЗ, м.

Для правоповоротних траєкторій $R=8$ м.

За формулами 3.1 та 3.2 розраховуємо:

$$B_{14} = 8 + \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 8}{4} = 20,56 \text{ м};$$

$$B_{24} = 8 + 22,5 = 30,5 \text{ м};$$

$$B_{25} = 8 + 24,5 = 32,5 \text{ м};$$

$$B_{34} = 8 + 9 = 17 \text{ м};$$

$$B_{35} = 8 + 12,25 = 20,25 \text{ м};$$

$$B_{36} = 8 + 24,5 = 32,5 \text{ м};$$

$$B_{41} = 8 + 14,5 = 22,5 \text{ м};$$

$$B_{42} = 8 + 1,87 = 9,87 м;$$

$$B_{43} = 8 + 9 = 17 м;$$

$$B_{45} = 8 + 1,8 = 9,8 м;$$

$$B_{52} = 8 + \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 12,3}{4} = 27,3 м;$$

$$B_{53} = 8 + \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 3,6}{4} = 13,6 м;$$

$$B_{54} = 8 + \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 13,06}{4} = 28,5 м;$$

$$B_{62} = 8 + 7,5 = 15,5 м;$$

$$B_{63} = 8 + \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 8}{4} = 20,56 м.$$

Отримані дані заносимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 - Матриця конфліктів для другого перехрестя

Напрями	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	-20,5	0	0
2	0	0		30,5	32,5	-20,5
3	0	0	0	17	20,25	32,5
4	22,5	9,8	17	0	9,8	0
5	0	-27,3	-13,6	-28,5	0	0
6	0	15,5	-20,5	0	0	0

Для інших трьох перехресть відстані від стоп-лінії до дальніх конфліктних точок теж розраховуються по формулам 2.1 та 2.2 та заносяться до відповідних матриць конфліктів. Ці значення знадобляться при розрахунку елементів світлофорних циклів за допомогою програмного комплексу «КУРС».

Аналогічно проводимо розрахунки і для всіх інших перехресть та заносимо до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Схема перехресть та матриці конфліктів

№	Схема перехрестя	Конфліктна матриця						
1			1	2	3	4	5	6
		1	0	0	0	-24,9	-19,3	-24,9
		2	0	0	0	0	0	-16,5
		3	0	0	0	0	-20,5	22,5
		4	13,5	0	0	0	17	13,5
		5	13	0	18,5	9,5	0	0
		6	18,5	-27,8	9,8	20,6	0	0
2			1	2	3	4		
		1	0	0	10			
		2	0	0	-16,2			
		3	-20,5	-18,5	0			
		4						
3			1	2	3	4		
		1	0	0	-24,2	10,2		
		2	0	0	-20,5	19,6		
		3	13,5	20,6	0	0		
		4	20,6	-20,5	0	0		

Складаємо схеми по фазного роз'їзду для всіх перехресть, вони наведені у листі 1 - графічної частини. На прикладі четвертого перехрестя схему по фазного роз'їзду зображаємо на рисунку 2.4.

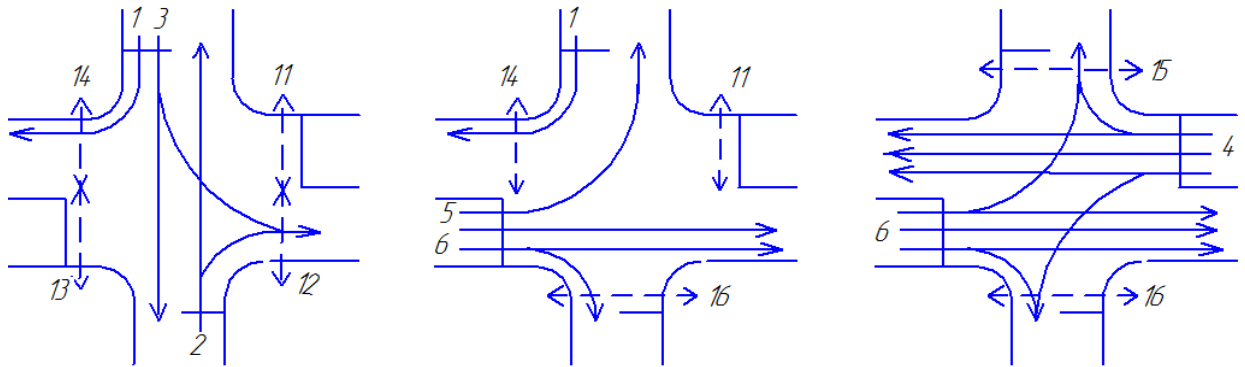


Рисунок 2.4 - Схема по фазного роз'їзду четвертого перехрестя

Далі розраховуємо тривалості додаткових тактів t_{o_i} для кожного напрямку i , на кожному перехресті використовуємо формулу [1]:

$$t_{o_i} = t_p + \frac{V_k}{2a^k} + \frac{B_i + l_a}{V_k}, \quad (2.3)$$

де t_p - термін реакції водія, (0,8...1,2 с);

V_k - швидкість руху, 50,2, км/год;

a^k - прискорення уповільнення, (2,5...3 м/с²);

B_i - елемент матриці конфліктів, м;

l_a - довжина наведеного автомобіля, м ($l_a = 5$ м).

Для відокремленої фази повороту значення t_o в моєму випадку дорівнюватиме часу проїзду чверті кола радіуса r . Значення у цьому випадку зменшують на 20-30%, але не менше за 30 км/год. Результаті розрахунків

округляються в більший бік до цілого числа. Якщо траєкторія B , довжина якої розраховується, криволінійна, перед значенням елемента матриці ставиться знак «мінус».

Розраховуємо тривалості додаткових тактів для першого перехрестя за формулою (2.3):

$$t_{14} = 1 + \frac{9,73}{2 \cdot 2,75} + \frac{20,5 + 5}{9,73} = 5,38 \approx 6c;$$

$$t_{24} = 1 + \frac{13,9}{2 \cdot 2,75} + \frac{30,5 + 5}{13,9} = 6,07 \approx 7c;$$

$$t_{25} = 1 + \frac{13,9}{2 \cdot 2,75} + \frac{32,5 + 5}{13,9} = 6,21 \approx 7c;$$

$$t_{26} = 1 + \frac{9,73}{2 \cdot 2,75} + \frac{20,5 + 5}{9,73} = 5,38 \approx 6c;$$

$$t_{34} = 1 + \frac{13,9}{2 \cdot 2,75} + \frac{17 + 5}{13,9} = 5,1 \approx 6c;$$

$$t_{35} = 1 + \frac{13,9}{2 \cdot 2,75} + \frac{20,25 + 5}{13,9} = 5,33 \approx 6c;$$

$$t_{36} = 1 + \frac{13,9}{2 \cdot 2,75} + \frac{32,5 + 5}{13,9} = 6,21 \approx 7c;$$

$$t_{41} = 1 + \frac{13,9}{2 \cdot 2,75} + \frac{22,5 + 5}{13,9} = 5,49 \approx 6c;$$

$$t_{42} = 1 + \frac{13,9}{2 \cdot 2,75} + \frac{9,8 + 5}{13,9} = 4,58 \approx 5c;$$

$$t_{43} = 1 + \frac{13,9}{2 \cdot 2,75} + \frac{17 + 5}{13,9} = 5,1 \approx 6c;$$

$$t_{45} = 1 + \frac{13,9}{2 \cdot 2,75} + \frac{9,8 + 5}{13,9} = 4,58 \approx 5c;$$

$$t_{52} = 1 + \frac{9,73}{2 \cdot 2,75} + \frac{27,3 + 5}{9,73} = 6,07 \approx 7c;$$

$$t_{53} = 1 + \frac{9,73}{2 \cdot 2,75} + \frac{13,6 + 5}{9,73} = 5,43 \approx 6\text{с};$$

$$t_{54} = 1 + \frac{9,73}{2 \cdot 2,75} + \frac{28,5 + 5}{9,73} = 6,2 \approx 7;$$

$$t_{62} = 1 + \frac{13,9}{2 \cdot 2,75} + \frac{15,5 + 5}{13,9} = 5,01 \approx 6\text{с};$$

$$t_{63} = 1 + \frac{9,73}{2 \cdot 2,75} + \frac{20,5 + 5}{9,73} = 5,38 \approx 6\text{с}.$$

Отримані дані заносимо у таблицю 2.4. Знаходяться максимальні значення елементів матриці t , методом попарного перебору напрямів які є перехідними інтервалами і заносимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.4 - Матриця мінімальних часових проміжків для третього перехрестя

Напрями	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	6	0	0
2	0	0	0	7	7	6
3	0	0	0	6	6	7
4	6	5	6	0	5	0
5	0	7	6	7	0	0
6	0	6	6	0	0	0

Таблиця 2.5 - Розподіли напрямів за фазами для четвертого перехрестя

Фаза	Напрями
1	1, 2, 3, 11, 12, 13, 14
2	1, 5, 6, 11, 14, 16
3	4, 6, 15, 16

Втрачений у циклі час для перехрестя визначається за формулою [9]:

$$L = \sum_{j=1}^m (t_{\phi_j} - 1). \quad (2.4)$$

Перехідний інтервал - це проміжок у світлофорному циклі, протягом якого хоч в одній сигнальній групі здійснюється перехід з зеленого на червоний сигнал та з червоного на зелений [1]. Він призначений для проїзду перехрестя транспортними засобами, що перетнули стоп-лінію на момент ввімкнення сигналу, що забороняє рух та для безпечного завершення переходу пішоходами проїзної частини, або повернення на тротуар. Величини перехідних інтервалів зводимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 - Величини перехідних інтервалів для третього перехрестя

Перехід	Напрями	Мін проміжок	t_{ni}
Перехід з I фази на II фазу	1-1	0	7
	1-5	0	
	1-6	0	
	2-1	0	
	2-5	7	
	2-6	6	
	3-1	0	
	3-5	6	
	3-6	7	

Продовження таблиці 2.6

Перехід	Напрями	Мін проміжок	t_{ni}
	1-4	6	7
	1-6	0	
	5-4	7	
	5-6	0	
	6-4	0	
	6-6	0	
Перехід з III фази на I фазу	4-1	6	6
	4-2	5	
	4-3	6	
	6-1	0	
	6-2	6	
	6-3	6	

За формулою (2.4) втрачений у циклі час для третього перехрестя складає:

$$L=(7-1)+(7-1)+(6-1)=17\text{с.}$$

Далі визначаємо потоки насичення

Потік насичення - це гранична кількість транспортних засобів, що може проїхати у певному напрямку руху через стоп лінію при роз'їзді на

дозволений сигнал світлофора нескінченно довгої черги транспортних засобів.

