

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

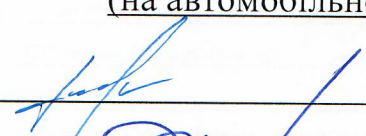
магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ
ПОТОКІВ ПО ВУЛ. НЕЗАЛЕЖНОЇ УКРАЇНИ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ

Виконав: студент II курсу, групи Тз-319м

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

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

		Д.А. Данилова (прізвище та ініціали)
Керівник		О.Ф. Кузькін (прізвище та ініціали)
Рецензент		А.Ю. Сосик (прізвище та ініціали)

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

Інститут, факультет _____ машинобудівний, транспортний
 Кафедра _____ «Транспортні технології»
 Ступінь вищої освіти _____ магістр
 Спеціальність _____ 275 Транспортні технології
 _____ (на автомобільному транспорті)
 _____ (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) _____ Транспортні технології
 _____ (на автомобільному транспорті)
 _____ (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

проф. Турпак С.М.

« 4 » 10 2020 року

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

Панчишова Паріт Анатоліївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Ураховування організації руху транспортних потоків по бул. Незалежності України

керівник проєкту (роботи) Кузькін Олексій Феліксович,

д-р техн. наук, доцент

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

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

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

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча схема організації дорожнього руху на перехрестях, інтенсивності руху транспортних та пішохідних потоків, склад транспортного потоку, статистика ДТП

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 2.1 Інженерно-планувальні заходи

2.2 Введення світлофорного регулювання

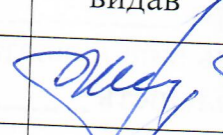
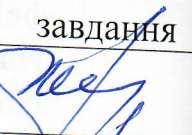
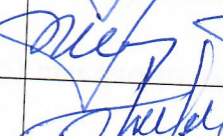
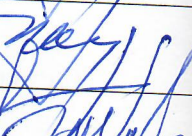
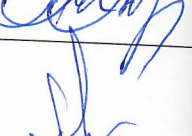
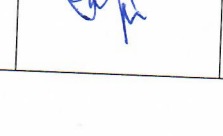
2.3 Розрахунок системи координатного управління

руху. 2.4 Технічні засоби організації дорожнього руху. 3 Економічна частинка

4. Організація праці та безпеки у навігаційних системах

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

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

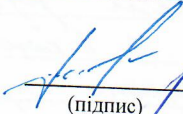
7. Дата видачі завдання «05» жовтня 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент(ка)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

(підпис)

Д.А. Данилова
(прізвище та ініціали)

О.Ф. Кузькін
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота : 80 с., 38 табл., 16 рис., 21 джерело.

Мета магістерської роботи – удосконалення організації руху транспортних потоків по вул. Незалежної України м. Запоріжжя за допомогою планувальних, організаційних і регулювальних заходів.

Об'єкт дослідження – вул. Незалежної України, що містить шість перехресть з регульованим рухом та три нерегульованих перехрестя.

Методи дослідження – аналітичний, розрахунковий та графічний.

В роботі наведено розрахунки перспективної інтенсивності руху, елементів вулиці; впровадження нових технічних засобів організації дорожнього руху, розрахунок автоматизованої системи управління дорожнім рухом.

Графічна частина магістерської роботи містить презентацію, яка включає карту-схему ВДМ, картограму інтенсивності руху, графіки стану аварійності і місць концентрацій ДТП, циклограми роботи світлофорів при базових та нових скоординованих перехрестях, схему дислокації технічних засобів організації дорожнього руху, новий план координації руху на вул. Незалежної України.

ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК, ІНТЕНСИВНІСТЬ РУХУ, ПРОПУСКНА СПРОМОЖНІСТЬ, СВІТЛОФОРНИЙ ОБ'ЄКТ, РУХ, ПЕРЕХРЕСТЯ, ФАЗА, МАГІСТРАЛЬ, ЦИКЛ, РЕГУЛЮВАННЯ, НАПРЯМОК, КООРДИНАЦІЯ, КАРТОГРАМА, ШВИДКІСТЬ, ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК, КОНТРОЛЕР, ДОДАТКОВИЙ ТАКТ, АСУД.

ЗМІСТ

Завдання на магістерську роботу.....	1
Реферат.....	4
Вступ.....	5
1. Аналітична частина.....	6
1.1 Загальна характеристика району проектування.....	6
1.1.1 Чисельність населення та її динаміка.....	6
1.1.2 Характеристика району як транспортного вузла.....	6
1.1.3 Розташування та характеристика основних пунктів тяжіння транспортних та пішохідних потоків.....	7
1.1.4 Чисельність автомобільного парку та його динаміка.....	8
1.2 Загальна характеристика вулично-дорожньої мережі.....	11
1.3 Характеристики транспортних та пішохідних потоків.....	13
1.3.1 Склад транспортного потоку.....	13
1.3.2 Інтенсивність та швидкість руху.....	15
1.3.3 Пішохідний потік.....	20
1.4 Стан та аналіз аварійності.....	23
1.4.1 Кількість та види дорожньо-транспортних пригод.....	23
1.4.2 Аналіз причин дорожньо-транспортних пригод.....	25
1.5 Екологічна оцінка району проектування.....	28
1.6 Недоліки існуючої схеми організації дорожнього руху і постановка задач для її удосконалення.....	31
1.7 Застосування інтелектуальних транспортних систем на основі телекомунікаційних технологій	32
2. Основна частина.....	34
2.1 Інженерно-планувальні заходи.....	34
2.1.1 Визначення перспективної інтенсивності руху.....	34
2.2 Ведення світлофорного регулювання.....	37
2.3 Розрахунок системи координованого управління дорожнім рухом.....	42

2.4 Технічні засоби організації дорожнього руху.....	58
3. Соціально-економічна частина.....	61
3.1 Розрахунок економічної доцільності впровадження системи координованого регулювання	61
4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	74
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	74
4.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки.....	76
4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	80
4.4 Заходи з пожежної безпеки	81
4.5 Заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях	82
Висновки.....	85
Перелік посилань	86

ВСТУП

В даній роботі розглядається тема удосконалення організації руху транспортних потоків по вул. Незалежної України міста Запоріжжя.

Актуальність та значимість обраної теми для міста Запоріжжя лежить в тому що, швидке зростання автомобільного парку країни і збільшення насиченості міста автомобільним транспортом привели до зміни всього характеру вуличного руху. У часи «пік» інтенсивність руху на окремих магістралях та вулицях міста досягає граничного значення, і пропускна спроможність окремих елементів вулично-дорожньої мережі максимально знижується.

Через тривалі затримки транспортних потоків на перехрестях і в транспортних вузлах швидкість автомобілів в місті постійно знижується. Швидкості пересування на наземному пасажирському транспорті 13-18 км/год, а в часи «пік» ще нижче, що приводить до непродуктивної витрати часу міським населенням. Зниження швидкості транспорту через простій на перехрестях приводить також до підвищення рівня шуму, збільшення загазованості повітряного басейну міста і перевитрати паливно-мастильних матеріалів.

Організація руху транспорту по вул. Незалежної України є сукупністю заходів, що мають на меті активно впливати на формування і напрям транспортних і пішохідних потоків для забезпечення швидкості і безпеки руху, найбільших зручностей і економічності перевезення людей і вантажів. Організація і безпека руху складаються з планувальних, організаційних і регулювальних заходів.

З метою підвищення пропускної спроможності проїзної частини вулиці провадяться заходи з розроблення і впровадження нових технічних засобів регулювання дорожнім рухом, створення сучасної автоматизованої системи управління рухом.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика району проектування

1.1.1 Чисельність населення та її динаміка

Населення міста на 1 січня 2020 року складає 731 922 чол., а у Вознесенівському районі 101,6 тис. чоловік. Складна демографічна ситуація: перевищення рівня смертності над рівнем народжуваності майже у два рази призвело до середньорічного скорочення чисельності населення за останні роки на 7 тисяч людей. Погіршується і вікова структура населення (демографічне навантаження на 1 тис. працездатного населення складає 696 чоловік).

Чисельність зайнятих в усіх сферах економічної діяльності становитиме 410 тис. чол., із зменшенням зайнятих у матеріальній сфері до 43% і перш за все у промисловості до 30%. Кількість зайнятих у сфері послуг 57%.

1.1.2 Характеристика району як транспортного вузла

Проектована ділянка автошляху знаходиться у Вознесенівському районі міста Запоріжжя. По функціональному призначенню і характеру використання Вознесенівський район включає в себе селітебну та ландшафтно-рекреаційну зони міста. Селітебна територія включає ділянки житлових будинків, суспільних установ, будівель і споруд, в т.ч. учбових, проектних, науково-дослідних та інших інститутів без дослідних виробництв, внутріселітебну вулично-дорожню і транспортну мережу, а також площі, парки, сади, сквери, бульвари, інші об'єкти зеленого будівництва і місця загального користування.

Ландшафтно-рекреаційна територія включає: озеленюючи і водні простори у межах забудови міста і його зеленої зони, а також інші елементи природного ландшафту. У її склад входять парки, лісопарки, міські ліси, ландшафти, що охороняються, землі сільськогосподарського використання і інші угіддя, які формують систему відкритих просторів; заміські зони масового короткочасного і тривалого відпочинку, зони відпочинку; курортні зони (у містах і селищах, що мають лікувальні ресурси). До таких зон належить о. Хортиця.

Вознесенівський район знаходиться в центрі міста, і з точки зору як транспортного вузла, являє собою сполучну ланку між промисловими і житловими районами міста. Також автошляхи через острів «Хортиця» з'єднують між собою лівий і правий берег міста, які в свою чергу є важливими транспортними артеріями міста, по яким рухається транзитний та міський автомобільний транспорт.

1.1.3 Розташування та характеристика основних пунктів тяжіння транспортних та пішохідних потоків

Життєдіяльність людини в сучасному, особливо крупному місті пов'язана з відвідинами цілого ряду пунктів тяжіння. Будь-яке місто таким чином, можна розглядати як сукупність об'єктів людського тяжіння, зв'язаних мережею міських шляхів сполучення. Всі пересування населення міста по їх цільовому призначенню діляться на наступні категорії: трудові, ділові, культурно-побутові (культура, побут, спорт, відпочинок). Велика частина зв'язків носить двосторонній характер, деякі ж кореспонденції («праця-відпочинок», «праця - культура, «навчання - культура») мають односторонню спрямованість. «Житло» займає в схемі центральне положення, оскільки добовий цикл пересувань починається і закінчується в місці мешкання.

Щоденні пересування сотень тисяч людей на території міста створюють на вулично-дорожній мережі транспортні і пішохідні потоки великої інтенсивності. Витрати часу жителями міста на пересування, особливо при не цілком раціональному проектному рішенні транспортного планування міста, можуть досягти вельми великих значень. До цього треба додати виникнення так званій «транспортній утомленості» в умовах дискомфорту поїздки. Слід також мати на увазі, що недостатній облік транспортних вимог при розробці планувальної структури міста приводить до збільшення дорожньо-транспортних подій.

Вулиця Незалежної України пролягає в центрі міста. Ця ділянка вулиць забудована багатоповерховими будинками. Об'єктами тяжіння є місця загального користування (магазини, кафе, нічні клуби, цирк,), адміністративні установи (Обл. держадміністрація, Регіональний сервісний центр МВС, архітектура та ін.) учбові заклади (будівельний технікум, школи, дитячі садки), також парки (пл. Маяковського), площі, сквери, алея «Слави» та інші об'єкти зеленого будівництва.

1.1.4 Чисельність автомобільного парку та його динаміка

В останній час рівень автомобілізації зростає швидше ніж саме населення.

В Україні просліджується чітка тенденція зросту кількості автотранспорту, за період з 2010 по 2019 рік рівень автомобілізації зріс на 37%. На початок 20 року в нашій країні нараховувалось:

- 5млн. 370 тис. легкових автомобілів;
- 900 тис. вантажівок;
- 147 тис. автобусів.

В місті Запоріжжя за останні п'ять років рівень автомобілізації характеризувався рівномірним зростанням кількості легкових і вантажних автомобілів та автобусів. Також зростає мототранспорт.

За даними Патрульної поліції у м. Запоріжжі зареєстровано наступний склад автомобільного парку, протягом п'яти років: з 2015 по 2019 роки. Склад автомобільного парку наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Склад автомобільного парку м. Запоріжжя, од.

	2015	2016	2017	2018	2019
Мотоцикли	11706	14329	6848	2579	2591
Легкові	134768	137645	141200	142509	142959
Вантажні	16874	17084	17147	17000	18023
Бортові	4048	4072	3987	3898	4157
Самоскиди	2548	2536	2511	2475	2613
Тягачі	1607	1530	1605	1634	1730
Спеціальні	8671	8946	9044	8993	9523
Автобуси	4065	4539	4826	4689	4714
Інші авто	10000	16933	19230	17921	18331
Всього	177413	190530	189251	184698	186618

Проаналізуємо дані таблиці 1.1. Знайдемо відношення кількості автомобілів кожної групи до підсумку і визначимо їх відсоток у потоці. Аналіз співвідношення різних типів автомобілів наведено у таблиці 1.2.

Проаналізувавши дані таблиці можемо сказати, що у автомобільному парку міста переважають легкові автомобілі, в середньому 75%, а також характерна для великого промислового міста кількість вантажних автомобілів, близько 10%.

Таблиця 1.2 – Співвідношення різних типів авто.

	2015	2016	2017	2018	2019
Мотоцикли	6,60	7,52	3,62	1,40	1,39
Легкові	75,96	72,24	74,61	77,16	76,61
Вантажні	9,51	8,97	9,06	9,20	9,66
Бортові	2,28	2,14	2,11	2,11	2,23
Самоскиди	1,44	1,33	1,33	1,34	1,40
Тягачі	0,91	0,80	0,85	0,88	0,93
Спеціальні	4,89	4,70	4,78	4,87	5,10
Автобуси	2,29	2,38	2,55	2,54	2,53
Інші авто	5,64	8,89	10,16	9,70	9,82
Всього	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Визначимо рівень автомобілізації, насиченості автомобілями, для мешканців Запоріжжя.

$$K_a = \frac{\text{кількість автомобілів}}{\text{кількість населення}} \quad (1.1)$$

$$K_a = 142959/815000 = 0,175 \text{ авто./люд.}$$

Тобто 175 автомобілів на 1000 мешканців

Автобуси становлять 2,5%, але одного цього показника недостатньо для того щоб визначити достатня ця кількість чи ні. Щоб визначити це, звернемося до статистики. Чисельність населення Запоріжжя у 2020 році становить 731 922 осіб, кількість зареєстрованих автобусів 2856 одиниць. Визначимо забезпеченість населення автобусами.

$$K_{\text{забезпечення}} = \frac{3750}{731922} = 0,00512;$$

А це означає, що на одного мешканця Запоріжжя місто має 0,0039 автобусів, або обернена величина: 195 мешканців на один автобус.

Варто зазначити, що у цифрі 3750 автобусів містяться не тільки великі автобуси, місткість близько 60...80 пасажирів, а і мікроавтобуси, які мають місткість 12...18 пасажирів, яких у місті, як правило, значно більше. Отже, як бачимо існуючий стан речей не відповідає транспортній ситуації, а звідси і черги на зупинках, втрачений час людей, затримки транспорту на зупинках через накопичення маршруток, їх „перевантаження пасажирами” та травматизм у транспорті.

В таблиці 1.3 представлена кількість автомобільного парку у Вознесенівському районі за п'яти річний період (2015-2019рр.)

Таблиця 1.3 – Кількість автомобільного парку 2015- 2019рр.

Види ТЗ	Рік				
	2015	2016	2017	2018	2019
Легкові	19543	19887	20175	20440	18753
Вантажні	2154	4883	5241	5397	5657
Автобуси	507	576	260	632	620
Мото	1036	1036	347	224	220
Всього	23240	26382	26323	26693	25250

1.2 Загальна характеристика вулично-дорожньої мережі

Планувальна структура кожного міста, визначувана конфігурацією вулично-дорожньої мережі, суто індивідуальна і залежить від історичних особливостей розвитку, розміщення на плані основних фокусів тяжіння, рельєфу місцевості, наявності на міській території водних потоків і т.п.