У випадку, якщо значення ширини смуги руху знаходяться на числовій вісі між зазначеними у таблиці 2.7 потоків насичення, слід виконати лінійну інтерполяцію.

Таблиця 2.7 - Потоки насичення

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

Де Н - ширина проїзної частини, м.

Якщо поворот праворуч чи ліворуч виконується безконфліктно з окремої смуги, то потік насичення залежить від радіуса повороту [1]:

$$M_n = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{r}}, \quad (2.5)$$

де r - радіус повороту, який визначається як середнє арифметичне між початковим і кінцевим радіусами руху ТЗ, м.

Якщо поворотні маневри здійснюються із загальної смуги руху і частка ТЗ, що повертають, більша за 10%, користуються формулою [1]:

$$M_j^i = \frac{M_n}{\alpha + 1.75\beta + 1.25\gamma}, \quad (2.6)$$

де M_n - величина потоку насичення, од./год;

α , β , γ - частки в потоці ТЗ, що рухаються відповідно прямо, ліворуч, праворуч.

Значення фазових коефіцієнтів розраховують за формулою [1]:

$$y_i = \frac{N_i}{M_{n_i}}, \quad (2.7)$$

де N_i - інтенсивність руху на i -му напрямі k -го перехрестя, од./год;

M_{n_i} - потік насичення напрямку, од./год.

За напрямками 6 та 4. Для ширини смуги 3,5 м та 3,75 м в таблиці 2.7 немає значень, отже слід виконати інтерполяцію:

$$M_{nI}^1 = 1875 + \frac{1950 - 1875}{3,6 - 3,3} \cdot (3,5 - 3,3) = 1925 \text{ од./год};$$

$$M_{nI}^1 = 1950 + \frac{2075 - 1950}{4,2 - 3,6} \cdot (3,75 - 3,6) = 1981 \text{ од./год.}$$

Для 1-го напрямку першої фази з урахуванням ширини смуги руху 3,75 м отримаємо такі значення:

$$M = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{8}} = 1515 \text{ од/год.}$$

Розраховують значення фазових коефіцієнтів за формулою (2.7):

$$y_1 = \frac{131}{1515} = 0,087.$$

Для 2-го напрямку першої фази з урахуванням ширини смуги руху 3,75 м отримаємо такі значення:

$$a = \frac{111}{147} = 0,75;$$

$$\gamma = \frac{36}{147} = 0,25;$$

$$M = \frac{1981}{0,75 + 1,25 \cdot 0,25} = 1868 \text{ од/год.}$$

Розраховують значення фазових коефіцієнтів за формулою (2.7):

$$y_1 = \frac{147}{1868} = 0,07.$$

Для 3-го напрямку першої фази з урахуванням ширини смуги руху 3,5 м отримаємо такі значення:

$$a = \frac{78}{110} = 0,7;$$

$$b = \frac{32}{110} = 0,3;$$

$$M = \frac{1925}{0,7 + 1,75 \cdot 0,3} = 1571 \text{ од/год.}$$

Розраховують значення фазових коефіцієнтів за формулою (2.7):

$$y_1 = \frac{110}{1571} = 0,07.$$

Для 1-го напрямку другої фази з урахуванням ширини смуги руху 3,75 м отримаємо такі значення:

$$M = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{8}} = 1515 \text{ од/год.}$$

Розраховують значення фазових коефіцієнтів за формулою (2.7):

$$y_1 = \frac{16}{1515} = 0,01.$$

Для 6-го напрямку, другої фази, з урахування ширини першої смуги 3,75 м отримаємо такі значення:

$$a = \frac{10}{16} = 0,63;$$

$$\gamma = \frac{6}{16} = 0,37;$$

$$M = \frac{1981}{0,63 + 1,25 \cdot 0,37} = 1886 \text{ од/год.}$$

Розраховують значення фазових коефіцієнтів за формулою (2.7):

$$y_1 = \frac{16}{1886} = 0,008.$$

для смуги 2 з шириною 3,5 м:

$$M_4^2 = \frac{1925}{1} = 1925 \text{ од/год.}$$

Розраховують значення фазових коефіцієнтів за формулою (2.7):

$$y_1 = \frac{16}{1925} = 0,008.$$

На четвертому перехресті лівоповоротна інтенсивність (ранок, день, вечір) більша 120 авт/годину. Відомо, що 120 од/год - інтенсивність руху лівоповоротного транспортного потоку, при якій здійснення повороту ліворуч є можливо без виділення окремого напрямку для здійснення повороту (цьому напрямку відповідає стрілка додаткової секції). На 31 авто/годину перевищується ліміт при якому не потрібно вводити додаткову секцію.

Для вирішення формальних протиріч пропонується введення псевдо напрямку повороту ліворуч (напрямок 5), який вважається конфліктним як із потоками перетинаючої вулиці, так і з зустрічним потоком, проте сигнальна група йому не відповідає та на циклограмі він не зображується. Шириною проїзної частини для такого напрямку є ширина крайньої лівої смуги, з якої здійснюється поворот, якщо інше не передбачено на схемі організації руху.

Якщо з цієї смуги передбачено рух також і в інших напрямках, то введення таких даних до програми є винятком з принципу формування схем по фазового роз'їзду, проте розглядається псевдо напрямком, тобто формальний хід, покликаний формалізувати схему роз'їзду в даній ситуації.

Для 5-го напрямку другої фази з урахуванням ширини смуги руху 3,5 м отримаємо такі значення:

$$R_{52} = \frac{15,5 + 12,61}{2} = 14м;$$

$$M = \frac{1850}{1 + \frac{1,525}{14}} = 1626 \text{ од/год.}$$

Розраховують значення фазових коефіцієнтів за формулою (2.7):

$$y_1 = \frac{16}{1626} = 0,001.$$

Для 6-го напрямку, третьої фази, з урахування ширини першої смуги 3,75 м отримаємо такі значення:

$$a = \frac{204}{323} = 0,63;$$

$$\gamma = \frac{110}{323} = 0,37;$$

$$M_3^1 = \frac{1981}{0,63 + 1,25 \cdot 0,37} = 1817 \text{ од/год.}$$

Розраховують значення фазових коефіцієнтів за формулою (2.7):

$$y_1 = \frac{323}{1817} = 0,17.$$

для смуги 2 з шириною 3,5 м:

$$M_3^2 = \frac{1925}{1} = 1925 \text{ од/год.}$$

Розраховують значення фазових коефіцієнтів за формулою (2.7):

$$y_1 = \frac{323}{1925} = 0,16.$$

для смуги 3 з шириною 3,5 м:

$$a = \frac{213}{323} = 0,63;$$

$$b = \frac{119}{323} = 0,37;$$

$$M_3^3 = \frac{1925}{0,63 + 1,75 \cdot 0,37} = 1540 \text{ од/год.}$$

Розраховують значення фазових коефіцієнтів за формулою (2.7):

$$y_1 = \frac{323}{1540} = 0,2.$$

Для 4-го напрямку, третьої фази, з урахування ширини першої смуги 3,75 м отримаємо такі значення:

$$a = \frac{255}{327} = 0,77;$$

$$\gamma = \frac{72}{327} = 0,23;$$

$$M_4^1 = \frac{1981}{0,77 + 1,25 \cdot 0,23} = 1886 \text{ од/год.}$$

Розраховують значення фазових коефіцієнтів за формулою (2.7):

$$y_1 = \frac{327}{1886} = 0,17.$$

для смуги 2 з шириною 3,5 м:

$$M_4^2 = \frac{1925}{1} = 1925 \text{ од/год.}$$

Розраховують значення фазових коефіцієнтів за формулою (2.7):

$$y_1 = \frac{327}{1925} = 0,17.$$

для смуги 3 з шириною 3,5 м:

$$a = \frac{317}{327} = 0,96;$$

$$b = \frac{10}{327} = 0,04;$$

$$M_4^3 = \frac{1925}{0,96 + 1,75 \cdot 0,04} = 1868 \text{ од/год.}$$

Розраховують значення фазових коефіцієнтів за формулою (2.7):

$$y_1 = \frac{327}{1868} = 0,17.$$

Розраховуємо фазовий коефіцієнт перехрестя як суму максимальних фазових коефіцієнтів, дозволених у фазі напрямів руху за формулою [9]:

$$Y_k = \sum_{j=1}^m y_{j_{\max}}; \quad (2.8)$$

$$Y_k = 0,087 + 0,011 + 0,21 = 0,308.$$

Всі отриманні значення інтенсивностей, потоків насичення, фазових коефіцієнтів зводимо у таблицю 2.8.

Таблиця 2.8 - Розрахункові данні

Номер фази	Номер напрямку	Номер смуги	N _j , од/год	M _{h_j} ^k , од/год	У _ј	У _{ј max}	у ⁱ
1	1	1	131	1515	0,087	0,087	0,308
	2	1	147	1868	0,07		
	3	1	110	1571	0,07		
2	1	1	16	1515	0,011	0,011	
	6	1	16	1886	0,008		
		2	16	1925	0,008		
	5	1	16	1625	0,001		
3	6	1	323	1817	0,17	0,21	
		2	323	1925	0,16		
		3	323	1540	0,21		
	4	1	327	1886	0,17		
		2	327	1925	0,17		
		3	327	1868	0,17		

Тривалість циклу ключового перехрестя розраховую за формулою [1]:

$$T_k = \frac{1,5 \cdot L_k + 5}{1 - Y_k}; \quad (2.9)$$

$$T_k = \frac{1,5 \times 17 + 5}{1 - 0,308} = 44 \text{ с.}$$

Тривалість зеленого сигналу на магістральному напрямку обчислюють так [1]:

$$\bar{t}_3^M = \frac{\bar{y}^M}{\bar{Y}} (\bar{T} - \bar{L}) - 1, \quad (2.10)$$

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

$$t_3^1 = \frac{0,087}{0,308} (44 - 17) - 1 = 6,5 \text{ с;}$$

$$t_3^2 = \frac{0,01}{0,308} (44 - 17) - 1 = 1 \text{ с;}$$

$$t_3^3 = \frac{0,21}{0,308} (44 - 17) - 1 = 17,9 \text{ с.}$$

Перша і друга фази менші 7 с, але друга фаза є псевдо фазою, яка включає псевдо напрямі от же її корегувати не треба це означає корекції підлягає лише перший основний такт за формулою [1]:

$$k = \frac{7}{t_3}; \quad (2.11)$$

$$k_1 = 1,07.$$

Скориговані тривалості зеленого сигналу:

$$t_3^1 = 7c;$$

$$t_3^2 = 1c;$$

$$t_3^3 = 20c.$$

Корекція на пішохідний мінімум за формулою [1]:

$$k_j = \frac{\frac{b}{V_n} + 5 - t_{oi}}{t_{zi}}, \quad (2.12)$$

де b - ширина проїзної частини, що її переходять пішоходи протягом фази регулювання;

V_n - швидкість руху пішохода, км/год (1,3 км/год.).

$$k_1 = \frac{12,25 / 1,3 + 5 - 7}{7} = 1,06;$$

$$k_3 = \frac{14,5 / 1,3 + 5 - 6}{19} = 0,53.$$

Так як коефіцієнт k більший одиниці, то необхідно проводити корегування значень основних тактів на пішоходів.

Скориговані тривалості зеленого сигналу:

$$t_3^1 = 8c;$$

$$t_3^2 = 2c;$$

$$t_3^3 = 22c.$$

Остаточна тривалість циклу для третього перехрестя складає [1]:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{ом}}^I + t_{\text{ні}}^I + t_{\text{ом}}^{II} + t_{\text{ні}}^{II} + t_{\text{ом}}^{III} + t_{\text{ні}}^{III}; \quad (2.13)$$

$$T_{\text{ц}} = 8 + 2 + 22 + 7 + 7 + 6 = 52c.$$

Отримане значення тривалості циклу на третьому перехресті приблизно співпадає з значенням, яке розраховане на ЕОМ.

Далі необхідно провести розрахунки для всіх інших перехресть магістралі, в тому числі і для четвертого перехрестя, в ізольованому режимі для інтенсивностей ранкового піку, між пікового періоду, вечірнього піку. Робимо це, використовуючи програмний комплекс «КУРС» - за допомогою програми «Автоматичне програмування циклу» (АПЦ).

„АПЦ” (автоматичне програмування циклу) автоматично виконує конфігурацію світлофорного циклу, проводячи розмітку поля програми „Кросс” після введення з екрану даних про параметри перехрестя та характеристики обраної схеми по фазового роз’їду та транспортне навантаження за кожним з напрямів.

За Проєктом створення автоматизованої системи конфігурації та програмування автоматичних систем управління дорожнім рухом (АСУДР) даних програмі відведено утилітарні функції, тому спосіб введення даних та презентації кінцевих даних не має вирішального значення. Введення даних до програми автоматичного програмування циклу відбувається з клавіатури ЕОМ шляхом заповнення діалогових вікон у певному порядку.

У діалоговому вікні “Розрахунок проміжних тактів” вводиться конфліктна матриця, що характеризує водночас геометричні параметри та організацію руху на перехресті, а також вказуються номери напрямів, для

яких максимальна відстань від стоп-лінії до найдалшої конфліктної точки взято на траєкторії повороту (ця обставина має значення для подальшого розрахунку мінімально припустимих часових проміжків між зеленими сигналами конфліктних напрямів). Фізичний сенс значень елементів конфліктної матриці полягає у тому, що на їх основі розраховується час, що є необхідним для транспортного засобу, який під'їхав до перехрестя у момент закінчення зеленого сигналу та вже не може зупинитися без екстреного гальмування, для того, аби закінчити проїзд перехрестя до того моменту, як на його траєкторії з'являться транспортні засоби, для яких передбачено ввімкнення зеленого сигналу у наступній фазі регулювання.

У наступних діалогових вікнах формалізується обрана для перехрестя схема по фазового роз'їзду, а також вказуються дорожні (кількість та ширина смуг руху, радіус поворотів) та транспортні (інтенсивність у зведених одиницях та напрями руху транспортних засобів) характеристики транспортних та пішохідних напрямів схеми по фазового роз'їзду.

З метою уникнення плутанини, номери транспортних напрямів 1..10, а пішохідних - 10..20.

Для пішохідних напрямків вводиться ширина проїзної частини, що її переходять пішоходи (за наявності острівця безпеки відповідної площі ширина приймається до острівця безпеки).

Значення радіусу повороту вводиться лише для виділених смуг, що призначені для безконфліктного повороту транспортних засобів лише в одному напрямі.

Під час введення значень є можливість переміщення між вікнами, до яких вводяться дані для кожної із світлофорних фаз з метою подальшої перевірки введення характеристик схеми по фазового роз'їзду.

Коли введемо вихідних даних з'явиться вікно, в яке занесена такі данні як: номер академічної групи, номер варіанту, локальний ідентифікатор перехрестя, відсотків різних типів авто.

Далі відкривається вікно «МРЛ», у ньому вводимо дані для розрахунку елементів світлофорного циклу. Вводимо номер академічної групи, варіанту, локальний ідентифікатор перехрестя, розрахункову швидкість, даємо файлу ім'я (будь яке). На питання «Замінити показники складу потоків для економічних розрахунків» та «Замінити групи напрямів у фазах 2 і 3» натискаємо Enter.

Відкривається txt документ у якому наведена наступна інформація: порядок чергування фаз, значення перехідних інтервалів між відповідними фазами, значення тривалості основних тактів, циклограма для кожного напрямку на перехресті у числовому вигляді, а також значення затримок по напрямам та загальні затримки на перехресті.

Таким же чином оброблюємо всі інше перехрестя і результати розрахунків зводимо у таблицю 2.9.

Таблиця 2.9 - Результати розрахунку елементів світлофорного циклу на ізолюваних перехрестях

Ранковий пік 8-9 години							
Номер перехрестя	Тривалість основних тактів, с			Тривалість перехідного інтервалу, с			Тривалість циклу, с
	1	2	3	1-2	2-3	3-1	
1	14	8	9	8	8	8	55
2	13	9	-	7	8	-	37
3	25	9	-	8	8	-	50
4	7	2	25	9	9	8	60
Меж піковий період 12-13 години							
1	18	7	9	8	8	8	58
2	9	9	-	7	8	-	33
3	17	9	-	8	8	-	42
4	7	2	19	9	9	8	54

Продовження таблиці 2.9

Вечірній пік 17-18 години							
Номер перехрестя	Тривалість основних тактів, с			Тривалість перехідних інтервалів, с			Тривалість циклу, с
	1	2	3	1-2	2-3	3-1	
1	10	8	9	8	8	8	55
2	7	10	-	7	8	-	32
3	32	9	-	8	8	-	57
4	7	1	17	9	9	8	51

2.3 Визначення кількості програм для багатопрограмного дорожнього контролера

Для періодів доби розраховано оптимальні тривалості циклу ізолюваного жорсткого світлофорного регулювання на перехрестях. Наступним кроком буде визначення кількості програм регулювання для дорожнього контролера та часові проміжки активності кожної з них. Визначаємо за наступним принципом:

1. Залежно від кількості фаз регулювання визначається мінімальна тривалість циклу регулювання, зважаючи на те, що мінімальна тривалість основного такту складає 7 с, а перехідного інтервалу - 6 с (з урахуванням зеленого миготливого сигналу).

2. Будується діаграма режимів регулювання. На ній по вісі абсцис відкладаються задані часові проміжки, для яких розраховано оптимальну тривалість циклу регулювання з ціною ділення не менше 1 год. По вісі ординат відкладається тривалість циклу регулювання від нуля до максимально можливої з огляду безпеки руху з ціною ділення.

3. Посередині кожного часового проміжку позначається оптимальна для нього тривалість циклу регулювання. Отримані точки поєднуються плавною лінією.

4. Позначаються межі активності програм регулювання по вісі ординат. Перша програма активна від мінімальної тривалості циклу до тієї, що вдвічі більша за мінімальну і так далі до максимальної тривалості. Нижче за першу програму по вісі ординат знаходиться режиму жовтого миготіння.

5. Якщо два або більше циклу знаходяться в межах однієї програми обираємо більший, цей цикл задаємо для проміжку часу в межах програми.

Дана методика не враховує зміни в структурі циклу регулювання, згідно з цим твердженням програм буде стільки скільки і циклів.

На рисунках 2.5-2.8 зображені діаграми режимів регулювання з яких обираємо кількість програм для перетину вул. Фортчна з: Шкільна, Св. Миколая, Горького, проспектом Соборний.