Здавалося б, що ні місто, то своя неповторна планувальна структура. Проте якщо з вулично-дорожньої мережі кожного міста виділити магістральні напрями, що є по суті остовом міського плану, то виразно виявиться принципова схема планування кожного міста. При цьому може виявитися, що різним містам властива однакова схема, і що різновидів цих схем не так вже багато.

Є вісім принципових схем, які охоплюють все різноманіття міських планувальних структур: вільна, радіальна, радіально-кільцева, трикутна, прямокутна, прямокутно-діагональна, гексагональна і комбінована.

Для міста Запоріжжя характерна прямокутна схема планувальної структури міста. Вознесенівський район є «серцем» міста, де найбільш виражені риси прямокутної схеми.

Вулиця Незалежної України є складовою частиною прямокутної схеми планування міста. Дана ділянка вулиці по категорії класифікації міських вулиць відповідно до схеми транспортного і пішохідного руху відноситься до магістральної вулиці міського значення регульованого руху.

Виконує транспортний зв'язок між житловими, промисловими районами і центрами міста, центрами планувальних районів. Також здійснює виходи на магістральні вулиці і дороги міста такі як: проспект Соборний, вул. Седова, яка зв'язує промисловий район міста, та інші транспортні артерії.

Прямокутна схема набула вельми широке поширення. Вона характерна для молодих міст, що розвивалися по наперед розроблених планах. Має ряд переваг перед іншими, планувальними структурами: зручність і легкість орієнтування в процесі руху, значна пропускна спроможність всієї мережі завдяки наявності дублюючих магістральних напрямів, а також відсутності перевантаження центрального транспортного вузла, що спостерігається звично в радіальних і радіально-кільцевих схемах вулично-дорожньої мережі.

1.3 Характеристики транспортних та пішохідних потоків

1.3.1 Склад транспортного потоку

Склад транспортного потоку характеризується співвідношенням в ньому транспортних засобів різного типу. Цей показник чинить значний вплив на всі параметри дорожнього руху. Разом з тим склад транспортного потоку в значній мірі відображає загальний склад парку автомобілів в даному регіоні.

Так, на дорогах західних країн різко переважають легкові автомобілі, які складають 80—90 % загальної чисельності парку. У нашій країні у міських і заміських потоках характер складу потоку дещо інший, але тенденція до значно більшої кількості легкових автомобілів ніж усього потоку в цілому зберігається. У наших умовах дещо вище частка автобусів та вантажних автомобілів. Склад транспортного потоку впливає на завантаження доріг, що пояснюється перш за все істотною різницею в габаритних розмірах автомобілів. Якщо довжина легкових автомобілів 4 – 5 м, вантажних 6 – 8, то довжина автобусів досягає 11, а автопоїздів 24м. Зчленований автобус має довжину 16,5 м. Проте різниця в габаритних розмірах не є єдиною причиною необхідності спеціального обліку складу потоку при аналізі інтенсивності руху.

Склад транспортного потоку по вул. Незалежної України представлено в таблиці 1.4. Як видно з таблиці 1.4 в транспортному потоці по вул. Незалежної України переважають легкові автомобілі, також значну частину займають мікроавтобуси та вантажні автомобілі.

На рисунку 1.1 зображена діаграма складу транспортного потоку .

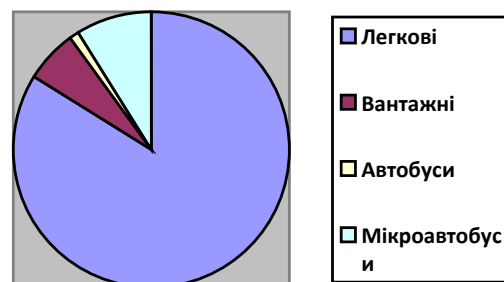


Рисунок 1.1 – Діаграма складу транспортного потоку

Таблиця 1.4 – Склад транспортного потоку

Перехрестя	Напрям	Частина в транспортному потоці, %			
		Легкові	Автобуси	Мікроавтобуси	Вантажні
Профспілок	1	75	2	15	8
	2	90	2	4	4
Я.Новицького	1	80	0	10	10
	2	75	0	14	11
Лермонтова	1	90	0	7	3
	2	95	0	3	2
Маяковського	1	90	0	7	3
	2	85	0	10	5
Сталеварів	1	80	0	10	10
	2	90	2	5	3
Михайла Гончаренка	1	85	0	10	5
	2	90	2	5	3
Миру	1	80	0	10	10
	2	90	0	6	4
Південно- українська	1	85	0	10	5
	2	90	2	6	2
Зелінського	1	85	0	10	5
	2	75	0	15	10

Особливий вплив на формування транспортного потоку в місті чинять тролейбуси, які, окрім великих габаритів, мають ще одну специфічну особливість – зв'язок з контактною лінією, що утруднює їм маневрування, а як наслідок і іншим учасникам дорожнього руху.

На вул. Незалежної України рух тролейбусів виконується від перехрестя з вул. Я.Новицького до пл. Профспілок в обох напрямках.

Для того, щоб врахувати у фактичному складі транспортного потоку вплив різних типів транспортних засобів на завантаження дороги,

застосовують коефіцієнти приведення до умовного легкового автомобіля. Коефіцієнти приведення, вживані в різних країнах, а також публіковані в спеціальній літературі на основі досліджень вітчизняних і зарубіжних авторів, мають значні відмінності. В Україні використовують коефіцієнти приведення, затверджені у „ДБН В.2.3-4-2000 Споруди транспорту. Автомобільні дороги.”

1.3.2 Інтенсивність та швидкість руху

Інтенсивність руху є основною характеристикою в оцінці руху транспорту і основною мірою порівняння. Звичайно при встановленні інтенсивності руху за одиницю вимірювання приймають натуральні величини: пішохід, легковий автомобіль, вантажний автомобіль, автобус, трамвай, тролейбус і двоколісний транспорт. Крім того, в окремих випадках підсумкові розміри інтенсивності руху транспорту даються в приведених одиницях. Для цього застосовують коефіцієнти приведення різних видів транспорту до легкового автомобіля. Коефіцієнти приведення інтенсивності руху різних транспортних засобів до легкового автомобіля наведені в таблиці 1.5.

Для визначення розрахункових періодів і коефіцієнтів приведення необхідно виявляти розподіл транспортних потоків по годиннику діб, дням тижня і місяцям року. Дані про пропускну спроможність перехресть дозволяють правильно вибрати режим роботи світлофорів і ухвалювати обґрунтовані рішення по організації руху транспорту і пішоходів на перехрестях.

У практиці організації і регулювання руху найчастіше оперують величинами інтенсивності руху в часи «пік», коли необхідно вживати різні заходи, що забезпечують пропуск транспорту і пішоходів при дотриманні певних умов безпеки руху.

Таблиця 1.5 - Коефіцієнти приведення транспортних засобів до легкового автомобіля

Тип транспортного засобу	Коефіцієнт приведення
Мотоцикл без коляски і мопед	0,5
Мотоцикл з коляскою	0,75
Легковий автомобіль	1,0
Вантажний автомобіль вантажопідйомністю, т:	
до 2	1,5
від 2 до 6	2,0
від 6 до 8	2,5
від 8 до 14	3,0
понад 14	3,5
Автопоїзд вантажопідйомністю, т:	
до 12	3,5
від 12 до 20	4,0
від 20 до 30	5,0
понад 30	6,0
Колісний трактор з причепами вантажопідйомністю,	
до 10	2,5
понад 10	3,5
Автобус	3,0
Автобус зчеплений (здвоєний)	5,0

Примітка 1. При проміжних значеннях вантажопідйомності транспортних засобів коефіцієнт приведення визначають інтерполяцією.

Примітка 2. Коефіцієнт приведення для спеціального автомобіля приймають як для базового автомобіля відповідної вантажопідйомності.

Для двохсмугових доріг із зустрічним рухом загальну інтенсивність характеризують звичайно сумарним значенням зустрічних потоків, оскільки умови руху і, зокрема, можливість обгонів визначаються завантаженням обох смуг. Якщо ж дорога має розділову смугу і зустрічні потоки ізольовані один від одного, то сумарна інтенсивність зустрічних напрямів не визначає умови руху, а характеризує лише сумарну роботу дороги як споруди. Для таких доріг самостійне значення має інтенсивність руху в кожному напрямі.

Розрахунок приведеної інтенсивності руху транспортних засобів по напрямках в умовних приведених одиницях (од /год.):

$$N_{np.a} = N_l + N_v * K_{np.v} + N_a * K_{np.a} + N_m * K_{np.m}; \quad (1.2)$$

де N_l – інтенсивність руху легкових автомобілів;

N_v – інтенсивність руху вантажних автомобілів;

N_a – інтенсивність руху автобусів;

N_m – інтенсивність руху тролейбусів;

$K_{np.v}$ – коефіцієнти приведення вантажних автомобілів;

$K_{np.a}$ – коефіцієнти приведення автобусів;

$K_{np.m}$ – коефіцієнти приведення тролейбусів.

Приведену інтенсивність транспортного потоку розраховуємо для кожного напрямку руху кожного з перехресть. Отриманні дані заносимо до таблиці 1.6.

Результати розрахунків у виді масштабної картограми інтенсивності транспортних потоків на заданій вулично-дорожньої сітки приведені в графічній частині (слайд 1).

На рисунку 1.2 представлена схема перехрестя вул. Незалежної України з вул. Я. Новицького, з напрямками руху транспорту.

Таблиця – 1.6 Зведена інтенсивність транспортних засобів

Перехрестя	Інтенсивність ТЗ по напрямкам од./год			
	1	2	3	4
пл. Профспілок	690	560	240	750
вул. Я. Новицького	770	650	230	70
вул. Лермонтова	680	540	238	356
пл. Маяковського	584	530	166	-
вул. Сталеварів	590	600	-	-
вул. Михайла Гончаренка	510	690	-	230
вул. Миру	470	600	160	244
вул. Південноукраїнська	600	680	200	-
вул. Зелінського	540	520	230	-

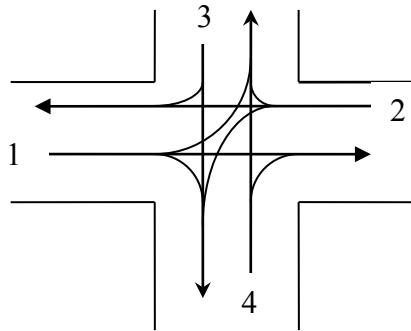


Рисунок 1.2 – вул. Я. Новицького з напрямками руху транспорту.

Цю схему можна розглянути як приклад розміщення напрямків руху на перехресті. Таким чином як показано на рисунку 1.4 нумерація напрямків руху аналогічна до всіх перехресть заданої вулично-дорожньої мережі. Тобто 1-й напрямок (прямий) від вул. Гагаріна до вул. Зелінського, 2-й напрямок (зворотній) відповідно має протилежний напрям, 3-й напрямок – примикання вулиць зі сторони проспекту Соборного, 4-й напрямок – протилежний напрямку 3.

Швидкість руху є найважливішим показником, оскільки представляє цільову функцію дорожнього руху. Найоб'єктивнішою характеристикою транспортного засобу на дорозі може служити графік зміни його швидкості впродовж всього маршруту руху. Проте отримання таких просторових характеристик для безлічі рухомих автомобілів є складним, оскільки вимагає безперервного автоматичного запису швидкості на кожному з них. У практиці організації руху прийнято оцінювати швидкість руху транспортних засобів миттєвими її значеннями, зафіксованими в окремих типових перетинах (крапках) дороги.

Переміщення великих мас людей і вантажів із значними швидкостями в межах порівняно невеликої території - це основна задача, виконувана сучасним міським транспортом. Вирішувати її доводиться нерідко в умовах застарілої і трудно змінної мережі міських вулиць. Ця обставина викликала необхідність розробки широкого комплексу різних заходів направлених на створення необхідних умов для міського руху.

В даний час проблема підвищення швидкостей руху в містах є однією з важливих задач фахівців, які займаються організацією міського руху. Вона розв'язується за рахунок здійснення інженерно-планувальних заходів і введення раціональних систем організації та регулювання дорожнього руху, що знижує транспортні затримки. При великій інтенсивності транспортних потоків і високих потенційних швидкостях руху сучасних транспортних засобів до системи шляхів сполучення в крупних містах пред'являються все більш підвищені вимоги.

Посилена автомобілізація за останні три-чотири десятиліття привела до функціонального і технологічного злитті зовнішнього і внутрішньоміського транспорту. В даний час міські вулиці є природним продовженням, зовнішніх автомагістралей, що, звичайно, створює додаткові труднощі в розвитку шляхів сполучення сучасного крупного міста.

За розрахункову швидкість приймається найбільш можлива швидкість одиночних автомобілів з умов безпеки руху, за нормальних погодних умов і

забезпечення необхідного зчеплення шин автомобілів з поверхнею проїжджої частини залежно від складності ділянки дороги, згідно ДСТУ 3587.

Вулиці старих міст по своїх геометричних параметрах і експлуатаційних показниках (ширині проїжджої частини, відстані між перетинами, радіусам закруглень), різномірному складі транспортного потоку, наявності пішоходів і т.п. не відповідають високим динамічним якостям сучасного транспорту, що вимушує вживати спеціальні заходи по обмеженню швидкостей руху транспорту.

Проведений аналіз швидкості руху за допомогою радару на вулиці Незалежної України показує, що рух виконується зі швидкістю в межах від 30 до 50 км/год. Переважно рух транспортних засобів виконується зі швидкістю 45-50 км/год, але окремі ділянки вулиці мають вузькі місця проїзної частини та місця скупчення великих транспортних і пішохідних інтенсивностей, тому тут швидкість руху значно знижується і становить 30-40 км/год. Одним з таких проблемних місць є перехрестя вул. Незалежної України з вул. Сталеварів де знаходиться «Критий ринок», який виступає об'єктом тяжіння великих мас людей.

1.3.3 Пішохідний потік

До основних показників, що характеризують пішохідні потоки, відносяться їх інтенсивність, густину і швидкість.

Інтенсивність пішохідного потоку $N_{\text{піш}}$ коливається в дуже широких межах залежно від функціонального призначення вулиці або дороги і від розташованих на них об'єктів тяжіння. Особливо висока інтенсивність руху пішоходів спостерігається на головних і торгових вулицях крупних міст, а також в зоні транспортних пересадкових вузлів (вокзалів, станцій).

На вул. Незалежної України, як зазначено вище, розташовано багато

місць тяжіння людей («Критий ринок», «ЦИРК» та ін.) які викликають великі скупчення людей. Тому тут спостерігається велика інтенсивність пішохідного руху яка досягає на окремих ділянках вулиці 2500 чол/год.

Швидкість пішохідного потоку $V_{пін}$ обумовлена швидкістю пересування пішоходів в потоці. Швидкість руху людини спокійним кроком коливається в середньому в межах 0,5 ... 1,5 м/с і залежить від віку і стану здоров'я, мети пересування, дорожніх умов (рівності, подовжнього ухилу і скользкості покриття), стану навколишнього середовища (видимості, опадів, температури повітря). Швидкість $V_{пін}$ на пішохідних переходах через проїжджу частину вулиць, може змінюватися залежно від типу і стану дорожнього покриття приблизно в 2,2 рази від віку в 1,7, від довжини переходу в 1,4 рази. Характерний, що на переходах більшої довжини швидкість пішоходів стає вище. Тут виявляється психологічний вплив зростання небезпеки конфлікту з транспортним потоком. Пересування пішоходів може також характеризуватися показником, зворотним швидкості - темпом руху, вимірюваним в секундах, ділених на метри (с/м). Далі в розрахунках приймаємо швидкість пішоходів дорівнюючій 1,3 м/с.

В цілях підвищення безпеки пішохідного руху необхідно відділяти тротуари від проїжджої частини розділовими смугами шириною для магістральних вулиць не менше 3 м, для житлових вулиць - 2м.

Для запобігання виходу пішоходів на проїжджу частину вулиць в найбільш небезпечних місцях за відсутності розділових смуг між тротуаром і проїжджою частиною влаштовують направляючі пішохідні огорожі. Їх наявність сприяє також підвищенню швидкості руху транспортних засобів, а отже, і пропускної спроможності проїжджої частини.