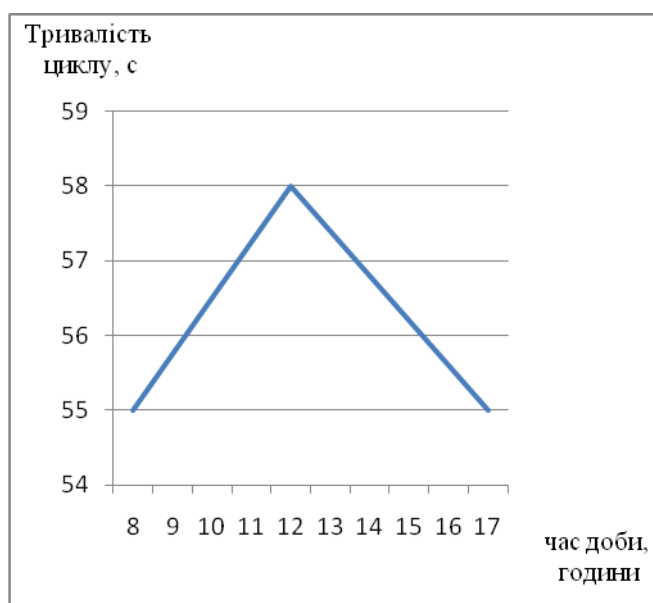


Рисунок 2.5 - Діаграма режимів регулювання перехрестя
вул. Фортчна - Шкільна

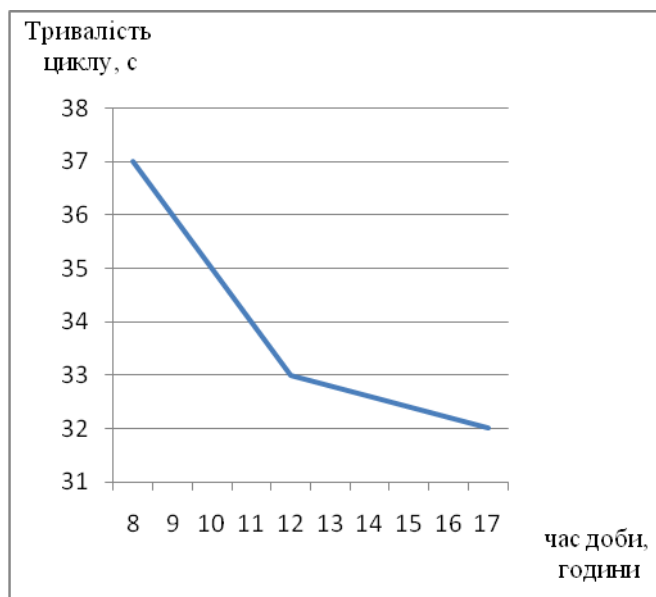


Рисунок 2.6 - Діаграма режимів регулювання перехрестя
вул. Фортечна - Св. Миколая

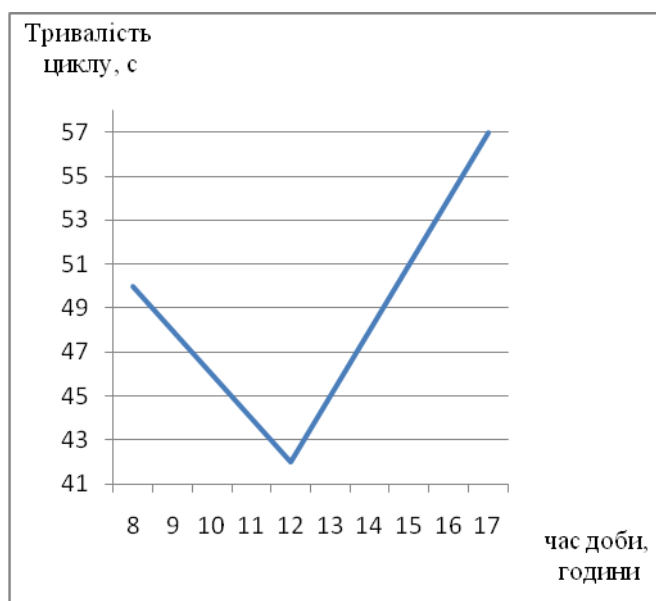


Рисунок 2.7 - Діаграма режимів регулювання перехрестя
вул. Фортечна - Горького

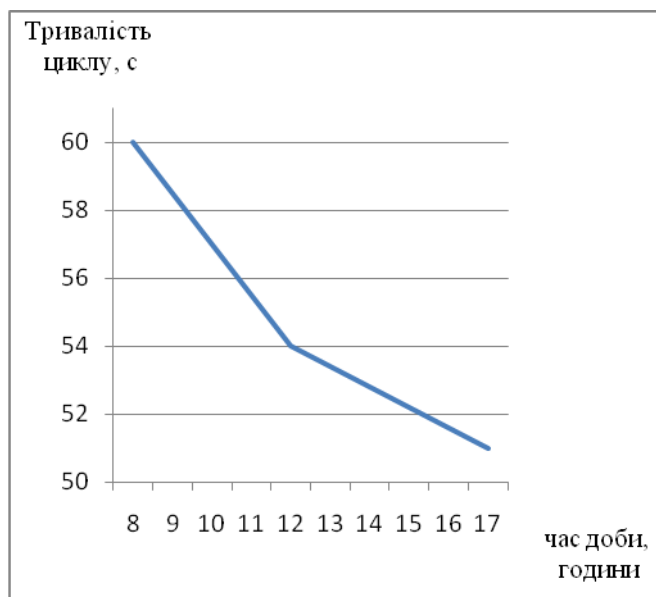


Рисунок 2.8 - Діаграма режимів регулювання перехрестя
вул. Фортечна - проспект Соборний

Отримані данні зведемо у таблицю 2.10.

Таблиця 2.10 - Програми багатопрограмного дорожнього контролера

Ранковий пік 8-9 години								
Номер перехрестя	Тривалість ОТ, с			Тривалість ПІ, с			Тривалість циклу, с	Режим регулювання
	1	2	3	1-2	2-3	3-1		
1	14	8	9	8	8	8	55	Програма 1
2	13	9	-	7	8	-	37	Програма 1
3	25	9	-	8	8	-	50	Програма 1
4	7	2	25	9	9	8	60	Програма 1

Продовження таблиці 2.10

Меж піковий період 12-13 години								
Номер перехрестя	Тривалість ОТ, с			Тривалість ПІ, с			Тривалість циклу, с	Режим регулювання
	1	2		1	2			
1	18	7	9	8	8	8	58	Програма 2
2	9	9	-	7	8	-	33	Програма 2
3	17	9	-	8	8	-	42	Програма 2
4	7	2	19	9	9	8	54	Програма 2
Вечірній пік 17-18 години								
1	13	9	9	8	8	8	55	Програма 3
2	7	10	-	7	8	-	32	Програма 3
3	32	9	-	8	8	-	57	Програма 3
4	7	1	17	9	9	8	51	Програма 3

2.4 Визначення елементів світлофорних циклів в координованому режимі

Координованим регулюванням називається такий спосіб управління дорожнім рухом, при якому робота світлофорної сигналізації на окремих перехрестях ВДМ залежить від роботи на сусідніх перехрестях. При цьому ряд світлофорних об'єктів об'єднується в певну систему, що має назву - система координованого регулювання [1].

Метою координованого регулювання є забезпечення безупинного руху транспортних засобів на вулично-дорожній мережі [8].

Робота світлофорної сигналізації призводить до різкої зміни структури та характеру транспортного потоку, в якому з'являються чітко виражені групи автомобілів. Від таких параметрів груп як відстань між ними, щільність потоку в групі, швидкість розпадання та перемішування (дифузія) залежить ефективність роботи світлофорної сигналізації [9].

Для організації координованого управління необхідно виконання наступних умов: наявність не менш ніж двох смуг для руху в кожному напрямку; однаковий чи кратний цикл регулювання на всіх перехрестях, що входять до системи координації; відстань між перехрестями не повинна перевищувати 800 метрів [1].

Перша умова пов'язана з необхідністю безупинного руху транспортних засобів з розрахунковою швидкістю та своєчасного їх прибуття до чергового перехрестя. Їх затримка призведе до порушення процесу координованого управління, адже збільшення часу руху на перегонах сприяє прибуттю автомобілів до перехрестя із запізненням. При вузькій проїзній частині ймовірність затримки збільшується, тому що важко об'їздити можливі перепони на дорозі (автомобілі, що зупинилися біля тротуару, зупинки міського транспорту) [1].

Однаковий або кратний цикл на всіх перехрестях забезпечує необхідну періодичність зміни сигналів, збереження розрахункового зсуву включення фаз, що дозволяють рух вздовж маршруту координації.

Обмеження, що накладені на довжину перегону, пов'язані з процесом групо утворення в транспортному потоці. Група автомобілів утворюється при роз'їзді черги, що накопичилася в очікуванні сигналу світлофора, який дозволяє рух. На початку перегону безпосередньо за перехрестям інтенсивність такої групи автомобілів близька до потоку насичення. В процесі подальшого руху групи починається її розпад через різні швидкості транспортних засобів, що складають цю групу. Розбіг швидкостей

обумовлюється різномірністю транспортного потоку, а також впливом індивідуальних властивостей водіїв. Автомобілі з більш високими швидкостями руху переміщуються в головну частину групи, автомобілі, що рухаються повільно - в її кінець або відстають від групи. Цей процес прогресує по мірі віддалення групи від попереднього перехрестя, час проїзду групи повз нерухомого спостерігача збільшується, її середня інтенсивність руху зменшується [1].

Під час введення системи координованого регулювання тривалість циклу на всіх перехрестях дорівнює найбільшій тривалості циклу для перехрестя системи, розрахованій для ізолюваного режиму. Це перехрестя зветься ключовим (четверте перехрестя ранковий $T_{\text{ч}}=60$ с, денний $T_{\text{ч}}=54$ с, вечірній $T_{\text{ч}}=51$ с).

За допомогою програми “Обробник” розраховуємо значення тактів регулювання для інших перехресть. При цьому у програмі задаємо значення циклу ключового перехрестя та швидкість руху ($50,2$ км/год), збільшену на 15% (55 км/год).

Щоб скоординувати рух необхідно знати відстані між перехрестями (стоп-лініями перехресть) на магістралі для прямого та зворотного напрямів (файл Dist).

Треба розрахувати відстані між перехрестями на магістралі для прямого та зворотного напрямів.

Відстані між перехрестями визначаємо за формулою [1]:

$$L_{np1} = L_{пп} + 0,5 \cdot B_1 - 0,5 \cdot B_2 + B_{1\text{стоп}} - B_{2\text{стоп}}, \quad (2.14)$$

де L_{np} - довжина магістралі, м;

B_1 - ширина проїзної частини першого проїзду, м;

B_2 - ширина проїзної частини другого проїзду, м;

$B_{1\text{стоп}}$ - відстань від стоп-лінії до проїзної частини або пішохідного переходу на перехресті номер 1, м;

$B_{2\text{стоп}}$ - відстань від стоп-лінії до проїзної частини або пішохідного переходу на перехресті номер 2, м.