При густині пішохідного руху по тротуару понад 0,6 чол/м² і за наявності резервів пропускної спроможності проїжджої частини ширина пішохідного шляху може бути збільшена за рахунок додавання до тротуару смуги проїжджої частини. Розмір смуги, що додається до тротуару, визначається різницею між всією шириною проїжджої частини і величиною,

необхідною для пропуску транспортних засобів. Мінімальний розмір смуги, що додається до тротуару - 0,75 м.

В цілях підвищення безпеки пішохідного руху на вул. Незалежної України вище зазначенні заходи застосовані на всіх регульованих перехрестях, а також на перехресті з пл. Маяковського.

Для забезпечення зручних і безпечних умов руху пішоходів на вулицях центрального району міста рекомендується організація пішохідних зон вулиць з повною або частковою (за часом діб) заборонаю руху транспортних засобів. Влаштування пішохідних зон доцільно при одночасному виконанні наступних умов: 1) густина пішохідного руху понад 0,6 чол/м² і відсутність резервів збільшення пропускної спроможності проїжджої частини; 2) інтенсивний поперечний рух пішоходів вимагає влаштування пішохідних переходів на відстані менше 200 м при ширині проїжджої частини не більш 14 м; 3) від даної вулиці на відстані не більш 400 м паралельно розташовані інші вулиці з питомою інтенсивністю руху не більш 500 авт/ч на смугу.

Вулиця Сталеварів, а точніше її ділянка від проспекту Соборного до вул. Незалежної України є пішохідною зоною, а на сусідніх паралельних їй вулицях (вул. Михайла Гончаренка, пл. Маяковського) рух транспорту виконується в односторонньому напрямку. На рисунку 1.3 показана типова схема ОДР при організації пішохідної зони.

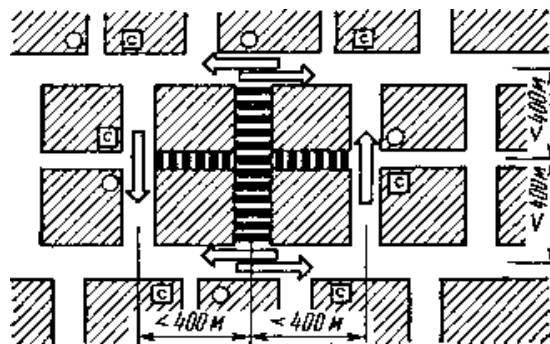


Рисунок – 1.3 Пішохідні зони мікрорайону:

- 1 - пішохідні вулиці; 2 - зупинки суспільного транспорту; 3 – поза вуличні автомобільні стоянки.

Таке рішення є найпрогресивнішим і відповідає вимогам безпеки і впорядкування пішохідного руху.

1.4 Стан та аналіз аварійності

1.4.1 Кількість та види дорожньо-транспортних пригод

Дорожньо-транспортна пригода (далі - ДТП) за визначенням, яке приведене в Правилах дорожнього руху, це пригода, яка відбулася під час руху транспортного засобу, в результаті якого загинули або поранені люди або нанесені матеріальні збитки.

Статистичні дані кількості ДТП за п'яти річний період на вул. Незалежної України представлені в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 - Дорожньо-транспортні пригоди за видами

Рік	Загиблі	Поранені
2015	7	32
2016	9	41
2017	8	37
2018	6	23
2019	7	34

Кількість постраждалих в ДТП за період 2015-2019рр представлено в таблиці 1.8.

Проаналізуємо тяжкість ДТП для цього проведемо розрахунок коефіцієнта тяжкості ДТП за формулою

$$B = \frac{\text{кіл.загиблих}}{\text{кіл.ДТП}} \quad (1.3)$$

Таблиця 1.8 – Постраждалі в ДТП за період 2015-2019рр

Рік	Всього ДТП	Види ДТП		
		зіткнення	наїзд на пішоходів	інші
2015	36	25	5	6
2016	42	30	7	5
2017	27	20	4	3
2018	18	14	2	2
2019	23	13	7	3

Результати зведемо до таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 – Коефіцієнти тяжкості ДТП за роками

Роки	2015	2016	2017	2018	2019
<i>В</i>	0,19	0,21	0,29	0,33	0,30

Понад 30 % всіх дорожньо-транспортних пригод (ДТП) в місті приходить на перехрестя, що займають незначну частину території міста.

Місця концентрації ДТП - це перехрестя вулиць чи доріг, зупинки пасажирського транспорту загального користування, пішохідні переходи, на яких має місце критерій, зазначений нижче.

Таблиця 1.10 - Критерії віднесення до місця концентрації ДТП

Міста	Кількість населення тис. чол.	Кількість ДТП, що скоєні протягом		
		одного року	двох років	трьох років
Найбільші	більше 1000	3	5	6
Більші	250-1000	3	4	5
Великі	100-250	X	3	4
Середні та малі	до 100	X	X	3

Місця концентрації ДТП по вул. Незалежної України представлені в таблиці 1.11.

Таблиця 1.11 – Місця концентрації ДТП

№	Перехрестя	Роки, кількість ДТП				
		2015	2016	2017	2018	2019
1	пл. Профспілок	4	3	7	4	5
2	вул. Я. Новицького	3	2	3	1	2
3	вул. Маяковського	3	4	2	3	3
4	вул. Сталеварів	5	3	3	4	5
5	вул. Миру	2	3	2	1	2

Розробка і впровадження заходів по забезпеченню безпеки дорожнього руху в місцях (на ділянках) концентрації ДТП повинно базуватися на детальному аналізі всіх автоаварій на ВШМ міста, в тому числі з матеріальними збитками та результатах обстежень цих місць.

За результатами обстеження дорожніх умов та виявлення недоліків в організації дорожнього руху, що сприяли виникненню місця (ділянки) концентрації ДТП намічаються заходи по їх усуненню.

1.4.2 Аналіз причин дорожньо-транспортних пригод

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

У звіті Патрульної поліції м. Запоріжжя приведені наступні основні причини дорожньо-транспортних пригод, спричиняючи за собою смертельні випадки і каліцтва:

- з вини водіїв - 80%;
- з вини пішоходів і велосипедистів - 7%;
- через технічну несправність транспорту - 3%;
- через незадовільний стан доріг та організації дорожнього руху - 10%.

За даними Патрульної поліції м. Запоріжжя основна причина пригод полягає в недбалості або помилках водіїв.

Дорожньо-транспортні пригоди в містах часто повторюються на певних ділянках: перехрестях, зупинних пунктах, крутих поворотах, вулицях з інтенсивним рухом, з вузькими проїжджими частинами, з крутими ухилами і поганим освітленням. Повторення пригод на одному і тому ж місці пов'язане з планувальними або іншими недоліками даної ділянки дороги, що і є основною причиною виникнення подій.

Чинники, що викликають дорожньо-транспортні події, підрозділяються на дві групи: 1) суб'єктивні - водії, пішоходи і пасажирів; 2) об'єктивні - стан дороги, технічний стан транспорту, освітленість дороги, місцеві умови, атмосферні умови і т.д.

Дорожньо-транспортні пригоди, що виникають з вини водіїв, виникають при: порушенні водіями вимог Правил дорожнього руху (вказівок сигналів і знаків, перевищенні встановленої швидкості руху, порушенні правил проїзду перехресть, зупинних пунктів масового пасажирського транспорту, керування в нетверезому стані; недотриманні переважного права проїзду або встановлених правил обгону, необережній їзді в погану погоду (туман, ожеледь та ін.), недотриманні безпечного інтервалу та дистанції між транспортними засобами по довжині або зазорі в смугах руху.

З вини пасажирів дорожньо-транспортні пригоди виникають при: вході і виході під час руху; проїзді на виступаючих частинах транспорту; ходінні по проїжджій частині; виході з машини, що зупинилася, на проїжджу частину;

переході вулиці на червоний сигнал світлофора або в забороненому місці; нетверезому стані пішохода.

Передумовами, що створюють умови для дорожньо-транспортних пригод, є наступні конструктивні недоліки рухомого складу масового пасажирського транспорту: несправні пристрої для автоматичного закриття дверей; наявність виступаючих частин; розташування дверей перед колесами; відсутність міжвагонних запобіжних сіток трамвайних потягів; погана освітленість транспортних засобів; недосконала або несправна гальмівна система; відсутність приладів і пристроїв, що сигналізують про перевищення допустимої швидкості руху, і цілий ряд інших.

Наявні статистичні дані показують, що дорожньо-транспортні події в Україні з причин їх виникнення розподіляються таким чином:

- найбільше число пригод, пов'язаних з винністю водія, відбувається через перевищення швидкості, неувважності водія, виїзду на зустрічну смугу дороги і необережний проїзд у зупинних пунктів пасажирського транспорту; перехід пішоходами проїжджої частини в невстановленому місці або перед близько рухомим транспортом, ходьба по проїжджій частині за наявності тротуарів, несподіваний вихід на проїжджу частину через транспортний засіб; пригоди, пов'язані з технічним станом транспортних засобів, виникають через несправність гальмівної системи і рульового управління; події, пов'язані з дорожніми умовами, виникають з причин недостатньої освітленості і ожеледі на проїжджій частині, відсутність тротуарів, недостатньої ширини її.

Як вже наголошувалося, виникнення кожної дорожньо-транспортної пригоди пов'язане звичайно з декількома причинами і чинниками. В середньому на кожні 100 подій доводиться близько 250 причин і чинників. За статистичними даними, більшість дорожньо-транспортних пригод пов'язана з об'єктивними чинниками.

Правильне встановлення причин дорожньо-транспортної пригоди сприяє розробці ефективних заходів щодо зниження їх кількості.

Аналіз показав, що велику частину пригод по місту складають зіткнення транспортних засобів, а також наїзди на пішоходів і велосипедистів. Основною причиною цих пригод є порушення учасниками дорожнього руху Правил дорожнього руху та незадовільний стан доріг і організації дорожнього руху.

1.5 Екологічна оцінка району проектування

Автомобілі спалюють величезну кількість цінних нафтопродуктів, завдаючи одночасно відчутної шкоди навколишньому середовищу, головним чином атмосфері. Оскільки основна маса автомобілів сконцентрована в великих і найбільших містах, повітря цих міст не тільки обідняється киснем, але і забруднюється шкідливими компонентами відпрацьованих газів. Згідно даним статистики в США, всі види транспорту дають 60% загальної кількості забруднень, що поступають в атмосферу, промисловість - 17%, енергетика - 14%, інші - 9% доводяться на опалювання будівель і інших об'єктів і знищення відходів.

Негативні аспекти автомобілізації

- Автомобіль споживач енергії (57% від світової здобичі нафти);
- Автомобіль джерело екологічних викидів;
- Автомобіль потребує великого комплексу для свого обслуговування, експлуатації, зберігання і т.і.;
- Автомобіль джерело небезпеки;
- Зростання кількості автотранспорту призводить до транспортних заторів та зменшенню швидкості перевезень.

Світова статистика становить, що на долю автотранспорту припадає:

- CO₂ – 69%;
- NO_x – 63%;

- Пилу – 10-20%.

Суперечності, з яких «витканий» автомобіль, мабуть, ні в чому не виявляються так різко, як в справі захисту природи. З одного боку, він полегшив людині життя, з іншою - отруює її в найпрямішому значенні слова. Фахівці встановили, що один легковий автомобіль щорічно поглинає з атмосфери в середньому більше 4 тонн кисню, викидаючи з відпрацьованими газами приблизно 800 кг окислу вуглецю, близько 40 кг оксидів азоту і майже 200 кг різних вуглеводнів. Якщо помножити ці цифри на 400 млн. одиниць світового парку автомобілів, можна уявити собі ступінь загрози, що таїться в надмірній автомобілізації.

Зробимо розрахунок середнього пробігового викиду шкідливих речовин (CO, CnHm, NOx). Для цього розглянемо найінтенсивнішу ділянку вулиці, а саме ділянку від вул. Миру до вул. Михайла Гончаренка. Ця ділянка вул. Незалежної України характеризується великою інтенсивністю транспортного потоку.

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

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

$$q^{CO} = \{\delta / Ln[a_j V + b_j T_u (1 - \lambda) + C_j] + d_j / V + e_j\} PR^{CO} \quad (1.4)$$

де δ - частка автомобілів, що зупинилися на даному підході до перехрестя;

a_j, b_j, c_j, d_j, e_j – постійні коефіцієнти, значення яких наведені в таблиці

Таблиця 1.12 – Розрахункові коефіцієнти

Розрахунковий автомобіль	a_j	b_j	c_j	d_j	e_j
Легковий	0,171	0,041	-2,74	68,0	9,65
Вантажний	0,656	0,125	-7,50	-604,8	49,0

V – середня швидкість установленого на перегоні, км/год;

PR^{CO} - добуток поправочних коефіцієнтів, враховують вплив ряду факторів на зміну кількості CO, що виділяється автомобілем;

L_n – довжина перегону, км.

$V_L = 50,8$ км/год;

$V_B = 45,2$ км/год;

$PR_L^{CO} = 2,07 - 0,09(2006 - 1985) = 0,18$;

$PR_B^{CO} = 2,26 - 0,07(2006 - 1985) = 0,89$;

$$q_L^{CO} = \left\{ \frac{0,84}{0,135} [0,171 * 50,8 + 0,041 * 81 * (1 - 0,55) - 2,74] + \frac{68}{50,8} + 9,65 \right\} * 0,18 = 10,3 \text{ г/км};$$

$$q_B^{CO} = \left\{ \frac{0,84}{0,135} [0,656 * 45,2 + 0,125 * 81 * (1 - 0,55) - 7,50] - \frac{604,8}{45,2} + 49,0 \right\} * 1,77 = 42,8 \text{ г/км};$$

Пробіговий викид окислів азоту визначається також для легкових і вантажних автомобілів окремо за залежностями:

$$q_L^{NO} = 2,3 + 0,1(V_L - 34) - 0,05(T - 1985); \quad (1.5)$$

$$q_B^{NO} = 8,00 + 0,17(V_B - 34) - 0,15(T - 1985); \quad (1.6)$$

Отже після підстановки значень отримаємо:

$$q_L^{NO} = 2,3 + 0,1(50,8 - 34) - 0,05(2006 - 1985) = 2,9 \text{ г/км};$$

$$q_B^{NO} = 8,00 + 0,17(45,2 - 34) - 0,15(2006 - 1985) = 6,76 \text{ г/км}.$$

Проведемо визначення середнього значення інтенсивності викидів шкідливих речовин. Викиди CO за одиницю часу на ділянці магістралі одиничної довжини від транспортного потоку, що рухається в одному напрямі, становлять, мг/(м*с):

$$Q_{CO} = 2.78 \cdot 10^{-4} \sum_{j=1}^2 q_j^{CO} \cdot N_{pj} \quad (1.7)$$

$$Q_{CO} = 2.78 \cdot 10^{-4} (10,3 \cdot 690 \cdot 0,855 + 42,8 \cdot 690 \cdot (1 - 0,855)) = 2,88 \text{ мг/(м*с)}.$$

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

$$Q_{CH} = 2.78 \cdot 10^{-5} [1.57 - 0.08(T - 1985)] * (q_{\text{л}}^{-CO} N_{\text{л}} + q_{\text{в}}^{-CO} N_{\text{в}}) \quad (1.8)$$

$$Q_{CH} = 2,78 \cdot 10^{-5} [1,57 - 0,08(2006 - 1985)] * (57,3 \cdot 690 \cdot 0,855 + 48,1 \cdot 690 \cdot (1 - 0,855)) = 0,11 \text{ мг/(м*с)};$$

Викиди окислів азоту, мг/(м*с):

$$Q_{NO} = 2,78 \cdot 10^{-4} (q_{\text{л}}^{NO} N_{\text{л}} + q_{\text{в}}^{NO} N_{\text{в}}); \quad (1.9)$$

Підставимо значення:

$$Q_{NO} = 2,78 \cdot 10^{-4} (2,93 \cdot 690 \cdot 0,855 + 6,76 \cdot 690 \cdot (1 - 0,855)) = 0,66 \text{ мг/(м*с)}.$$

Одержані розрахункові значення концентрацій шкідливих речовин на ділянці в межах лінії забудови відповідають гранично допустимим концентраціям (ГДК).

1.6 Недоліки існуючої організації руху транспортних потоків і постановка задач для її удосконалення

Найпоширенішими планувальними недоліками вулиці Незалежної України є: захаращування вузьких проїжджих частин дороги автомобілями,

що стоять біля тротуарів; відсутність спеціальних смуг або маркіровок, що розділяють напрями руху зустрічних потоків транспортних засобів; поганий зміст тротуарів, наявність надмірно складних транспортних вузлів на перехрестях (з трамвайним і інтенсивним автомобільним рухом), розміщення на вузьких магістральних вулицях великих торгових підприємств («Критий ринок»).

Перш за все всі ці недоліки відображаються на пропускну́й спроможності проїзної частини вулиці, яка не відповідає сучасним вимогам руху. Тому головною задачею для підвищення безпеки дорожнього руху на вулиці Незалежної України у м. Запоріжжя є збільшення пропускну́й спроможності проїзної частини та поліпшення умов руху транспорту. Чим зробити альтернативу проїзної частині проспекту Соборного.

Для цього необхідно застосувати наступні заходи з організації дорожнього руху:

- введення світлофорного регулювання на не регульованих перехрестях (за необхідністю);
- використання нових технічних засобів організації дорожнього руху ;
- розробка нової системи координованого руху.

1.7 Застосування інтелектуальних транспортних систем на основі телекомунікаційних технологій

Проблема перевантаженості міських доріг в міжнародній практиці у цілому ряді випадків розв'язується за рахунок застосування систем автоматизованого управління рухом з вживанням Інтелектуальної Транспортної Інфраструктури, здатної ефективно управляти існуючою дорожньо-вуличною мережею доріг без збільшення її густини.

У всьому світі використання Систем Інформаційного Забезпечення Транспорту (Intelligent Transportation Systems, далі ITS) зростає з кожним роком. Під ITS розуміють застосування сучасних технологій зв'язку, управління, комп'ютерного устаткування і програмного забезпечення для поліпшення ефективності і безпеки роботи наземного транспорту.

Абревіатура ITS, що з'явилася в США, стала міжнародно визнаним скороченням для Систем Інформаційного Забезпечення Наземного Транспорту. Упровадження ITS значно змінило всю структуру наземних перевезень в світі.

Конгресом США був прийнятий спеціальний законодавчий акт ISTEA, про збільшення пропускної спроможності автомобільних доріг, зменшення транспортних заторів, підвищення рівня безпеки руху за рахунок широкого застосування передових сучасних технологій. З цією ж метою була утворена на некомерційній основі, асоціація - «ITS Америка». «ITS Америка» є лідером в державному і приватному партнерстві, при розгортанні ITS. У цій своїй якості, вона виступає як Виконавський Федеральний Консультативний Комітет при Міністерстві транспорту США.

Міністерство Транспорту США, в цілях реалізації задач поставлених Конгресом, розробило стратегічний план. Незалежні експерти оцінили, що реалізація цього плану, дозволить понизити збиток від перевантаженості міських доріг на вісім відсотків, зберегти при цьому більше 3000 життів і уникнути приблизно 400,000 ДТП в рік.

За оцінками ж Національної Адміністрації Безпеки дорожнього руху ("NHTSA") при повній реалізації цього плану вдасться понизити збиток від подій, принаймні, на 18%. Що дозволить одержати економічний ефект у розмірі порядку 25,6 мільярдів доларів, за рахунок скорочення витрат на медичне обслуговування постраждалих в ДТП, ремонт транспортних засобів, зменшення витрат аварійних служб і зниження інших витрат, пов'язаних з наслідками ДТП. Крім того, оцінка Стратегічного Плану також показала, що міста, які використовують ITS, зможуть зменшити завантаженість доріг приблизно на 20%, у результаті десятки мільйонів водіїв в США одержать вигоду від розвитку ITS.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Інженерно-планувальні заходи

2.1.1 Визначення перспективної інтенсивності руху

Вулична мережа складається в процесі будівництва міст і зберігає будову на тривалий період. У багатьох старих містах вулична мережа по напрямках основних доріг склалася декілька століть тому, коли не існувало ще сучасних видів транспорту. Невідповідність планування вуличної мережі вимогам руху транспорту і пішоходів створює великі незручності для населення, викликає великі швидкості руху, порушує його безпеку, збільшує витрати часу на поїздки і створює неекономічні умови експлуатації транспорту.

Основу вуличної мережі міста складають магістралі - головні артерії руху, сполучаючи житлові райони з промисловими підприємствами і установами, з центром міста, зонами відпочинку, парками, стадіонами. Магістралі загальноміського значення і основні площі міста, об'єднані в певну систему, складають основу планувальної структури міста, в якій кожна магістраль використовується не ізольована, а як складова частина загальної системи.

Коефіцієнт використання пропускної спроможності характеризує відповідність запроектованої мережі магістралей і транспортних вузлів перспективним розмірам вуличного руху. Розміри вуличного руху розраховуються окремо по всіх видах транспорту і потім підсумовуються з використанням коефіцієнтів приведення до умовних одиниць легкових автомобілів, як це було показано в аналітичній частині. Відношення сумарних перспективних розмірів вуличного руху до пропускної спроможності відповідних магістралей і транспортних вузлів називається коефіцієнтом використання пропускної спроможності. Він повинен складати 0,75 - 0,80. Це дає резерв пропускній спроможності у розмірі 20 -

25% для пропуску потоків в період внутрішньогодинної нерівномірності руху.

У початкових даних представлена інтенсивність руху на рік проектування вулиці. Для визначення геометричних параметрів необхідно знайти розрахункову інтенсивність руху на 20 років експлуатації вулиці. Перспективну інтенсивність руху транспортних засобів на вулично-дорожній мережі визначають по функціональній залежності:

$$N_p = N_o * (1 + \alpha)^t; \quad (2.1)$$

де: N_p - розрахункова (перспективна) інтенсивність руху транспортних засобів, авт/ч;

N_o - інтенсивність руху в поточному році, авт/ч;

α - коефіцієнт щорічного приросту інтенсивності;

t - перспективний період.

$$N_p = 700 * (1 + 0,045)^{20} = 1688 \text{ авт/год};$$

З поняттям пропускної спроможності вулиць і всієї вулично-дорожньої мережі міста зв'язують не тільки максимальне число транспортних засобів, які можуть пройти через який-небудь перетин вулиці, але і можливість виконання автомобілями маневрів перестроювання, входу в потік, виходу з потоку. Вірогідність виконання цих маневрів залежить від щільності транспортного потоку.

Зміна смуги руху - це маневр, необхідний для забезпечення нормальної роботи багатосмугової проїжджої частини міської вулиці. Потрібне число змін смуг руху можна встановити на картограмі руху по вулиці. Потребу в такому маневрі випробовують перш за все водії автомобілів, що виходять з потоку для повороту на іншу вулицю або для зупинки. Число повертаючих

автомобілів визначають по картограмі руху, а число автомобілів, що зупиняються, залежить від типу забудови і найточніше може бути визначене обстеженням вулиці.

Розподіл автомобілів, що перебудовуються, по ширині проїжджої частини залежить від протяжності перегону вулиці і складу руху. Маневр зміни смуги триває 4 - 6 с. З урахуванням часу визначають ділянку дороги, на якому очікуються маневри зміни смуги. На довжині цієї ділянки за даними обстежень або по аналогах встановлюють можливе число перестроювань на кожній із смуг проїжджої частини.

Пропускна спроможність кожної смуги вулиці різна. З наближенням смуг до середини проїзної частини пропускна спроможність однієї смуги знижується. Зниження пропускної спроможності внутрішніх смуг зв'язана, в першу чергу, маневруванням транспортних засобів в потоці, а також з деякими перевищеннями розрахункових швидкостей автомобілями, які здійснюють маневр випередження.

Пропускна спроможність кожної смуги проїзної частини визначається по формулі:

$$A_a = A_{c.peg} * \varepsilon_i, \quad (2.2)$$

де: ε_i - коефіцієнт зниження пропускної спроможності кожної смуги.

Коефіцієнт ε_i залежно від порядкового номера смуга має такі значення:

для першої смуги - 1,00;

для другої смуги - 0,85;

для третьої смуги - 0,70;

для четвертої і більше – 0,50

Першою є смуга, яка розташована праворуч за напрямом руху.

$$A_{a_1} = 565,8 * 1,00 = 566 \text{ авт/ч};$$

$$A_{a_2} = 565,8 * 0,85 = 481 \text{ авт/ч};$$

Після визначення величин пропускних спроможностей всіх смуг необхідно визначити середнє значення для перших двох смуг:

$$A_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^3 A_a}{3}; \quad (2.3)$$

$$A_{cp} = \frac{566 + 481}{2} = 523,5 \text{ авт/ч.}$$

Тоді кількість смуг руху в обох напрямках:

$$n = \frac{N_{P.ПП}}{A_{CP}}; \quad (2.4)$$

$$n = \frac{1688}{523,5} = 3,24$$

Відповідно до ДБН 360-92 приймаємо чотири смуги руху. Тобто по дві смуги руху в кожному напрямку.

2.2 Ведення світлофорного регулювання

Світлофори призначені для керованого пропуску учасників руху через визначену ділянку вулично-дорожньої мережі. У залежності від умов світлофори застосовуються для керування рухом у визначених чи напрямках по окремих смугах даного напрямку:

- у місцях, де зустрічаються конфліктуючі транспортні, а також транспортні і пішохідні потоки (перехрестя, пішохідні переходи);
- по смугах, де напрямок руху може мінятися на протилежне;

- на залізничних переїздах, розвідних мостах, причалах, пороммах, переправах;
- при виїздах автомобілів спецслужб на дороги з інтенсивним рухом;
- для керування рухом транспортних засобів загального користування.

Світлофори можна класифікувати по їхньому функціональному призначенню (транспортні, пішохідні); по конструктивному виконанню (одне, двох - чи трьохсекційні, трьохсекційні з додатковими секціями); по їхній ролі, виконуваної в процесі керування рухом (основні, дублери і повторювачі).

Відповідно до вимог ДСТУ 4092—02 «Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги, правила застосовування та вимоги безпеки» вони поділяються на дві групи: транспортні і пішохідні. Світлофори кожної групи, у свою чергу, підрозділяються на типи і різновиди розташування. Маються сім типів транспортних світлофорів і два типи пішохідних.

Світлофори встановлюють на колонках, кронштейнах, що прикріплюються до існуючого чи опорам стінам будинків, на спеціальних консольних опорах і тросах-розтяжках. Для запобігання наїзду на опори їх розташовують поза проїзною чи частиною захищають огороженнями.

На рисунку 2.1 показано способи встановлення світлофорів на перехресті.



Рисунок 2.1 – Способи встановлення світлофорів

Застосовуються також і світлофори-дублери та світлофори - повторювачі для зручності водіїв. Дублюють, як правило, транспортні світлофори, якщо кероване ними рух здійснюється по двох смугах і більш.

Основний світлофор, якщо він не має лівоповоротну секцію, встановлюють праворуч перед перехрестям. При наявності цієї секції необхідно додатково до розташованого праворуч світлофору встановити світлофор з лівоповоротною секцією перед перехрестям на центральній розділовій смузі чи островці безпеки. При їхній відсутності світлофор типу 1 з лівою додатковою секцією може бути встановлений за перехрестям на розділовій смузі чи там же за перехрестям ліворуч від проїзної частини. При наявності розділової смуги ліворуч на дорозі, що перетинає, він може бути встановлений на ній. Що ж стосується світлофора типу 2, то для розглянутого випадку при відсутності перед перехрестям центральної розділової чи смуги островця безпеки його розташовують над проїзною частиною. На дорогах з одностороннім рухом світлофори з лівоповоротною секцією можуть бути встановлені перед перехрестям ліворуч від дороги. Таким чином, досягається найкраща видимість основного сигналу, що дозволяє: при русі чи прямо праворуч водій бачить його праворуч, при русі ліворуч – перед собою чи ліворуч. Цей же принцип покладений в основу установки дублюючих світлофорів типу 1. Приклади установки основних і дублюючих світлофорів цього типу показані на рис. 2.2.

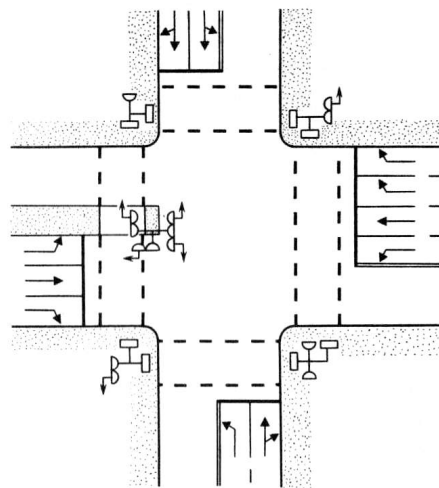


Рисунок 2.2 – Засоби розміщення світлофорів на перехресті

Транспортні світлофори типів 1, 2 і пішохідні світлофори треба встановлювати за наявності хоча б однієї із таких п'яти умов.

УМОВА 1. Протягом 8 годин робочого дня середньогодинна інтенсивність руху транспортних засобів не менша зазначеної в таблиці 2.1.

УМОВА 2. Протягом 8 год робочого дня середньогодинна інтенсивність руху транспортних засобів не менша:

- 600 од./год (для доріг з розділовою смугою — 1000 од./год) головною дорогою в двох напрямках;

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

Для населених пунктів із чисельністю мешканців менше ніж 10 тис. чол. нормативи за умовами 1 та 2 становлять 70 % зазначених у таблиці 2.1.

УМОВА 3. Існує проміжок часу в 1-ну годину, протягом якого виконується умова 2.

УМОВА 4. Умови 1 та 2 одночасно виконуються за кожним окремим нормативом не менше ніж на 80%.

УМОВА 5. За останні 12 місяців на перехресті скоєно не менше трьох дорожньо-транспортних пригод, яких можна було б запобігти за наявності світлофорної сигналізації (наприклад, зіткнення транспортних засобів, що рухаються з поперечних напрямків, наїзди транспортних засобів на пішоходів, що переходять дорогу, зіткнення між транспортними засобами, що рухаються в прямому напрямку та тих, що повертають ліворуч із зустрічного напрямку). До того ж умови 1 або 2 повинні виконуватись не менше ніж на 80%.

Таким чином відповідно до вимог ДСТУ 4092-02 зробимо перевірку не регульованих перехресть, що до необхідності введення на них світлофорного регулювання. Такими перехрестями на вул. Незалежної України є пл. Маяковського та вул. Зелінського.

За даними Патрульної поліції перехрестя вул. Незалежної України - пл. Маяковського є аварійно небезпечним і являє собою МК ДТП (таблиця 1.12).

Таблиця 2.1 - Середньогодинна інтенсивність руху транспортних засобів

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

Також перехрестя має велику інтенсивність руху транспорту та пішоходів. Тому відповідно до умов 1 та 5 встановлення світлофорного регулювання на даному перехресті є необхідним заходом.

Перехрестя з вул. Зелинського за рахунок великих інтенсивностей відноситься до умови 1. Таким чином на даному перехресті є доцільним встановлення світлофорного об'єкту.

2.3 Розрахунок системи координованого управління дорожнім рухом

Відповідно до картограми і умов руху вибираємо схеми пофазового роз'їзду і структури циклів для кожного перехрестя. Треба зауважити, що при координації визнано доцільним обирати цикли з найменшим числом фаз (найчастіше двофазні), якщо інтенсивність лівоповоротного руху не перевищує 120 од./год. Лише за невиконання цієї умови переходять до трифазного регулювання. Пофазний роз'їзд забезпечує поділ конфліктуючих потоків за часом. Число фаз, а отже, і виділених груп транспортних і пішохідних потоків у відповідних фазах залежить від характеру конфліктних крапок на перехресті й інтенсивності руху в кожному напрямку. З погляду безпеки руху число фаз повинне бути таким, щоб не було ні однієї конфліктної крапки. Разом з тим збільшення числа фаз веде до збільшення тривалості циклу і, що особливо важливо, до збільшення його непродуктивних складових – числа і сумарної тривалості проміжних тактів.