Відстані між перехрестями на магістралі для прямого та зворотного напрямів за формулою (2.14):

$$L_{np.1} = 149,25 + 0,5 \cdot 14,5 + 8 - 0,5 \cdot 6 - 4 = 156,5 \text{ м};$$

$$L_{np.2} = 94 + 0,5 \cdot 4 + 8 - 0,5 \cdot 14 - 8 = 86 \text{ м};$$

$$L_{np.3} = 73,25 + 0,5 \cdot 14 + 8 - 0,5 \cdot 24,25 - 8 = 68 \text{ м};$$

$$L_{зв.1} = 148,25 + 0,5 \cdot 6 + 8 - 0,5 \cdot 14,5 - 4 = 148 \text{ м};$$

$$L_{зв.2} = 94 + 0,5 \cdot 14 + 8 - 0,5 \cdot 14,5 - 8 = 98 \text{ м};$$

$$L_{зв.3} = 73,25 + 0,5 \cdot 8 + 24,5 - 0,5 \cdot 14 - 8 = 78,5 \text{ м}.$$

Отримані дані заносимо до таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 - Відстані між перехрестями на магістралі

Номер перехрестя	Прямий Напрямок, м.	Зворотній напрямок, м.
1	0	148
2	156,5	98
3	86	78,5
4	68	0

За допомогою програми - обробника «Обробка ключового» розраховуємо значення елементів світлофорного циклу для всіх перехресть.

Для всіх перехресть задамо тривалість циклу 81 с. Результатом обробки ключового є файли в папках CROSS1 - CROSS5 під назвою K1 - K5 (в залежності від перехрестя). Результати розрахунку елементів світлофорного циклу при координованому регулюванні записані у таблиці 2.12.

Таблиця 2.12 - Результати розрахунку елементів світлофорного циклу при координованому регулюванні

Ранковий пік 8-9 години							
Номер перехрестя	Тривалість ОТ, с			Тривалість ПІ, с			Тривалість циклу, с
	1	2	3	1-2	2-3	3-1	
1	41	7	9	8	8	8	81
2	57	9	-	7	8	-	81
3	56	9	-	8	8	-	81
4	15	1	40	9	8	8	81
Меж піковий період 12-13 години							
Номер перехрестя	Тривалість ОТ, с			Тривалість ПІ, с			Тривалість циклу, с
	1	2	3	1	2	3	
1	41	7	9	8	8	8	81
2	57	9	-	7	8	-	81
3	56	9	-	8	8	-	81
4	17	1	38	9	8	8	81
Вечірній пік 17-18 години							
Номер перехрестя	Тривалість ОТ, с			Тривалість ПІ, с			Тривалість циклу, с
	1	2	3	1	2	3	
1	41	7	9	8	8	8	81
2	57	9	-	7	8	-	81
3	56	9	-	8	8	-	81
4	17	4	35	9	8	8	81

Циклограмами координованого регулювання зображенні у листах 1-3 графічної частини.

2.5 Побудова графіку координації

Графік координації являє, собою графічну інтерпретацію залежності "відстань - час", зображену в прямокутній системі координат. Вихідними даними для розрахунку: план магістралі в масштабі; схема існуючої організації руху, на якій показані світлофори, дорожні знаки та розмітка, організація руху на перехрестях; картограма інтенсивностей транспортних засобів і пішоходів; дані о розрахункових швидкостях руху. Вздовж горизонтальної осі відкладають час, вертикальної - координату на магістралі [9]. Ліворуч від горизонтальної осі графіку і паралельно їй накреслюють випростаний план магістралі.

Найоптимальніший варіант, якщо ширина стрічки часу на найбільш завантаженому напрямі становить не менш як 20% тривалості циклу системи. Якщо потрібний ефект не забезпечується необхідно вдатися до другого способу корегування і збільшити або зменшити швидкість на 10%, якщо умова не виконується збільшують цикл на 10% разом з пропорційним збільшенням тривалості основних тактів [8].

Побудова графіків координації для магістральних напрямів виконувалася за допомогою програми - координатора. Отримані параметри графіку координації занесені в таблицю 2.13.

Таблиця 2.13 - Параметри графіка координації

Ранковий пік 8-9 години				
Номер перехрестя	Абсолютний зсув с.	Зміщення с.	$T_{ц}$, с	Тривалість стрічки часу, с
1	76	8	81	11
2	51			
3	48			
4	3			

Продовження таблиці 2.13

Меж піковий період 12-13 години				
Номер перехрестя	Абсолютний зсув с.	Зміщення с.	T _ц , с	Тривалість стрічки часу, с
1	76	7	81	12
2	51			
3	49			
4	2			
Вечірній пік 17-18 години				
1	75	5	81	13
2	50			
3	50			
4	81			

В планах координації ранкової, денної, вечірньої інтенсивностей ширина стрічки часу менша 20% від тривалості циклу (81 с), необхідно провести модуляцію. Зменшуємо швидкості координації на 10% отримуємо швидкості для перехресть вул. Фортечна - Шкільна, Св. Миколая, Горького 55 км/год, вул. Фортечна - проспект Соборний 50 км/год, наново за допомогою програми-обробника «Обробка ключового» розраховуємо значення елементів світлофорного циклу для чотирьох перехресть. Отримуємо план координації у якому ширино стрічки часу все одно менша 20% від тривалості циклу (81 с) умова не виконується, необхідно збільшити швидкість циклу, але так як на проспекті Соборний впроваджене координоване регулювання збільшувати цикл не можна, це зруйнує його координацію, от же найоптимальнішим є перший план координації. От же оптимальними є початкові плани координації.

Графік координації будується вручну з використанням вже отриманого графіку в Microsoft Excel для магістралі за таким алгоритмом:

1. Будуються стрічка графіку
2. Знаючи абсолютний зсув перехресть на першому перехресті відмічаємо кальку зеленого сигналу від вісі y та через цикл. Калька - це шматок циклограми з зеленим та зеленим миготливим.
3. Будується права межа прямої стрічки часу: з правого кінця кальки, що знаходиться на нижній межі смуги 1 перехрестя (відповідає 1 стоп-лінії прямого напрямку) проводиться лінія під нахилом, що відповідає швидкості.
4. Проводиться ліва межа стрічки часу через n с. (ширина стрічки часу склала n , с) після початку кальки паралельно правій межі.
5. Знаючи абсолютний зсув наступного перехрестя відмічаємо на ньому циклограму. Продовжуємо стрічку часу з нахилом, що відповідає швидкості. Права та ліва межа стрічки повинні вийти в смугу перехрестя.
6. Аналогічним чином продовжується побудова прямої стрічки часу до останнього перехрестя зважаючи на зміну швидкості між перехрестями.
7. Будується ліва межа зворотної стрічки часу з точки, значення якої відповідає зміщенню n (секунд), і знаходиться на верхній межі смуги четвертого перехрестя. Лінія проводиться під нахилом, що відповідає зворотній швидкості до перетину з смугою наступного перехрестя. Права межа зворотної стрічки проводиться паралельно лівій через n , оскільки ширина зворотної стрічки часу за розрахунками дорівнює саме цьому значенню. Аналогічним чином продовжується побудова зворотної стрічки часу.

Плани координації зображені у листах 5-7 графічної частини.

2.6 Розробка структури та вибір технічних засобів АСУДР

В цьому розділі необхідно визначити рівень АСУДР, що Проєктується та тип дорожнього контролера для застосування в якості периферійного обладнання.

До складу АСУДР в містах входять: технічні засоби АСУДР, математичне забезпечення та обслуговуючий персонал. Технічні засоби АСУДР, в свою чергу, поділяються за територіальним принципом: на периферійні, центральні та пристрої зв'язку [8].

До периферійних технічних засобів АСУДР відносяться: детектори транспорту, дорожні контролери, транспортні й пішохідні світлофори, пристрої акустичної сигналізації, пішохідні викличні пристрої, виносні пульти ручного управління, апаратура пріоритетного пропуску, контрольно-діагностична апаратура, апарат дослідження дорожнього руху, керовані знаки тощо [1].

Центральні технічні засоби АСУДР це контрольний центр до якого стікається уся інформація стосовно динамічної ситуації на дорогах від детекторів та телеметрії, а також відбувається її аналіз та виробка керуючих інструкцій. Для реалізації цих функцій у центрах використовують сучасні комп'ютери та іншу обчислювальну апаратуру та техніку [9].

Пристрої зв'язку включають: лінії зв'язку, центральні і периферійні пристрої обміну інформацією, засоби радіо і телефонного зв'язку [9].

Математичне забезпечення підрозділяється на зовнішнє та внутрішнє. Зовнішнє - це набір програм, які реалізують конкретний алгоритм управління об'єктом (контролером). Внутрішнє математичне забезпечення - це операційні системи, необхідні для нормальної роботи обчислювальної техніки (найчастіше це Windows або Linux для комп'ютерів) [9].

Обслуговуючий персонал - штат спеціалістів, який виконує функції управління рухом, а також експлуатацію і обслуговування технічних засобів АСУДР, підготовку та корегування програм для контролерів [9].

У залежності від структури побудови розрізняють централізовані, децентралізовані та комбіновані АСУДР [9].

При централізованій структурі усі функції управління зосереджені в центральному пункті управління, залишаючи периферійним пристроям

функції збору даних про дорожній рух і реалізацію керуючих впливів, одержуваних із центру [9].

Децентралізована структура передбачає розподіл основних функцій управління між периферійними пристроями системи.

Комбінована структура забезпечує стратегічне управління з центрального пункту управління, одночасно допускаючи широкі функції управління на рівні периферійних пристроїв.

За характером реалізації зв'язків у приведених АСУДР можуть бути організовані багаторівневі, підпорядковані, так звані ієрархічні структури.