Таким чином, визначення оптимального числа фаз регулювання є рішенням компромісним. В інтересах високої пропускної здатності варто завжди прагнути до мінімального числа фаз настільки, наскільки дозволяють умови безпеки руху.

У найпростішому випадку, коли переважає рух у прямих напрямках, роз'їзд транспортних засобів може бути організований по двофазному циклі. Всі учасники руху поділяються на дві групи. Черговість їхнього руху ліквідує на перехресті найбільш небезпечні конфліктні крапки. Праві і ліві повороти, а також рух пішоходів здійснюються при наявності конфліктів відповідно до

порядку, передбаченим Правилами дорожнього руху. Тому що неодмінною умовою застосування двухфазного регулювання є порівняно невелика інтенсивність у цих напрямках, інтереси безпеки рухи дотримуються.

Застосування трьох і більш фаз зв'язано, як правило, з високою інтенсивністю левоповоротних чи потоків пішохідного руху. З огляду на середню тривалість існуючих двофазних циклів, уникнути третьої фази можна лише при інтенсивності лівоповоротного потоку не більш 120 авт/год.

За умовами, які приведені вище зробимо пофазний роз'їзд для кожного з перехресть, а також приведемо відповідно для кожного перехрестя матриці конфліктних напрямків. На рисунках 2.3-2.11 представлені схеми пофазного роз'їзду на перехресті, в таблицях 2.8-2.16 відповідно до кожного з перехресть показано матрицю конфліктів.

Перехрестя 1 – пл. Профспілок

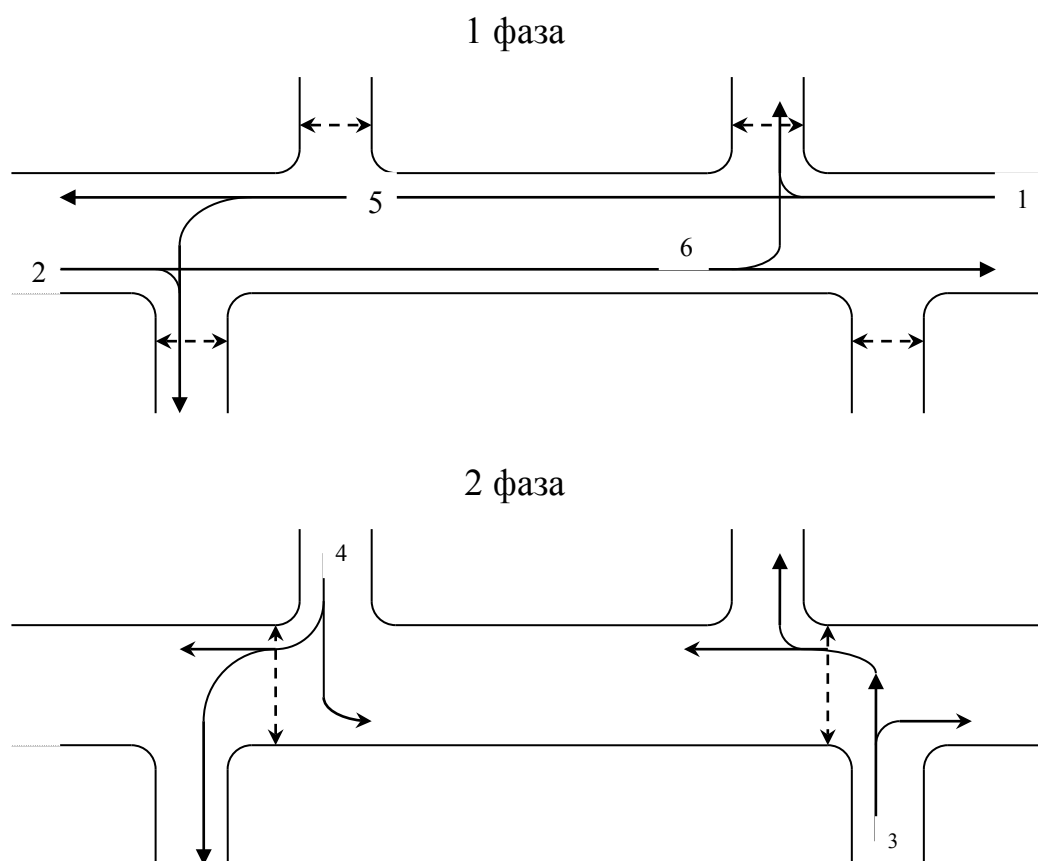


Рисунок 2.3 – Схема пофазного роз'їзду

Таблиця 2.8 - Матриця конфліктів

№	1	2	3	4	5	6
1	-	0	17	0	0	0
2	0	-	0	17	0	0
3	24,6	15,5	-	0	0	24,6
4	0	24,6	0	-	15,5	0
5	0	0	0	17	-	0
6	0	0	17	0	0	-

Перехрестя 2 – вул. Я. Новицького

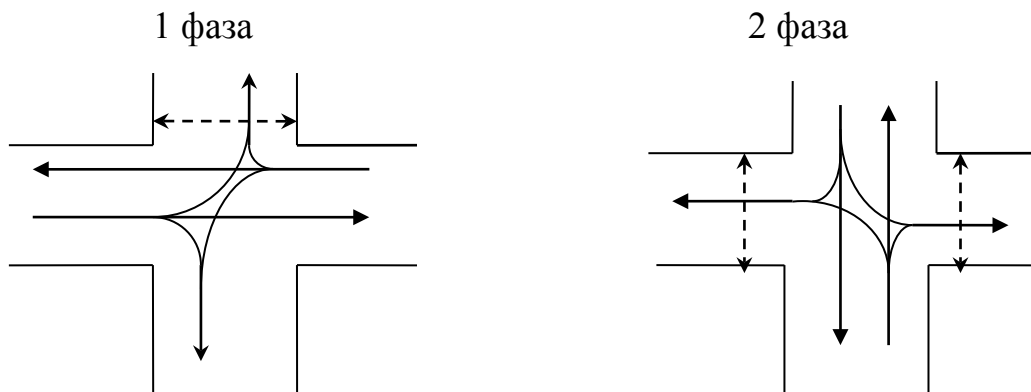


Рисунок 2.4 - Схема пофазного роз'їзду

Таблиця 2.9 - Матриця конфліктів

№	1	2	3	4	5
1	-	0	12,5	17	0
2	0	-	17	12,5	12,5
3	23	15,5	-	0	19,2
4	15,2	23	0	-	23
5	0	-10	-12,5	-15,7	-

Перехрестя 3 – вул. Лермонтова

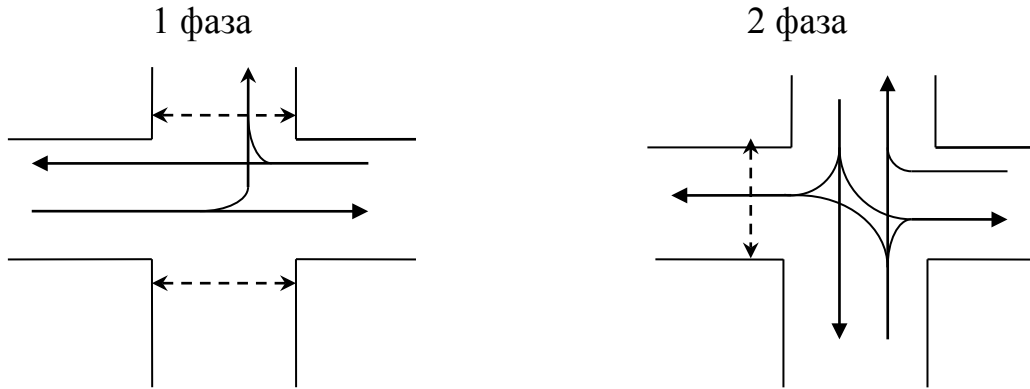


Рисунок 2.5 - Схема пофазного роз'їзду

Таблиця 2.10 - Матриця конфліктів

№	1	2	3	4
1	-	0	15,5	28
2	0	-	28	15,5
3	23	15,5	-	0
4	15,5	23	0	0

Перехрестя 4 – пл. Маяковського

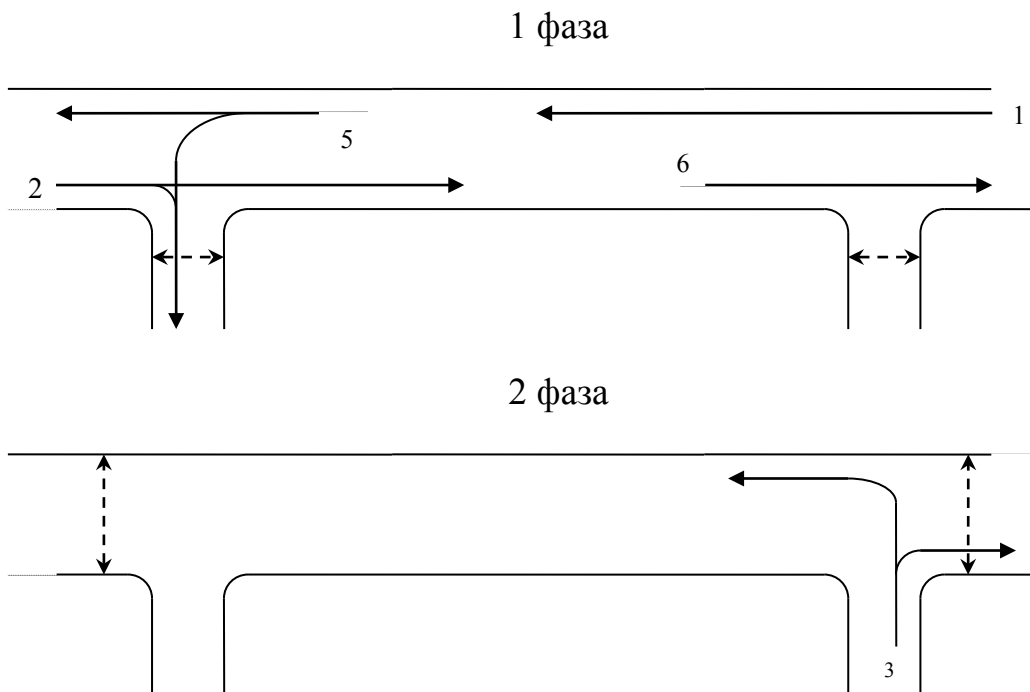


Рисунок 2.6 - Схема пофазного роз'їзду

Таблиця 2.11 – Матриця конфліктів

№	1	2	3	5	6
1	-	0	15	0	0
2	0	-	15	0	0
3	-23	-15,5	-	-23	-15,5
5	0	0	15	-	0
6	0	0	15	0	-

Перехрестя 5 – вул. Сталеварів

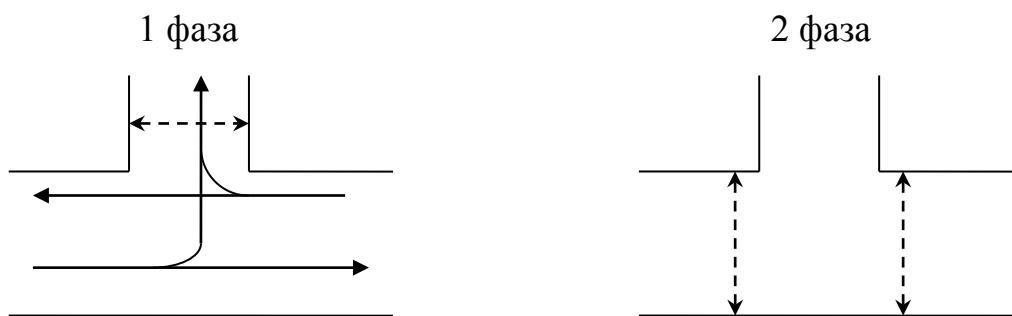


Рисунок 2.7 - Схема пофазного роз'їзду

Таблиця 2.12 – Матриця конфліктів

№	1	2	3
1	-	0	14
2	0	-	14
3	15,5	13	-

Перехрестя 6 – вул. Михайла Гончаренка

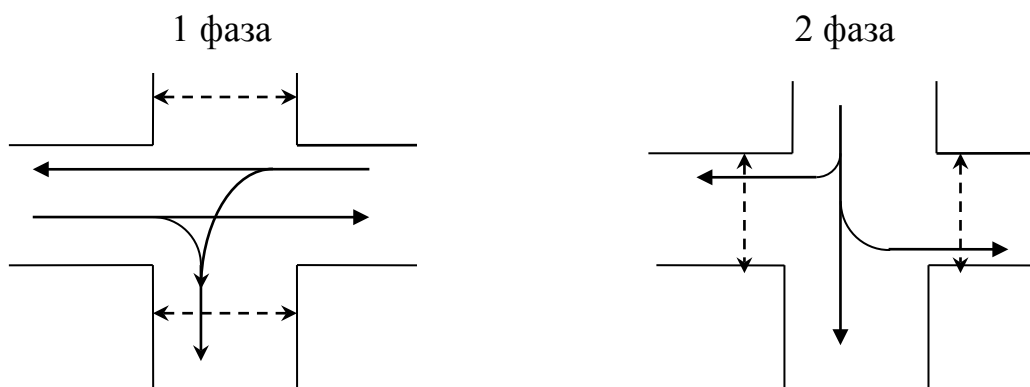


Рисунок 2.8 - Схема пофазного роз'їзду

Таблиця 2.13 – Матриця конфліктів

№	1	2	4
1	-	0	14
2	0	-	14
4	15,5	13	-

Перехрестя 7 – вул. Миру

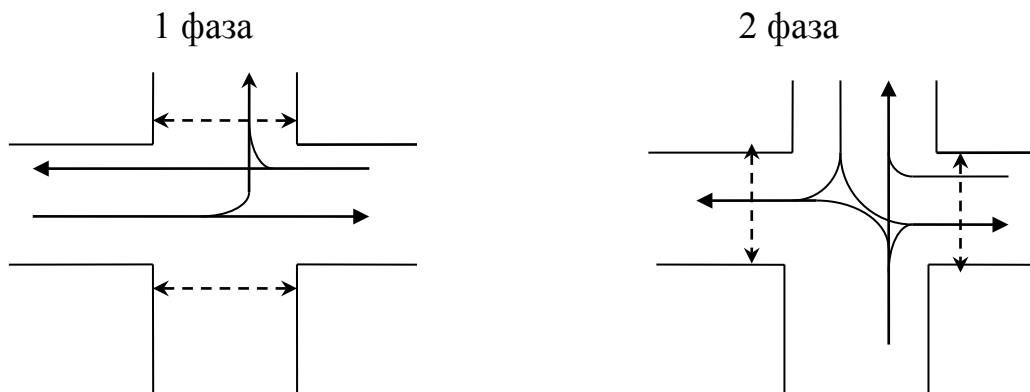


Рисунок 2.9 - Схема пофазного роз'їзду

Таблиця 2.14 – Матриця конфліктів

№	1	2	3	4
1	-	0	11,5	15
2	0	-	14	14
3	23	15,5	-	0
4	-15,5	-19,2	0	0

Перехрестя 8 – вул. Південноукраїнська

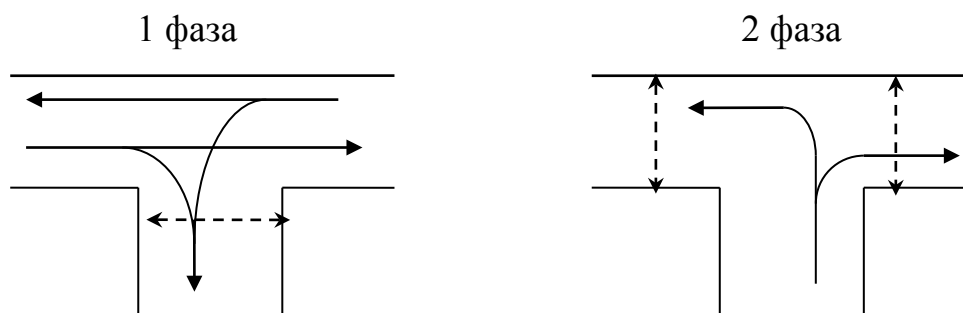


Рисунок 2.10 - Схема пофазного роз'їзду

Таблиця 2.15 – Матриця конфліктів

№	1	2	3	5
1	-	0	17	0
2	0	-	17	12,5
3	-13,3	-15,5	-	19,2
5	-10	-12,5	0	-

Перехрестя 9 – вул. Зелінського

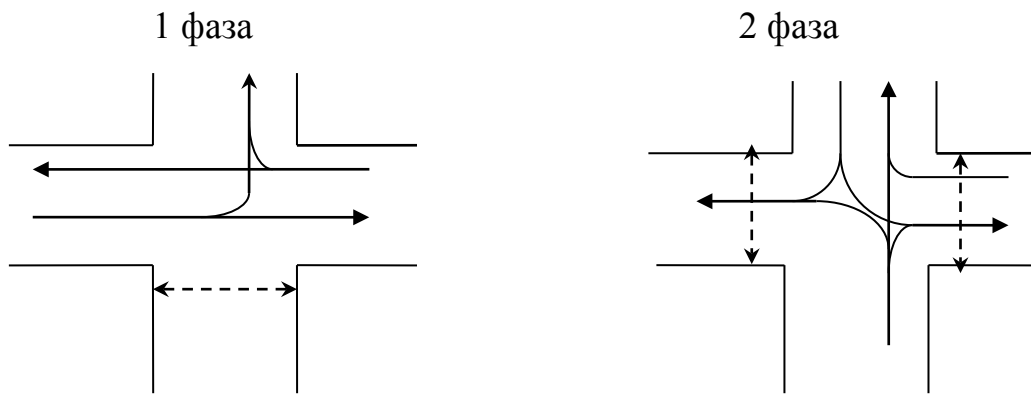


Рисунок 2.11 - Схема пофазного роз'їзду

Таблиця 2.16 – Матриця конфліктів

№	1	2	3	4
1	-	0	17	14
2	0	-	17	17
3	23	15,5	-	0
4	-15,5	-23	0	0

Як видно, всі перехрестя мають по дві фази руху. Всі учасники руху поділяються на дві групи. Черговість їхнього руху ліквідує на перехресті найбільш небезпечні конфліктні крапки. Праві і ліві повороти, а також рух пішоходів здійснюються при наявності конфліктів відповідно до порядку, передбаченим Правилами дорожнього руху.