До функцій, що забезпечують управління дорожнім рухом за допомогою АСУДР на міських магістралях, відносяться [9]:

- локальне управління рухом на ізольованих перехрестях (адаптивне, жорстке, резервне, ручне тощо);
- координоване управління на окремих магістралях, маршрутах (гнучке, жорстке);
- забезпечення пріоритетного проїзду для спеціального і суспільного транспорту через окремі перехрестя, або за встановленими маршрутами;
- вибіркове завдання режимів руху на одному або групі перехресть;
- повний або частковий дозвіл (заборона) руху на визначених вулицях при проведенні масових засобів і дорожніх робіт;
- введення одностороннього або реверсивного руху при періодичних перевантаженнях окремих напрямків, магістралей;
- розрахунок схем організації дорожнього руху, зміна схем руху на перехрестях у залежності від запитів транспортних засобів та пішоходів у відповідних напрямках;
- контроль дотримання швидкості руху, встановленої планом координації;
- візуальний контроль дорожнього руху на найбільш завантажених перехрестях і магістралях;

- контроль екологічного стану середовища на автомагістралях і вулицях і управління рухом з урахуванням його рівня.

Приведені функції управління реалізуються за допомогою відповідних алгоритмів, і повинні забезпечуватися агрегатними технічними і програмними засобами, що дозволяють при Проектуванні синтезувати системи різноманітної складності.

Крім перелічених функцій АСУДР у містах відповідно до мети управління, повинний реалізуватися ряд функцій, спрямованих на підвищення безпеки дорожнього руху [9]:

- контроль виконання Правил дорожнього руху його учасниками, виявлення осередків порушень, вибір і реалізацію заходів щодо їхнього попередження;
- розпізнавання аварійно-небезпечних ситуацій у процесі руху, забезпечення швидкого реагування щодо їхнього попередження;
- виявлення місць виникнення ДТП, несподіваних зупинок транспортних засобів;
- локалізацію місць ДТП у процесі руху;
- проведення заходів щодо ліквідації наслідків ДТП і т. д.

Враховуючи високу вартість робіт по Проектуванню та введення в дію АСУДР у містах, необхідно орієнтуватися на такий рівень АСУДР, який був би необхідним та достатнім для бажаних цілей управління. Існують декілька рівнів АСУДР [9].

Базова модель АСУДР 1.1 використовується для управління на перехрестях при невеликих та середніх інтенсивностях транспортного потоку.

АСУДР 1.2 - для управління на перехрестях з нерівномірним завантаженням керованих напрямків.

АСУДР 1.3 - на перехрестях, які мають нерівномірне завантаження на протязі доби. Таким чином технологія управління на першому рівні

представляє собою введення світлофорного регулювання на ізольованих перехрестях ВДМ.

Ефективність та доцільність систем першого рівня може бути оцінена за допомогою відомих методик для розрахунку ефективності введення світлофорного регулювання [9].

Вибір другого рівня, який використовує методи координованого регулювання, може оцінюватись на основі статистичного аналізу ефективності вже існуючих аналогічних систем. Так, при введенні АСУДР 2.1 середня швидкість руху транспортних засобів збільшується приблизно на 10%, затримки транспорту на перехрестях в напрямку координації зменшуються приблизно на 15%. Введення в дію АСУДР 2.2 сприяє збільшенню середньої швидкості руху на 12-15% та зменшенню затримок транспорту на перехрестях за маршрутами, які координуються на 15-20% [9].

Введення АСУДР 3 сприяє збільшенню середньої швидкості руху на 12-15% та зменшенню затримок транспорту на перехрестях за маршрутами, які координуються - на 20-25%, а також зменшенню кількості ДТП в районі управління на 15-20% та зниженню кількості шкідливих викидів в атмосферу і рівня транспортного шуму. При цьому треба відмітити, що, чим ширше масштаб управління, тим більше проявляється позитивний ефект управління.

Проведені статистичні дослідження на основі експлуатації АСУДР різних рівнів дозволяють стверджувати, що рівень впроваджуваної в дію АСУДР у першу чергу повинен визначатися кількістю населення, кількістю транспортних засобів, добовою інтенсивністю транзитного руху [9].

Згідно з цілями які поставлено перед нашою АСУДР (координація ділянки ВДМ) обираємо АСУДР 2.3. Обрана АСУДР 2.3 дозволяє забезпечити координований рух інтенсивних транспортних та пішохідних потоків на вулично-дорожній мережі міста, сприяє збільшенню швидкості руху на 12- 5%, зниженню затримок транспорту на маршрутах координації на 15-20% та зниженню кількості шкідливих викидів в атмосферу і рівня транспортного шуму [9].

2.7 Техніко - експлуатаційні показники системи

Економічна ефективність роботи оцінюється порівняно з режимом ізолюваного регулювання на об'єкті розробки. Умовна річна економія досягається за рахунок зниження транспортних затримок на напрямках координації та підвищення швидкості руху на перегонах магістралі. Різницю у транспортних затримках визначаємо за формулою [1]:

$$\Delta Z = \sum Z_{л(коорд)} - \sum Z_k + \sum Q \quad (2.15)$$

де $\sum Z_{л(коорд)}$ - сумарна затримка транспортних засобів за напрямками координації в локальному режимі, год/рік;

$\sum Z_k$ - сумарна затримка транспортних засобів за напрямками координації в системі координації, год/рік;

$\sum Q$ - виграш часу від збільшення швидкості руху.

Данні які отримуємо заносимо в таблицю 2.14 та знаходимо їх суму.

Таблиця 2.14 - Річні затримки автомобілів при локальному регулюванні

Ранковий пік 8-9 години		
Номер перехрестя	Напрямок	Затримки год/рік.
1	2	886,3
2	1	1801
	2	1628,8
3	1	943,7
	2	1448
4	1	1695
Разом	-	8402,8

Продовження таблиці 2.14

Меж піковий період 12-13 години		
1	2	810
2	1	1939,2
	2	1631,4
3	1	1128,6
	2	1609,6
4	1	1352
Разом	-	8470,6
Вечірній пік 17-18 години		
1	2	937,3
2	1	1999,8
	2	2238
3	1	947
	2	1435
4	1	720
Разом	-	8276

Для розрахунку величини затримки при координованому регулюванні спочатку перевіряють ступінь дифузії потоків на перегонах магістралі. Якщо для j-го перегону виконується умова, формула [1]:

$$l_{nj} < \frac{V_{kj}^2 - 9 \cdot \sigma_v^2}{6 \cdot \sigma_v} \cdot t_{rj}, \quad (2.16)$$

l_{nj} - довжина перегону, м;

σ_v - стандартне відхилення швидкості, м/с;

V_{kj}^2 - швидкість координації на перегоні, м/с;

t_{rj} - тривалість червоного сигналу на напрямі координації, с.

Якщо умова 2.16 не виконується, затримку z_{kj} визначають формулою [1]:

$$z_{kj} \approx 1,5 \cdot \frac{t_{rj} \cdot l_{nj} \cdot \sigma_v}{T_u \cdot V_{kj}^2}, \quad (2.17)$$

де t_{rj} - тривалість червоного сигналу на напрямі координації, с;

l_{nj} - довжина перегону, м;

σ_v - стандартне відхилення швидкості, м/с;

V_{kj}^2 - швидкість координації на перегоні, м/с;

T_u - тривалість циклу регулювання, с.

Перевіряємо виконання умови 2.16 для першого перехрестя для другого напрямку:

$$148 < \frac{60^2 - 9 \cdot 2,06^2}{6 \cdot 2,06} \cdot 15;$$

$$148 < 4302.$$

Умова виконується $148 < 4302$, отже всі автомобілі проходять другим напрям першого перехрестя без затримок. Таким же методом перевіряємо умову 2.16 для інших перехресть магістралі. Результати розрахунків зведені до таблиці 2.15.

Таблиця 2.15 - Ступінь дифузії потоків на перегонах магістралі

Ранковий пік 8-9 години		
Перехрестя	Напрям	Умова на дифузію потоків
1	2	148<4302
2	1	156,5<1980
	2	98<1980
3	1	86<1441
	2	78,5<1441
4	1	68<9200
Меж піковий період 12-13 години		
1	2	148<4302
2	1	156,5<1980
	2	98<1980
3	1	86<1456
	2	78,5<1456
4	1	68<8800
Вечірній пік 17-18 години		
1	2	148<4320
2	1	156,5<1980
	2	98<1980
3	1	86<1456
	2	78,5<1456
4	1	68<8200

Знаходимо виграш часу через збільшення швидкості руху (год/рік) на кожному перегоні для кожного напрямку за формулою [1]:

$$Q_j = l_{nj} \cdot \frac{(V_{kj} - V_j)}{V_{kj} \cdot V_j} \cdot N_j, \quad (2.18)$$

де l_{nj} - довжина перегону, км;

V_{kj} - швидкість координації на перегоні, км/год;

V_j - розрахункова швидкість до координації, км/год;

N_j - інтенсивність руху за напрямом координації, од/год.

Перевіряємо виконання умови 7.3 для першого перехрестя для другого напрямку:

$$Q_j = 148 \cdot \frac{(60 - 53,6)}{60 \cdot 53,6} \cdot 227 = 67.$$

Таким же методом перевіряємо умову 2.17 для інших перехресть магістралі. Проводимо розрахунки та зводимо їх результати до таблиці 2.16.

Таблиця 2.16 - Виграш часу

Ранковий пік 8-9 години		
Перехрестя	Напрямок	Виграш часу, год/рік
1	2	67
2	1	72
	2	41
3	1	34
	2	46

Продовження таблиці 2.16

Перехрестя	Напрям	Виграш часу, год/рік
4	1	18
Всього		279
Меж піковий період 12-13 години		
1	2	66
2	1	69
	2	37
3	1	34
	2	43
4	1	18
Всього		267
Вечірній пік 17-18 години		
1	2	71
2	1	63
	2	44
3	1	38
	2	52
4	1	11
Всього		279

По формулі 2.15 різниця у транспортних затримках:

$$\Delta Z_p = 8402,8 - 0 + 279 = 8681 \text{ год} / \text{рік};$$

$$\Delta Z_o = 8470,6 - 0 + 267 = 8737,6 \text{ год} / \text{рік};$$

$$\Delta Z_g = 8276 - 0 + 279 = 8555 \text{ год} / \text{рік}.$$

Доцільним є запровадження координованого регулювання на даній магістралі в цьому режимі при заданій інтенсивності.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок капітальних вкладень

Згідно вихідних даних основної частини роботи в даному розділі слід виконати економічні розрахунки, порівняти витрати на регулювання у жорсткому режимі з координованим і зробити висновок чи є доцільним впровадження координації.