Відповідно до картограми та схем пофазного роз'їзду визначаємо структури циклів для кожного ізолюваного перехрестя.

Розрахунки проведемо за допомогою комп'ютерної програми «Світлофорний цикл», куди вводимо дані кожного з перехресть (див. таблицю 2.17), а також значення матриці конфліктів (див. вище) відповідно для кожного перехрестя. Отриманні результати обробляли за допомогою програми «Обработчик», де одержали остаточні результати тривалості основних тактів по фазам, та цикли регулювання на ізольованих перехрестях (див. таблицю 2.17).

Таблиця 2.17 – Результати розрахунків за програмою «Обработчик»

Номер перехрестя	Номер фази	Напрям	N _i	Ширина смуги руху,м	t _{di} , с	t _з , с	T _ц , с
1	1	1	690	7,5	7	12	37
		2	560	7,5			
		5	450	7,5			
		6	512	7,5			
	2	3	240	9	8	10	
		4	750	9			
2	1	1	770	7,5	7	17	46
		2	650	7,5			
	2	3	230	4,5	8	7	
		4	70	4,5			
3	1	1	680	7,5	8	15	38
		2	540	7,5			
	2	3	150	7,5	8	7	
		4	170	7,5			
4	1	1	584	7,5	7	22	44
		2	530	7,5			
		5	584	7,5			
		6	474	7,5			
	2	3	172	7	8	7	

Кінець таблиці 2.17.

Номер перехрестя	Номер фази	Напрям	N _i	Ширина смуги руху,м	t _{di} , с	t _з , с	T _ц , с
5	1	1	590	7,5	6	42	61
		2	600	7,5			
	2	3	x	6	6	7	
6	1	1	510	7,5	7	36	58
		2	560	7,5			
	2	4	230	6	8	7	
7	1	1	470	7,5	7	27	45
		2	600	7,5			
	2	3	160	6	8	7	
		4	244	3,5			
8	1	1	600	7,5	7	24	53
		2	680	7,5			
	2	3	200	4,5	8	7	
9	1	1	540	7,5	7	23	45
		2	480	7,5			
	2	3	230	6	8	7	
		4	110	4,5			

Після отриманих значень, необхідно провести аналіз та вибрати перехрестя з самим великим циклом, яке буде ключовим. В нашому випадку це перехрестя 5 – вул. Сталеварів, але на цьому перехресті друга фаза є пішохідною, тому в розрахунках було зроблено псевдо-напрям 3, якого насправді не існує. Таким чином це перехрестя не можна враховувати до підсумку отриманих значень тривалості циклів на перехрестях.

Згідно цього, перехрестя, яке має найбільший цикл ($T_{ц}=58c$.) є перехрестя 6 – вул. Михайла Гончаренка . Отже приймаємо це перехрестя як ключове.

Далі визначимо елементи світлофорних циклів при координованому регулюванні.

Координоване регулювання сприяє зменшенню числа дорожньо-транспортних подій. Це пояснюється тим, що групи транспортних засобів під'їжджають до світлофорів, коли в них включений зелений сигнал, зменшуючи тим самим можливість зіткнення з автомобілями, що попереду йдуть. Крім цього, досягається більша покора пішоходів сигналам світлофорів. Це відбувається в результаті того, що при координованому регулюванні рух транспортних засобів пачкообразний. При такому русі інтервали часу між рухомими автомобілями, як правило, не перевищують 2-3хв. В цьому випадку пішоходи не ризикують переходити перед рухомими транспортними засобами.

Досвід застосування координованого регулювання показав, що при його введенні, більш ніж на 30% підвищуються швидкості сполучення, до 20% знижується число наїздів транспортних засобів на пішоходів і на 1/3 скорочуються затримки транспорту.

Види координованого регулювання. Системи координованого регулювання діляться на синхронні і прогресивні.

Синхронні системи координованого регулювання відрізняються від інших тим, що зміна сигналів світлофорів на всіх перехрестях відбувається одночасно. Найпростіша синхронна система - з одночасною подачею однойменних сигналів світлофорів однакової тривалості і синхронна система з одночасною подачею різнойменних сигналів світлофорів однакової тривалості на суміжних перехрестях.

Синхронну систему з одночасною подачею однойменних сигналів доцільно застосовувати тільки у виняткових випадках: при рівних відстанях між світлофорними об'єктами і при обов'язковій умові, що час, необхідний для проїзду від перехрестя до перехрестя з постійною розрахунковою швидкістю, рівний циклу світлофора або ж кратно йому. Якщо відстані між перехрестями не задовольняють цій умові, то слід варіювати швидкістю - збільшувати або зменшувати її штучно.

Прогресивні системи координованого регулювання (система «зеленої хвилі») можна застосовувати при будь-яких відстанях між перехрестями. Тому їх використовують частіше, ніж синхронну систему, оскільки для більшості міст характерне планування вуличної мережі з нерівними довжинами кварталів.

Прогресивні системи за принципом роботи підрозділяють на два види:

1) працюючі з постійними циклами; 2) працюючі із змінними циклами.

Обидва види системи можуть бути багатопрограмними, тобто мають в своєму складі декілька графіків руху, розрахованих для різних параметрів транспортних потоків. Кожна програма з постійним циклом створює оптимальні умови для руху по магістралі при певній інтенсивності транспортного потоку.

Розглядаючи координацію сигналів світлофорів як функцію швидкості руху, прогресивні системи можна підрозділити на системи з постійною швидкістю руху в одному або двох напрямках, системи із змінною швидкістю руху, системи з примусовою швидкістю руху.

При відстані між сусідніми перехрестями більш ніж 800 м у зв'язку з повним розпадом групи її затримана частина швидко збільшується і координоване регулювання стає малоефективним.

Правильний вибір розрахункової швидкості, а значить, і зсува включення зеленого сигналу на сусідніх перехрестях має великий вплив на ефективність координованого регулювання.

Елементи світлофорних циклів при координованому регулюванні визначимо за допомогою комп'ютерної програми “Обработчик”, куди, після того як визначили ключове перехрестя з циклом регулювання $T_{ц}=58с$, вводимо значення інших ізольованих перехресть з новим циклом координації $T_{ц}=58с$. Результати розрахунків наведені в таблиці 2.18

Циклограма світлофорних циклів при координованому регулюванні наведена в у презентації магістерської роботи .

Таблиця 2.18 - Результати розрахунків за програмою «Обработчик» для координованого регулювання

Перехрестя	t_{d1-2}	t_{d2-1}	t^1_3	t^2_3
пл. Профспілок	7	8	31	12
вул. Новицького	7	8	29	7
вул. Лермонтова	8	8	35	7
пл. Маяковського	7	8	36	7
вул. Сталеварів	6	6	39	7
вул. Михайла Гончаренка	7	8	36	7
вул. Миру	7	8	36	7
вул. Півд.-Українська	7	8	29	7
вул. Зелінського	7	8	35	8

Розрахунок програм координації для магістралей проводимо за допомогою комп'ютерної програми «Асуд». Суть розрахунку полягає у переборі варіантів, в результаті чого знаходимо керовані параметри (зсув включення зелених сигналів, цикл регулювання), та координати точок необхідних для побудови графіка координації.

В нашому випадку використовуємо прогресивну систему координації руху так як маємо різні відстані між перехрестями, різний склад і розмір потоків транспорту.

Наступним кроком побудуємо графік координації згідно отриманих даних наведених в таблиці 2.19.

Графік координації світлофорних об'єктів розраховується графоаналітичним методом. Мета розрахунку - визначення параметрів синхронізації роботи світлофорів на усіх перехрестях магістралі, які виражаються в наборі оптимальних фазових зсувів між циклами на перехрестях магістралі.

Таблиця 2.19 - Параметри графіку зеленої хвилі

Номер перехрестя	Тривалість циклу, с	Фазовий зсув, с		Число фаз	Тип ДК	Вартість ДК, грн
		Абсолютний	Відносний			
1	58	46	0	2	ДК 01-ЕКП	4750
2	58	21	0	2	ДК 01-ЕКП	4750
3	58	50	0	2	ДК 01-ЕКП	4750
4	58	47	0	2	ДК 01-ЕКП	4750
5	58	15	0	2	ДК 01-ЕКП	4750
6 (К)	58	23	0	2	ДК 01-ЕКП	4750
7	58	52	0	2	ДК 01-ЕКП	4750
8	58	47	0	2	ДК 01-ЕКП	4750
9	58	15	0	2	ДК 01-ЕКП	4750

Графік координації являє собою графічну інтерпретацію залежності "відстань - час", зображену в прямокутній системі координат (рис. 2.11). Вдovж горизонтальної осі відкладають час руху, а вдovж вертикальної - пройденому зі швидкістю координації відстань. При такому зображенні тангенс кута нахилу до осі α відповідає швидкості координації у відповідному масштабі. Рекомендований масштаб M_e : в 1 см – 50 м- для відстані, M_t ; в 1 см - 10 с - для часу.

$$tg \propto \frac{V_k M_t}{3,6 M_e} \quad (2.7)$$

де V_k - швидкість координації, км/год.

Ліворуч від горизонтальної осі графіку паралельно їй накреслюють випростаний план магістралі у масштабі M_e . Перехрестя нумерують відповідно до табл. 6. Ширина перехрестя має відповідати відстані між стоп-лініями на магістральному напрямі з урахуванням умови, що всі стоп-лінії відстоять від створу перехресть на 3 м (радіуси заокруглень проїзної частини дорівнюють 6 м).

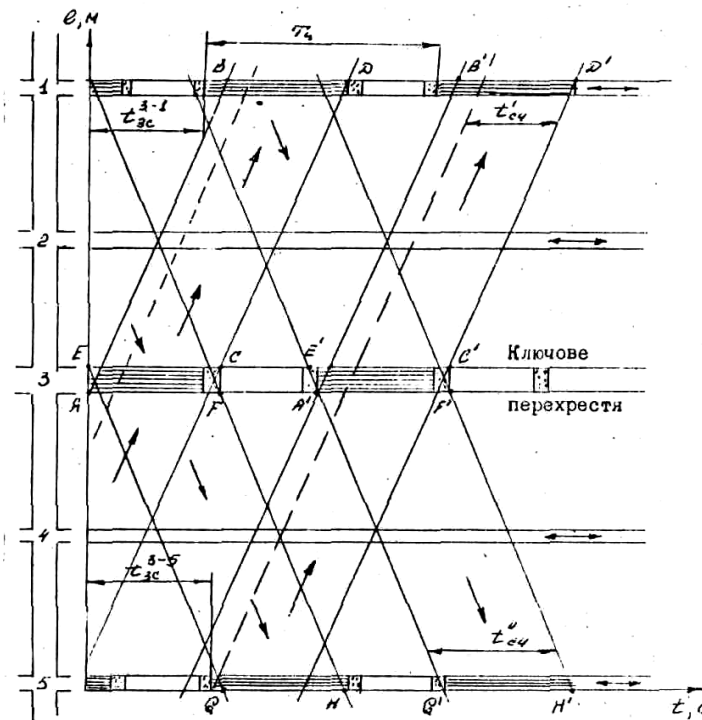


Рисунок 2.12 - Побудова графіку координати

На графіку праворуч від вертикальної осі і перпендикулярно до неї через стоп-лінії кожного перехрестя проводять горизонтальні лінії. Між цими лініями, що відповідають межам ключового перехрестя (№ 3 на рис. 3.3) наносять у масштабі тривалості основних і додаткових тактів ($\bar{t}_3^M, \bar{t}_{ж1}^M, \bar{t}_4^M, \bar{t}_{ж2}^M$) протягом 8-10 циклів.

Через точку A , що відповідає початку зеленого сигналу, і через точку C , що відповідає початку червоного сигналу, на ключовому перехресті під кутом α проводять прямі AB , CD . Обидві лінії продовжують вгору і вниз до перетинання з горизонталями, що обмежують решту перехрестя.

Аналогічні побудови виконують для інших циклів ключового перехрестя (лінії $A'B'$, $C'D'$ та ін). Очевидно, що автомобілі, які рухаються зі швидкістю координації в інтервалах часу між лініями AB - CD , $A'B'$ - $C'D'$ та ін. проминуть ділянку координації без зупинок у напрямі від перехрестя з більшим номером до перехрестя з меншим номером.

Для напрямку AB на кожному з решти перехресть наносять відповідні тривалості основних і додаткових тактів ($t_3^M, t_4^M, t_{жс}^M$), розміщуючи їх таким чином, аби надлишок зеленого сигналу рівномірно розподілявся між лініями зеленої стрічки часу.

За графіком визначають ширину зеленої стрічки часу в напрямі AB - t'_{3c} тобто відрізок часу, в межах якого всі автомобілі проминають усі перехрестя без зупинок.

Далі визначають ширину стрічки часу в зворотному напрямі - t''_{3c} . Для цього через точки E , F та ін. проводять лінії руху під кутом - α . При цьому одержують відрізки часу, в межах яких, рухаючись зі швидкістю координації, всі автомобілі проминають ділянку координації без зупинок – EG - FH ; $E'G'$ - $F'H'$.

Очевидно, що при перетинанні цих ліній з межами інших перехресть стрічка часу в зворотному напрямі може не збігтися з положенням зелених сигналів на відповідних перехрестях. Це свідчить про те, що вся група автомобілів на перехресті вимушена зупинитися, тобто виникають непродуктивні транспортні затримки. В цьому випадку необхідно провести коригування графіку координації шляхом зміни фазових зсувів t_{3c}^{t-j} у межах циклу, циклу регулювання і швидкості координації.

Для коригування за першим способом циклограми магістральних світлофорних об'єктів неключових перехресть у межах 8...10 циклів наносять

на смужки кальки, що відповідають ширині перехрестя в масштабі M_e . Тоді підбирають положення смужок на відповідних перехрестях, щоб домогтися максимальної можливої ширини стрічки часу в обох напрямках.

Координація вважається задовільною, якщо ширина стрічки часу на найбільш завантаженому напрямі становить не менш як 30% тривалості циклу системи. Ширина стрічки часу в менш завантаженому напрямі може бути зменшена пропорційно відношенню інтенсивностей руху.

Якщо потрібний ефект не забезпечується, необхідно вдатися до другого способу коригування і збільшити тривалість циклу на 10% разом з пропорційним збільшенням тривалостей основних тактів, після чого треба повторити процедури за першим способом.

Якщо й в цьому випадку не вдається одержати 30%-у ширину стрічки, використовують третій спосіб корекції, який полягає в зміні швидкості координації на окремих перегонах магістралі в межах $\pm 10\%$. При цьому змінюється нахил стрічки часу, що дозволяє досягти потрібного збігу моментів прибуття зустрічних груп до перехрестя, що розглядається. Далі проводять коригування фазових зсувів, як це було показано раніше.

Значення фазових зсувів визначаються графічно. Абсолютного – від контрольної лінії графіку до початку найближчої смуги зеленого сигналу першої фази на перехресті, для якого визначається зсув, відносного – від лінії, що проходить через початок першої фази на ключовому перехресті до початку найближчої смуги зеленого сигналу першої фази на перехресті, для якого визначається зсув.

Графік координації зображено на слайді 6 презентації.

2.4 Технічні засоби організації дорожнього руху

Після отримання нових параметрів проїзної частини вулиці, необхідно розробити заходи по організації дорожнього руху відповідно до нових умов руху. Забезпечення безпеки дорожнього руху і високої пропускної спроможності вулично-дорожньої мережі вимагає застосування складного комплексу технічних засобів регулювання, які по їх призначенню можна розділити на дві великі групи.

До першої відносяться технічні засоби, що безпосередньо впливають на транспортні і пішохідні потоки з метою формування їх необхідних параметрів. Це - дорожні знаки, дорожня розмітка, світлофори і направляючі пристрої.

До другої групи відносяться засоби, що забезпечують роботу засобів першої групи по заданому алгоритму. Це - дорожні контролери, детектори транспорту, засоби обробки і передачі інформації, устаткування управляючих пунктів автоматизованих систем управління дорожнім рухом (АСУР), засоби диспетчерського зв'язку і т.д.

Відповідно до нових умов руху на проектованій ділянці необхідно застосувати, згідно до вимог ДСТУ 2587-94 (Розмітка дорожня. Технічні вимоги. Методи контролю. Правила застосування), наступну горизонтальну розмітку: 1.1, 1.3, 1.5, 1.6, 1.12 (стоп-лінія), 1.18 (стрілка).

Застосована розмітка зображена на слайді 5 презентації.

Дорожня розмітка є одним з простих і дієвих засобів регулювання руху. Її застосування сприяє підвищенню пропускній спроможності дороги, поліпшенню видимості проїжджої частини і придорожньої зони особливо в темний час доби.

Дорожні знаки є найбільш поширеним і одним з основних засобів організації дорожнього руху і призначені для інформування його учасників про умови, режими і напрямки руху тощо. Необґрунтованість установлення

дорожніх знаків або їх відсутність може привести до аварійних ситуацій і викликає справедливі дорікання водіїв на недоліки в організації дорожнього руху. Розподіл дорожніх знаків на групи, нумерація, назви, розміри, форма, символи і вимоги до розміщення регламентуються Державним стандартом України ДСТУ 4100-2020 «Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування».

Згідно вимогам дорожнього руху, а також користуючись вимогами ДСТУ 4100-2020 розміщуємо необхідні дорожні знаки. Отже між кожним перехрестя від вул. Зелинського до пл. Профспілок розташовано дорожній знак 3.34 «Зупинку заборонено» в обох напрямках руху.

На ділянках доріг із кількістю смуг для руху в одному напрямку не менше двох знак 3.34 застосовується там, де в залежності від інтенсивності руху (табл. 2.5) при об'їзді зупинених транспортних засобів створюється підвищена небезпека зіткнень.

Таблиця 2.5 — Умови застосування знаку

Значення дороги	Інтенсивність руху по смузі авт./год (середня), більш
Безперервного руху	600
Регульованого руху	350
Інші дороги	300

Таблиця 2.6 – Відомість знаків з розбивкою по групах і номерам

Група знаків	Номер знака	Кількість
2. Знаки пріоритету	2.1	15
	2.3	22
	2.4	2
3. Заборонні знаки	3.21	2
	3.3	2
	3.34	18

Кінець таблиці 2.6.

Група знаків	Номер знака	Кількість
4. Інформаційно-вказівні	5.5	3
	5.16	44
	5.35.1	68
Усього		176

На слайді 5 презентації представлені застосовані дорожня розмітка та дорожні знаки на кожному перехресті, відповідно до умов руху.

3 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок економічної доцільності впровадження системи координованого регулювання

Економічна ефективність зміни програми координованого регулювання на вул. Незалежної України оцінюється порівняно з існуючим режимом координованого регулювання. Умовна річна економія E досягається за рахунок зниження транспортних затримок на напрямках координації та збитку від ДТП на перехрестях.

Оскільки транспортні затримки на другорядних напрямках не відрізняються при координованому та ізольованому регулюванні, розрахунок виконують тільки для потоків координації в двох напрямках на кожному з перегонів магістралі.

Для розрахунку Z_k (год/год) застосовують формулу:

$$Z_{kj} \approx 1,5 \frac{t_{rj} \cdot l_{nj} \cdot \sigma_V}{T_u \cdot V_{kj}^2} \quad (3.1)$$

де l_{nj} - довжина перегону, м;

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

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

σ_V - середнє квадратичне відхилення швидкостей окремих ТЗ;

T_u - тривалість циклу координованого регулювання, с.

Враховуючи, що світлофори працюють в режимі координації щоденно, а ефективний час їхньої роботи складає 10 год/добу, сумарна затримка в координації за рік складає:

$$Z_{kj} = 365 \cdot 10 \sum_{j=1}^8 Z_{kj} \quad (3.2)$$

В табл. 3.2 та 3.3 наведено розрахунки величини транспортних затримок за магістральними напрямками при діючому графіку координації та для проектного графіку.

Затримки на магістральних напрямках спричиняють до непродуктивних простоїв транспортних засобів, вартість яких оцінюється через вартість машино-години для даного виду транспорту, а також втрату часу пасажиром затриманих транспортних засобів. Розрахунок вартості затримок транспортних засобів проводиться за формулою:

$$C = \frac{Z_{\text{заг}} \times D_i \times S}{K_{\text{зв}}} \quad (3.3)$$

де $Z_{\text{заг}}$ - загальні транспортні затримки в системі, год/рік;

D_i – доля в потоці транспортних засобів i – по виду;

$K_{\text{зв}}$ – коефіцієнт зведення ТЗ i -го типу до легкового автомобіля;

S – вартість машино-години i -го виду ТЗ.

Таблиця 3.2– Розрахунок затримок в існуючій координації

Перехрестя	Напрямок	t_{zel} , с	Довжина перегону	Червоне, с	Затримка, год/год	за рік
1	прямо	47	0	34	0	0
2	прямо	52	331	29	1,474	5381,89
3	прямо	42	486	39	2,911	10627
4	прямо	46	238	35	1,279	4670,4
5	прямо	44	130	37	0,738	2696,83
6	прямо	46	204	35	1,096	4003,2
1	обратно	37	342	44	2,311	8436,99
2	обратно	52	471	29	2,098	7658,22
3	обратно	48	238	33	1,206	4403,52
4	обратно	40	130	41	0,818	2988,38
5	обратно	50	207	31	0,985	3597,83
6	обратно	37	0	44	0	0

Таблиця 3.3– Розрахунок затримок в проектованій системі координації

Перехрестя	Напрямок	tzel, с	Довжина перегону	Червоне, с	Затримка, год/год	за рік
1	прямо	34	0	24	0	0
2	прямо	39	570	19	2,323	8479,97
3	прямо	38	331	20	1,420	5183,51
4	прямо	39	200	19	0,815	2975,43
5	прямо	42	286	16	0,981	3583,04
6	прямо	39	238	19	0,970	3540,76
7	прямо	39	130	19	0,529	1934,03
8	прямо	39	204	19	0,831	3034,94
9	прямо	38	383	20	1,643	5997,84
1	обратно	34	417	24	2,146	7836,34
2	обратно	31	342	27	1,980	7230,29
3	обратно	38	284	20	1,218	4447,48
4	обратно	39	187	19	0,762	2782,03
5	обратно	42	238	16	0,816	2981,69
6	обратно	39	130	19	0,529	1934,03
7	обратно	39	207	19	0,843	3079,57
8	обратно	31	383	27	2,218	8097,08
9	обратно	38	0	20	0	0

Розрахунок вартості затримок транспортних засобів проводиться за формулою:

$$C = \frac{Z_{заг} \times D_i \times \Pi \times K_{впм} \times S_g}{K_{зг}} \quad (3.4)$$

де Π – пасажиромісткість і-го виду ТЗ;

$K_{впм}$ – коефіцієнт використання пасажиромісткості;

S_{Π} – вартість години часу пасажирів.

Розрахунок вартості затримок транспортних засобів та пасажирів наведено для базового та проектного варіантів у табл. 3.5 та табл. 3.6 .

На нерегульованому перехресті на магістральному напрямі затримки виникають із-за того, що транспортні засоби пропускають пішоходів на пішохідних переходах. Тому для нерегульованого перехрестя вартість затримок транспортних засобів та пасажирів розраховується за формулою:

$$T_z = (365 \cdot N_{\text{пш}} \cdot t_{\text{пш}}) \cdot 3600; \quad (3.5)$$

де $N_{\text{пш}}$ – інтенсивність пішохідного руху;

$t_{\text{пш}}$ – середня затримка пішохода.

Результати розрахунку наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Розрахунок вартості затримок на нерегульованих перехрестях

Перехрестя	Затримка, год/рік	Вартість згаяних машино-годин, грн				Вартість затримок пасажирів, грн			Сумарна вартість затримок, грн
		Легкові	Автобуси	Мікроавтобуси	Вантажні	Легкові	Автобуси	Мікроавтобуси	
пл.Маяковського	9450	2667735	0	166320	79380	415455	0	163908	3492799
вул.Зелінського	4500	1229850	0	117000	64800	191529	0	115303,5	1718482
Загалом		4325085				886196			5211281

Таблиця 3.5 – Розрахунок вартості затримок в існуючій системі координації

Перехрестя	Напрям	Затримка, год/рік	Вартість згаяних машино-годин, грн				Вартість затримок пасажирів, грн			Сумарна вартість затримок, грн
			Легкові	Автобуси	Мікроавтоб уси	Вантажні	Легкові	Автобуси	Мікроавтобу си	
Новицького	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	8436,99	2146370	0	323980	288545	334261	0	319283	3412440
Лермонтова	1	5381,89	1524151	0	68888	77499	237361	0	67889	1975789
	2	7658,22	2161916	0	134785	64329	336682	0	132830	2830542
Сталеварів	1	10626,98	2815092	0	284804	318810	438404	0	280674	4137784
	2	4403,51	1243111	42934	56365	36989	193594	62684	55548	1691225
Михайла Гончаренка	1	4670,4	1276420	0	121430	64254	198781	0	119670	1780555
	2	2988,38	824793	26895	37056	64549	128448	26895	36519	1145155
Миру	1	2696,83	714390	0	72275	80905	111254	0	71227	1050052
	2	3597,83	1017826	0	54687	41015	158509	0	53894	1325932
Південно українська	1	4003,2	1094075	0	104083	57646	170384	0	102574	1528762
	2									
Загалом		54464,25	17240867				3637365			20878232

Таблиця 3.6– Розрахунок вартості затримок в проектній системі координації

Перехрестя	Напрям	Затримка, год/рік	Вартість згаяних машино-годин, грн				Вартість затримок пасажирів, грн			Сумарна вартість затримок, грн
			Легкові	Автобуси	Мікроавтобуси	Вантажні	Легкові	Автобуси	Мікроавтобуси	
Профспілок	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	7836,34	221690 0	187955	78363	89334	345245	111550	77227	3106574
Новицького	1	8479,97	224634 4	0,0	227263	254399	349831	0	223968	3301805
	2	7230,29	183938 6	0,0	277643	247276	286454	0	273617	2924376
Лермонтова	1	5183,51	146330 5	0,0	91229	43542	227885	0	89907	1915868
	2	4447,48	129688 5	0,0	33800	24016	201968	0	33311	1589981
Маяковського	1	2975,43	839964	0,0	52368	24994	130810	0	51608	1099744
	2	2782,03	760329	0,0	72333	40061	118409	0	71284	1062415
Сталеварів	1	3583,04	949147	0,0	96025	107491	147814	0	94633	1395111
	2	2981,69	841731	29071	38166	25046	131086	42444	37612	1145157
Михайла Гончаренка	1	3540,76	967689	0,0	92060	50987	150702	0	90725	1352163
	2	1934,03	545977	18857	24756	16246	85027	27531	24397	742789
Миру	1	1934,03	512325	0,0	51832	58021	79786	0	51080	753044
	2	3079,57	871210	0,0	46809	35107	135676	0	46131	1134934
Південноукраїн ська	1	3034,94	829449	0,0	78908	43703	129173	0	77764	1158998
	2	8097,08	228337 7	78947	123076	43724	355598	115262	121291	3121275
Зелінського	1	5997,84	163921 0	0	155944	86369	255280	0	153683	2290485
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Загалом		73118	23148949				4945769			28094718

Під час розрахунку вартості затримок транспортних засобів та їх пасажирів за основу підрахунків взято відомості, що їх наведено в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Вартість втраченого часу транспортних засобів та пасажирів

Параметр	Значення
Пасажиромсткість автобуса, чол.	50
Пасажиромсткість легкового автомобіля, чол.	4
Пасажиромсткість мікроавтобуса, чол.	18
Коефіцієнт пасажиронаповнення легкового автомобіля	0,4
Коефіцієнт пасажиронаповнення автобуса та мікроавтобуса	0,75
Вартість години пасажира, грн.	29,2
Вартість машино-години легкового автомобіля, грн.	300
Вартість машино-години вантажного автомобіля, грн.	600
Вартість машино-години автобуса, грн.	750
Вартість машино-години мікроавтобуса, грн.	400

Обсяг капіталовкладень для введення в дію технічних засобів системи координованого регулювання визначаємо за формулою

$$K = K_o + K_{np} + K_n \quad (3.6)$$

де K_o - витрати на придбання обладнання, грн.;

K_n - витрати на виконання проектних робіт і розробку програми координації, грн.;

K_m - витрати на монтаж і наладку системи, грн.

Величина K_o містить вартість встановлення світлофорної сигналізації (таблиця 3.8), вартість встановлення дорожніх знаків (таблиця 3.9).

Таблиця 3.8 - Затрати на встановлення світлофорів

Світлофор	Вартість, грн..	Кількість, шт.	Сума, грн.
Т1.1	16890	12	202680
П.1.1	10125	10	101250
Загалом			303930

Затрати на встановлення дорожніх знаків:

На вул. Незалежної України необхідно встановити 24 знаки. В таблиці 3.9 показано типи знаків та їх вартість.

Таблиця 3.9 – Типи і вартість знаків

Знак	Вартість, грн..	Кількість, шт.	Сума, грн.
5.16	622	24	14928,0
Загалом		24	14928,0

Величина K_{np} має дорівнювати 35% K_o , а K_n - 75% K_o .

$$K = 318858 + 111600,3 + 239143,5 = 669601,8$$

Поточні затрати становитимуть:

$$C_z^{nom} = C_a + C_p + C_{en} + C_{роз}; \quad (3.7)$$

де C_a – амортизаційні відрахування устаткування, грн.;

C_p - витрати на технічне обслуговування і ремонт устаткування;

C_{en} - витрати на електроенергію;

$C_{роз}$ - витрати на дорожню розмітку (таблиця 3.10)

Витрати на амортизацію розраховуємо за формулою:

$$C_a = K_{об} \cdot n_a / 100, \quad (3.5)$$

де n_a – норма амортизаційних відрахувань на повне відновлення обладнання, %.

$$C_a = (303930 + 14928) \cdot 0,24 = 76526 \text{ грн.}$$

Отже витрати на технічне обслуговування і ремонт устаткування становитимуть:

$$C_p = C_p^{контр} + C_p^{св} + C_p^{зн} \quad (3.8)$$

$$C_p^{св} = C_p^{зн} = 0,05 \cdot k_0; \quad (3.9)$$

$$C_p^{контр} = 0,05 \cdot 34188 = 1709,4 \text{ грн.};$$

$$C_p^{св} = 0,05 \cdot 303930 = 15196,5 \text{ грн.};$$

$$C_p^{зн} = 0,05 \cdot 14928 = 746,4 \text{ грн.}$$

$$C_p = 1709,4 + 15196,5 + 746,4 = 17652,3 \text{ грн.}$$

Затрати на електроенергію

$$C_{en} = \Pi_{en} \cdot k_m \cdot P \cdot T_{рб} \quad (3.10)$$

де Π_{en} - вартість 1 кВт/ч електроенергії, грн. (прийняти рівним 3,24 грн.)

k_m - коефіцієнт використання встановленої потужності;

P - встановлена потужність токоприймача, кВт;

T_{pb} - число годин роботи устаткування протягом року.

$$C_{en} = 3,24 \cdot 1 \cdot 0,48 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 0,9 = 12261 \text{ грн.}$$

Витрати на дорожню розмітку становитимуть $C_{roz} = 290272$ грн. з розрахунку вартості 1 м – 94 грн., при необхідності нанесення 3088 м.