Знаходимо сумарні додаткові капітальні вкладення за формулою [9]:

$$K_{\text{дон}} = K_1 + K_2, \quad (3.1)$$

де K_1 - додаткові витрати на світлофори, грн;

K_2 - додаткові витрати на дорожні знаки, грн.

Для розрахунку додаткових капітальних вкладень необхідно визначити вартість світлофорів, кабелю і дорожніх знаків, які Проектуються згідно таблиці 3.1.

Витрати на придбання та монтаж кабелю:

$$K_2 = 56 \cdot 30 + 363 \cdot 20 + 86 \cdot 10 = 9800 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.1 - Додаткові капітальні вкладення

Витрати	Вартість, грн.	Кількість	Монтаж	Загальна вартість, грн.
Світлофори пішохідні	9884	2	616	21000

Продовження таблиці 3.1

Витрати на:	Вартість, грн.	Кількість	Монтаж	Загальна вартість, грн.
Дорожні знаки:				
- круглий	601	2	473	2148
- квадратний	622	4	473	4380
- прямокутний	688	1	473	1161
Сума				28689

Знаходимо сумарні додаткові капітальні вкладення за формулою (3.1):

$$K_{\text{дон}} = 9800 + 28689 = 38489 \text{ грн.}$$

3.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат

Для розрахунку річних експлуатаційних витрат необхідно визначити вартість розмітки:

$$C_{\text{розм}} = 20 \cdot 94 = 1880 \text{ грн / рік.}$$

Визначаємо амортизацію експлуатаційних витрат за рік за формулою [9]:

$$A_{\kappa} = \frac{K \cdot H}{100}, \quad (3.2)$$

де K - сума амортизаційних витрат, грн;

H - норма амортизації, %.

$$A_{рік} = 38490,43 \cdot 0,24 = 9237,7 \text{ грн.}$$

Відрахування на ремонт визначаємо за формулою [9]:

$$З_{рем} = K_{дон} \cdot 0,05, \quad (3.3)$$

де $K_{дон}$ - додаткові капітальні вкладення, грн.

$$З_{екс} = 38490,43 \cdot 0,05 = 1924,52 \text{ грн.}$$

За Проектним варіантом за наявності додаткових 2 світлофорів:

$$C_{св} = 2 \cdot 0,015 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 0,9 \cdot 2,698 = 638,14 \text{ грн / рік.}$$

Сумарні експлуатаційні витрати визначаємо за формулою [9]:

$$\sum Z_{екс}^p = Z_{екс} + Z_{розм.} + A_{річ}, \quad (3.4)$$

де $Z_{екс}$ - експлуатаційні витрати, грн;

$Z_{розм}$ - витрати на розмітку, грн;

$A_{річ}$ - річні амортизаційні витрати, грн.

$$\sum Z_{екс}^p = 1880 + 9237,7 + 1924,52 + 638,14 = 13679,95 \text{ грн.}$$

3.3 Розрахунок вартості втраченого часу

Вартість втраченого часу транспортних засобів знаходимо за формулою [9]:

$$C_{mp}^{жс} = T_n \sum_{i=1}^n S_r \cdot d_i, \quad (3.5)$$

де T_n - втрачений час за рік по напрямам координації (визначається програмою, яка розраховує тривалість циклу), авто/год;

S_r - вартість машино/години, грн;

d_i - склад транспортного потоку.

Для розрахунку економічних показників транспортного потоку ранкової, денної і вечірньої інтенсивностей обирається середнє значення.

Знаходимо вартість втраченого часу транспортних засобів жорсткого і координованого регулювання ранкового потоку за формулою (3.5):

$$C_{mp}^{жс} = 8382(300 \cdot 0,77 + 400 \cdot 0,18 + 600 \cdot 0,05) = 2791206 \text{ грн};$$

$$C_{mp}^{\kappa} = 5646(300 \cdot 0,77 + 400 \cdot 0,18 + 600 \cdot 0,05) = 1880118 \text{ грн}.$$

Витрати пов'язані з втратою часу, пасажирями особистого і громадського транспорту знаходимо за формулою [9]:

$$C_{nc} = T_n \cdot S_n (d_a \cdot B_a \cdot \eta_a + d_l \cdot B_l \cdot \eta_l), \quad (3.6)$$

де T_n - втрачений час за рік по напрямам координації (визначається програмою, яка розраховує тривалість циклу), авто/год;

S_n - часова ставка робітника першого розряду, грн;

d_a - частка автобусів;

B_a - місткість автобусу, чоловік;

d_a - коефіцієнт використання місткості автобуса;

d_l - частка легкових авто;

B_a - місткість легкового авто, чоловік;

d_a - коефіцієнт використання місткості легкового авто.

$$C_{nc}^{жс} = 8382 \cdot 25,13(18 \cdot 18 \cdot 0,75 + 77 \cdot 5 \cdot 0,4) = 836239,46 \text{ грн};$$

$$C_{nc}^{\kappa} = 5646 \cdot 25,13(0,1 \cdot 77 \cdot 0,75 + 0,5 \cdot 5 \cdot 0,4) = 563279,4 \text{ грн}.$$

Загальні витрати від затримок визначаємо за формулою [9]:

$$C_{nm} = C_{np} + C_{nc}; \quad (3.7)$$

$$C_{nml} = 2791206 + 836239,46 = 3627445,46 \text{ грн};$$

$$C_{ntk} = 1880118 + 563279,4 = 2443397,4 \text{ грн}.$$

3.4 Розрахунок економічної ефективності

Визначаємо економію при координованому регулюванні за формулою [9]:

$$E = (C_{nml} - C_{ntk}) \cdot 0,2 - 3_{екс}^p; \quad (3.8)$$

$$E = (3627445,46 - 2443397,40) \cdot 0,2 - 13679,95 = 223129,66 \text{ грн}.$$

Строк окупності капітальних вкладень визначаємо за формулою [9]:

$$T_{ок} = \frac{K_{доп}}{E}; \quad (3.9)$$

$$T_{ок} = \frac{38489}{223129,66} = 0,2 \text{ року.}$$

Після розрахунків економічних параметрів усі отримані дані зводяться в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2.

Економічні показники	Варіант	
	Базовий	Проектний
1. Додаткові капітальні вкладення, грн.	-	38489
2. Вартість втраченого часу, грн.	2791206	1880118
3. Витрати пов'язані з втратою часу пасажирів, грн.	836239,46	563279,4
4. Загальні витрати від затримок, грн.	3627445,46	2443397,4
5. Річні експлуатаційні витрати, грн.	-	13679,95
6. Економія при координованому регулюванні, грн.	-	223129,66
7. Строк окупності капітальних вкладень, рік.	-	0,2

Техніко-економічні показники наведені на листі 8 графічної частини.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі розглядається аналіз потенційних небезпек, що можуть вплинути на дослідника. Розроблені заходи по їх усуненню.

Оскільки регулювання дорожнього руху на сучасному етапі можливо при допомозі комп'ютера, тому розглядаються небезпеки при роботі дослідника на ПК.

4.1. Аналіз потенційних небезпек

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

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

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

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

- незадовільнене освітлення штучного та природного освітлення може призвести до зниження працездатності користувача ПК. Може з'явитися короткозорість, швидка втомленість, що приводить до травмування.

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

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

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

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

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

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

Тому з метою забезпечення безпеки, як користувачів, так і обслуговуючого персоналу комп'ютерів, при їх експлуатації в приміщеннях

(лабораторіях) обладнаних комп'ютерами, повинні бути повністю дотримані вимоги електробезпеки ДСТУ 7237:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту».

Для запобігання ураження електричним струмом, необхідно всі дроти, що підходять до ПК та до адаптерів, згорнути у спеціальні ізолюючі вкриття. Розташувати їх на стіні, або на полу. Це не дасть можливості пошкодження дротів механічно.

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

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

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

Якщо зовнішня поверхня екрана заземлена, його електростатичний потенціал знижується: при сухому повітрі на 50%, при вологому більш ніж на 50%. Для зменшення впливу принтера, треба винести його в інше приміщення.

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

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

Рівні позитивних і негативних іонів в повітрі приміщень з комп'ютерною технікою повинні відповідати санітарно-гігієнічним нормам

ГН 2152-80 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень», які наведені в таблиці.

Таблиця -Рівні іонізації повітря приміщень з комп'ютерною технікою

Рівні іонізації повітря	Кількість іонів в 1 см ³ повітря	
	n^+	n^-
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500-3000	3000-5000
Максимально допустимі	50000	50000

Для підтримки оптимального рівня легких позитивних і негативних аероіонів в повітрі приміщень, обладнаних комп'ютерною технікою, рекомендується використовувати біполярні коронні аероіонізатори.

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

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

Відповідно до додатків методичних вказівок [12], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 1б.

З додатків [13], відповідно до категорії робіт 1б, розряду зорових робіт Б-2 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК

(ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Таблиця 4.2 - Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{вим}$	Час дії $год.(хв.)$	ГДК, ГДР, показники, $P_{доп}$	$X_{визн}$, бали	Клас умов праці	X_i , бали
1	2	3	4	5	6	7
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$	27,9	7	22,9-25,8	3	3.3	3
Освітленість приміщення $E, лк$	180	7	200	—	1-2	0
Розряд і підрозряд зорових робіт, $З_{ор}$	Б-2	—	—	—	—	—
Рівень шуму $L, дБА$	94	6	50	—	3.2	1,25
Загальні енергозатрати організму, $Вт$	290	7	290	0,88	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	49000	7	40000	1,07		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	86	7	75	1,0		
Тривалість робочого дня, $год.$	7	7	8	0,11		

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

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [13]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.1:

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

для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою 7.2:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{визн} = 3$, з таблиці 7.2 [13] – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вим} = 180$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [13] – 2 клас ;

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{вим} = 94$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [13] – 3 клас, 2 ступінь (3.2);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{визн}$ за формулою 7.3 [13]:

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

З таблиці 7.3 [12] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{сум} = 3,07$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

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

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

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{cm} = X_i = 3$;

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає умовам праці та діє протягом 7 годин, тому коректування не потрібно – $X_{cm} = X_i = 0$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 2 ступеню умов праці та діє протягом 5 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [13]:

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

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

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [13]:

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

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{факт} = 7,25$, на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [13]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 16 %.

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

1. Умови, важкості та напруженості праці на робочому місці інженера-дослідника лабораторії, згідно результатів досліджень, належать до 3 класу, 3 ступеню (особливо важкі та особливо шкідливі умови праці), що не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до даного робочого місця;

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

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - $20,2-22,8^{\circ}\text{C}$;

- освітленість приміщення для роботи з дисплеями й відеотерміналами відповідає розряду зорових робіт Б-2, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 200 \text{ лк}$;

- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 50 дБА ;

- загальні енергозатрати організму, до 175 Вт ;

- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 20000;

- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 50%;

- тривалість робочого дня, 6 або 7 год.

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

- для приведення мікрокліматичних умов до відповідності, необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціонування приміщення;

- для забезпечення нормованої освітленості – відповідає нормованим умовам

- для зниження рівня шуму в робочий зоні дослідника необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом;

- для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня 6 або 7 год

- для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів за зміну при локальному навантаженні кистей рук та пальців необхідно передбачити перерви, не менш 15 хвилин, кожні 1-2 години;

- для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви.

4. Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [13], у розмірі 16%

4.4 Заходи з пожежної безпеки

Оскільки приміщення дослідницької лабораторії що обладнане ПК має площу 42 м², тому відповідно до вимог п. 5 розділу VI «Вибір типу та необхідної кількості вогнегасників», «Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників», затверджених наказом МВСУ 15.01.2018 № 25 та

зареєстрованих в МЮУ 23.02.2018 р. за № 225/31677 для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, передбачені вуглекислотні вогнегасники типу ВВК-3,5 у кількості 2 штук (з розрахунку один вогнегасник з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг. і більше, на 20 м² площі приміщення). Додатково, на кожному поверсі будівлі, в якій розміщене приміщення обладнане ПК з ВДТ, передбачене два переносних порошкових вогнегасника – ВП-5. Відстань між вогнегасниками та місцями можливих загорянь не перевищує 10 м.

4.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Дослідження стійкості роботи промислового об'єкта (ПО) - це всебічне вивчення умов, які можуть скластися на об'єкті в надзвичайних умовах, а також оцінка їхнього впливу на подальшу виробничу діяльність підприємства.

Мета дослідження - виявити вразливі місця в роботі об'єкта й виробити найбільш ефективні заходи, пропозиції та рекомендації щодо підвищення його стійкості.

Ці рекомендації включають до плану заходів з підвищення стійкості роботи об'єкта. План реалізують у мирний час за відсутності надзвичайних ситуацій, як правило, під час реконструкції об'єкта і в період загрози нападу противника.

Дослідження стійкості об'єкта проводиться в мирній час силами інженерно-технічного складу без відриву від виробництва. Керівником дослідження є начальник цивільного захисту (ЦЗ) об'єкта, тобто керівник виробництва. Тривалість досліджень - 2-3 місяці.

Весь процес планування і проведення досліджень поділяють на три етапи.

Перший етап - підготовчий: розробка керівних документів (наказ начальника ЦЗ об'єкта, календарний план, план проведення досліджень,

визначення складу учасників дослідження та їх підготовка).

Другий етап - оцінка стійкості роботи об'єкта за надзвичайних ситуацій.

Третій етап - розробка заходів, що підвищують стійкість роботи об'єкта.

На першому етапі розробляються керівні документи, визначається склад учасників дослідження і організовується їх підготовка.

Основними документами для організації дослідження стійкості роботи об'єкту є: наказ керівника підприємства; календарний план основних заходів щодо підготовки до проведення дослідження; план проведення дослідження.

Наказ керівника підприємства (дослідження) розробляється на підставі вказівок вищестоящого начальника з урахуванням особливостей і конкретних умов, пов'язаних з виробничою цілісністю об'єкту. У наказі вказуються: мета і завдання майбутнього дослідження, час проведення робіт, склад учасників: дослідження і завдання дослідницьких груп, терміни представлення звітної документації.

Календарний план підготовки до проведення дослідження визначає основні заходи і терміни їх проведення, відповідальних виконавців, сили і засоби, що приваблюються для виконання поставлених завдань.

План проведення дослідження стійкості роботи об'єкту є основним документом, що визначає зміст роботи керівника дослідження і дослідницьких груп головних фахівців. У плані вказуються: тема, мета і тривалість дослідження, склад дослідницьких груп і зміст їх роботи, порядок дослідження.

Для проведення досліджень на об'єкті створюють такі групи дослідження:

- група керівника дослідження на чолі з головним інженером підприємства;
- група начальника відділу капітального будівництва (ВКБ);
- група головного енергетика;

- група головного механіка;
- група головного технолога;
- група відділу матеріального постачання;
- група штабу ЦЗ об'єкта.

На другому етапі роботи кожна група спеціалістів оцінює стійкість елементів виробничого інженерно-технічного комплексу об'єкта и провадить необхідні розрахунки по кожному з вражаючих факторів, які можуть діяти внаслідок появи надзвичайних ситуацій мирного й воєнного часів.

У ході досліджень визначають умови захисту робітників і службовців, оцінюють уразливість інженерно-технічного комплексу, характер можливих руйнувань від вторинних факторів, вивчають стійкість системи постачання і кооперативних зв'язків з підприємствами - постачальниками, виявляють уразливі місця в системі керування та можливості об'єкта щодо відновлення зруйнованого виробництва.

На третьому етапі групи спеціалістів за результатами досліджень готують доповіді з висновками і пропозиціями підвищення стійкості елементів, які підлягали дослідженню. Група керівника дослідження складає загальну доповідь і розробляє план заходів з підвищення стійкості роботи об'єкта в цілому. Заходи планують на мирний час і на період загрози нападу противника.

Стійкість роботи ПО визначають на основні моделювання вразливості об'єкта до дії кожного вражаючого фактору окремо.

Характер руйнування, пожеж, уражень робітників і службовців залежить від максимально можливих значень параметрів вражаючих факторів, які проявляються у надзвичайних ситуаціях, і спроможності перелічених компонентів протистояти дії цих факторів. У цілому об'єкт може бути виведений з ладу, перестати функціонувати навіть тоді, коли більша частина елементів ще дієздатна, але важливі, проте менш стійкі його частини вийшли з ладу. Дослідження стійкості в першу чергу спрямовані на виявлення таких найменш стійких елементів з тим, щоб на основі проведених

досліджень спланувати і провести заходи, які підвищують стійкість усього об'єкта в цілому.

Досить велику частку в таких дослідженнях відіграють дослідження стійкості елементів та всього об'єкта до дії вражаючих факторів надлишкового тиску повітряної хвилі.

Висновки до розділу .

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

ВИСНОВКИ

Розглянуто магістраль, яка складається з чотирьох перехресть. Надана загальна характеристика району Проектування, наведена статистика дорожньо-транспортних пригод. Проведений аналіз існуючої моделі організації дорожнього руху (ОДР) визначені недоліки в ОДР й методи їх усунення.

Підраховані та приведені інтенсивності руху транспорту. Визначенні конфліктні точки, перехідні інтервали, швидкості руху, відстані між перехрестями. В ЕОМ розраховані тривалості циклів для ізольованих а потім і для координованих перехресть.

З чотирьох перехресть обрано ключове, перехрестя з найбільшою тривалістю циклу ($81c$). Визначено кількість програм координації на перехрестях.

При визначенні параметрів координованого регулювання в модуляції найоптимальніший перший план координації.

Розрахунок техніко-експлуатаційних показників системи показав, що за рахунок зменшення транспортних затримок на напрямках координації, різниці часу, що витрачаються при затримках перед перехрестями, що свідчить про доцільність впровадження координованого регулювання.

Економічні розрахунки показали що впровадження координованого регулювання є доцільним.

У графічній частині роботи побудовано циклограми світлофорного регулювання, зображенні картограми інтенсивностей, схеми дислокації технічних засобів організації дорожнього, графіки координації та техніко-економічні показники.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кременец Ю. А. Технологічні засоби організації дорожнього руху /Ю.А. Кременец - М.: Транспорт, 1990. - 255 с.
2. ДСТУ 4100-2014. Знаки дорожні. Загальні технічні вимоги. Правила застосування - на заміну ДСТУ 2586-94; введ. 2002-01-01. - Київ: Держстандарт України.
3. ДСТУ 2587:2010. Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Правила застосування. - Київ: Держспоживстандарт України.
4. ДСТУ 4092-2002. Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги. Правила застосування. - на заміну ДСТУ 2586-94; введ. 2002-01-01. - Київ: Держстандарт України.
5. ДСТУ 12.1.009-76. Електробезпека. Терміни та визначення. Держстандарт України.
6. Правила дорожнього руху України, введені в дію постановою КМУ від 10.10.2001 р.
7. ДСТУ 4158-2003. Безпека дорожнього руху. Автоматизовані системи керування дорожнім рухом.
8. Поліщук В. П. Проектування автоматизованих систем управління рухом на автомобільних дорогах/В. П. Поліщук - К.: УМК ВО, 1990. - 55 с.
9. Кулай П. Л. Автоматизовані системи управління дорожнім рухом П. Л. Кулай - Полтава: Друкарня УМВСУ, 2004. – 152 с.
10. СОУ 45.2-0018112048-2010 України «Проект (схема) організації дорожнього руху».
11. Клинковштейн Г. І. Організація дорожнього руху: Посібник для автодорожніх вузів / Клинковштейн Г. І. - М: Транспорт, 1982. – 240 с.
12. Лазуткін М. І., Журавель М. О. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни

«Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС,

13. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [На заміну ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 ; чинний від 2014-05-30].

К. : МОЗ України, 2014. 37 с. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472->

14. (Державні санітарні норми та правила)