Отже поточні затрати становитимуть

$$C_z^{not} = 76526 + 17652 + 12261 + 290272 = 396711 \text{ грн.};$$

Розрахуємо економічну ефективність.

Витрати держави до введення заходів

$$B^{icn} = C_z^{icn} + C_{дтп}^{icn} \quad (3.12)$$

де C_z^{icn} - вартість затримок при базовій координації та на нерегульованих перехрестях;

$C_{дтп}^{icn}$ - збиток від ДТП на перехрестях.

Збиток від ДТП на перехресті оцінюється за статистичними даними про кількість ДТП на небезпечному перехресті. Маючи інформацію про кількість ДТП за рік із загибеллю людей K_n , пораненнями людей K_p і матеріальним збитком K_m , визначимо збиток від ДТП на перехресті за рік:

$$C_{дтп} = K_n \cdot C_n + K_p \cdot C_p + K_m \cdot C_m \quad (3.13)$$

де: C_n , C_p , C_m - народногосподарський збиток від ДТП відповідно з загибеллю, інвалідністю людей і матеріальним збитком, грн..

При виконанні розрахунків можна прийняти:

$$C_{\text{п}}=200000; C_{\text{р}}=150000; C_{\text{м}}=100000.$$

Результати розрахунків по кожному з перехресть представлені в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Збиток від ДТП по перехрестям

Перехрестя	Кількість	Загибель	Поранення	Матеріальний збиток	Збиток від ДТП
пл.Профспілок	5	1	2	2	700000
вул.Новицького	2	0	1	1	250000
ул.Маяковського	3	0	1	2	350000
вул.Сталеварів	5	1	3	1	750000
вул. Миру	2	0	0	2	200000
вул.Зелінського	2	0	1	1	250000
вул. Михайла Гончаренка	2	0	1	1	250000
вул.Лермонтова	1	0	0	1	100000
вул.Південноукраїнська	1	0	1	0	150000
Усього					3000000

Отже

$$B^{icn} = (21568952 \cdot 0,2 + 4523561 \cdot 0,18) + 3000000 = 8127431 \text{ грн.};$$

Витрати держави після введення заходів

$$B^{np} = C_3^{np} + C_{\text{ДТП}}^{np}; \quad (3.14)$$

де C_3^{np} - вартість затримок в проектній системі координації;

$C_{\text{ДТП}}^{np}$ - збиток від ДТП.

Збиток від ДТП після введення заходів з ОДР розраховується за формулою

$$C_{ДТП}^{np} = C_{ДТП} \cdot k_n \quad (3.15)$$

де k_n – коефіцієнт зниження втрат від ДТП після впровадження заходів з ОДР.

Значення коефіцієнту k_n наведені в таблиці 3.12

Таблиця 3.12 - Значення коефіцієнту k_n

№	Найменування заходів	Зниження у відсотках	k_n
1	Установлення дорожніх знаків	66	0,34
2	Установлення світлофорної сигналізації (триколіоровий світлофор)	65	0,35
3	Розмітка горизонтальна (перехрестя)	62	0,38
4	Введення координованого регулювання	46	0,54

Отже після введення заходів збиток від ДТП знизиться на 93%, тобто становитиме $C_{ДТП}^{np} = 210000$ грн.

Таким чином поточні затрати після введення заходів ОДР становитимуть

$$B^{np} = (23148948 \cdot 0,2 + 4945769 \cdot 0,18) + 210000 + 396711 = 6126739 \text{ грн.}$$

Величина щорічної економії складе

$$\mathcal{E} = B^{icn} - B^{np}; \quad (3.16)$$

$$\mathcal{E} = 8127431 - 6126739 = 2000692 \text{ грн.}$$

Визначимо чистий дисконтований дохід

Роки	Економія, грн	Вкладення в тех. засоби, грн	Поточні витрати, грн/рік	КД	NPV, грн	Накопичення NPV, грн
0	2000692,00	669602	396711,00	1,00	934379,00	934379,00
1	1900657,40		396711,00	0,80	1203157,12	2137536,12
2	1805624,53		396711,00	0,64	901705	3039241
3	1715343,30		396711,00	0,51	675140	3714381
4	1629576,14		396711,00	0,41	504982	4219362
5	1548097,33		396711,00	0,33	377286	4596648
Разом,					4596648	

Отже річна економія від впровадження даних пропозицій дасть економію в розмірі 2000,69 тис. грн., в додаткові капітальні вкладення в розмірі 669,6 тис. грн. окупляться за 0,33 роки, чистий дисконтований дохід за строк життя проекту 5 років складе 4596,6 тис. грн.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз потенційних небезпек

У зв'язку із революційним розвитком техніки та погіршенням екологічного стану навколишнього середовища дуже актуальним стало питання забезпечення життєдіяльності людини, перш за все, на виробництві, де людина проводить третину свого життя.

Безпекою людини на виробництві займається охорона праці, яка виявляє та вивчає шкідливі та небезпечні фактори, розробляє методи та засоби їх попередження, надає певний рівень знань та умінь з правових та організаційних питань. Основною метою охорони праці є теоретична та практична підготовка для забезпечення здорових і безпечних умов на виробництві, а також підготовка діям і засобам захисту працівників в умовах виробництва та надзвичайних ситуацій.

Рівень охорони праці залежить від нормативно-технічної документації. Інструкції по охороні праці є нормативним документом, вимоги якого повинні виконуватися працюючими для безпечного виконання ними своїх функцій під час роботи. Інструкція повинна включати тільки ті вимоги, що торкаються забезпечення безпеки праці і можуть бути реально виконаними самими працюючими.

Вимоги техніки безпеки умовно можна поділити на наступні групи:

- індивідуальні вимоги техніки безпеки (при роботі в домашніх умовах);
- вимоги техніки безпеки при масовому виробництві (підприємства, заводи і т.д.)

В нашому випадку розробляються заходи що до реконструкції проїзної частини вулиці, та обладнання її новими технічними засобами регулювання дорожнього руху. Ці заходи розробляються за допомогою ЕОМ, тому потенційні небезпеки для персоналу становлять:

1. Ураження електричним струмом, що спричинено:

- пробоем на корпус приладу (апарату);
- накопиченням статичного заряду в кабелях зв'язку та доторканням до клемників ліній зв'язку;
- виходом з ладу ізоляції струмопровідних частин;
- пробоем ізоляції та замиканням високовольтних мереж з низьковольтними;
- виникненням наведеного та статичного потенціалів;
- пробоем ізоляції ліній зв'язку через потрапляння блискавки у корпуси периферійних приладів.

Особливістю небезпек, що пов'язані із ураженням електричним струмом є відсутність у людини спеціальних відчуттів, аби завчасно виявити наявність небезпечної напруги. Електричний струм вражає зненацька, коли людина стає частиною струмопровідного ланцюгу. Небезпечна ситуація виникає, коли людина торкається з одного боку неізольованого дроту, електричної проводки з порушеною ізоляцією, металічного корпусу електроприладу з порушеною ізоляцією або металічного предмету, що випадково виявився під напругою, а з іншого боку – землі, заземлених предметів та ін

2. Погіршення зору та загального стану здоров'я через порушення режиму праці та відпочинку при роботі на електронно-обчислювальному комплексі.

При використанні електронно-обчислювальної техніки відбувається випромінювання електромагнітного поля, що розповсюджується на малій відстані. Вплив цього поля на навколишнє середовище обмежується тільки місцем безпосереднього розташування ЕОМ. Це вимагає наступних заходів, направлених на захист людей: провітрювання, вологе прибирання, обмеження робочого часу при застосуванні електронно-обчислювальної техніки.

4.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

Для попередження виникнення небезпечних ситуацій передбачено наступні заходи.

Організація контролю за дотриманням режиму праці і відпочинку під час виконання роботи на ЕОМ.

Застосовування спеціальних технічних засобів для захисту від електромагнітних, електричних і інших полів, що мають сертифікат санітарно-гігієнічні висновки акредитованих органів по їхніх захисних властивостях.

Застосування ізоляції, що не згорає під час монтажу і експлуатації ліній електромережі.

Застосування окремої групової трипровідної мережі лінії електромережі для живлення ЕОМ, периферійних пристосувань ЕОМ і устаткування для обслуговування, ремонту і наладки ЕОМ.

Використання електроінструмента з ізольованими ручками та з вмонтованими покажчиками напруги, випробування ізоляції електроінструменту, заземлення металевих корпусів переносного обладнання.

Недопущення підключення ЕОМ, периферійних пристосувань ЕОМ і устаткування для обслуговування, ремонту і наладки ЕОМ до звичайної двопровідної електромережі.

Використання справних штепсельних з'єднань і електророзеток заводського виготовлення для підключення ЕОМ, периферійних пристосувань ЕОМ і устаткувань для обслуговування, ремонту і наладки ЕОМ.

Використання трьохпровідникового захисного дроту або кабелю в оболонці з матеріалу, що не згорає або важко спалимого.

Підключення корпусів обладнання до захисного заземлення та проведення щорічного випробування захисного заземлення на предмет відповідності величини опору заземлення величі, що встановлена ПУЕ – 87.

Обов'язкове розрядження провідників ліній зв'язку від статичного заряду, перевірка величини напруги на низьковольтних лініях перед початком роботи на предмет перевищення встановлених меж.

Заборона робіт зі зняттям напруги з периферійних електричних пристроїв за допомогою телеуправління без зняття за допомогою вимикачів на місці.

Відповідність всіх елементів робочого місця користувача ЕОМ і їх розташування ергономічним вимогам відповідно до ГОСТ 12.2.032-78 “Рабочее место при выполнении работ сидя”. Общие эргономические требования”, з урахуванням характеру і особливостей трудової діяльності (рисунок 4.1).

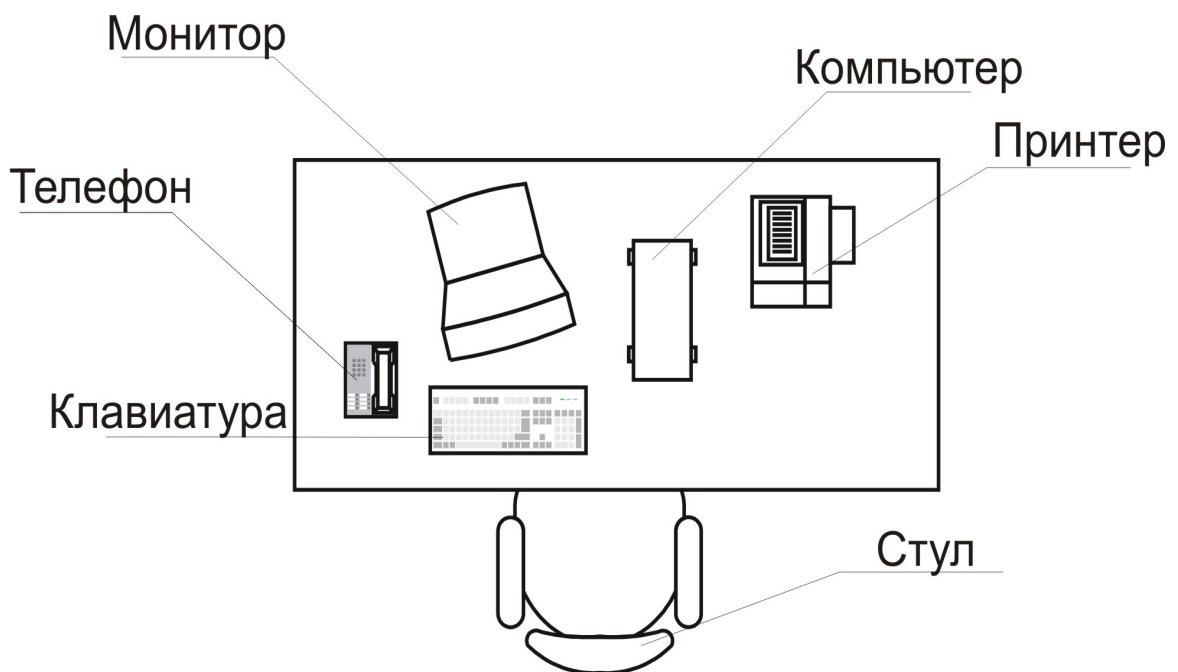


Рисунок 4.1- Робоче місце користувача ЕОМ

Озеленення робочого приміщення, проектування загального та місцевого освітлення, кондиціонування повітря для забезпечення потрібного температурного режиму з урахуванням тепловиділення від приладів.

З метою попередження нещасних випадків, спричинених потраплянням на металеві корпуси електроприладів напруги передбачено забезпечення електричного зв'язку корпусів електроприладів з мережею заземлення.

Внутрішня магістраль заземлення виконується з полосової сталі 25х4 мм та приєднується до зовнішнього заземлювача в двох різних місцях.

Зовнішню магістраль заземлення слід виконувати в залежності від розташування існуючих інженерних споруд та тих, що проектуються.

Розрахунок електричного опору заземлюючого пристрою

Опір розтіканню одиночного вертикального електрода з кутової сталі розраховується за формулою:

$$Rb = \frac{0.366}{L} * r \left(\lg \frac{2L}{0.95b} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t + L}{4t - L} \right), \quad (4.1)$$

де r – питомий опір ґрунту (80 ом/м – суглинок);

L – довжина електрода (3 м);

b – ширина кутової сталі (0,55 мм);

t – глибина закладення (0,5 + 1,5 = 2 м.).

Для вертикального електрода відстань від поверхні землі до середини електрода.

Сумарний електричний опір заземлювача, без урахування опору з'єднуючої смуги:

$$R_{з.б} = \frac{Rb}{n \times Kb}, \quad (4.2)$$

де n – кількість електродів (5 шт.);

Kb – коефіцієнт, що враховує екранування електродів сусідніми (0,8 при відстані між електродами 3м.

$$R_{з.б} = \frac{18.8}{5 \times 0.8} = 4.7 \text{ Ом}$$

Опір розтіканню горизонтального електрода з полосової сталі:

$$Rr = \frac{0.366}{I} \times r \times \lg \frac{2I^2}{b \times t}, \quad (4.3)$$

де I – довжина полосової сталі (15 м);

b – ширина полосової сталі (0,04 м);

t – глибина закладення (0,5 м).

$$Rr = \frac{0.366}{15} \times 80 \times \lg \frac{2 \times 15^2}{0.04 \times 0.5} = 6.25 \text{ Ом}$$

Опір розтіканню горизонтальної смуги з урахуванням екранування:

$$R_{з.з} = \frac{R_2}{R_2} \quad (4.4)$$

$$R_{з.з} = \frac{6.25}{0.8} = 7.8 \text{ Ом}$$

Повний опір розтіканню заземлювача:

$$R_{з.з} = \frac{R_{з.б} \times R_{з.з}}{R_{з.б} + R_{з.з}} \quad (4.5)$$

$$R_{з.з} = \frac{4.7 \times 7.8}{4.7 + 7.8} = 3 \text{ Ом}$$

Отримане значення опору заземлюючого пристрою не перевищує 4 Ом (норматив ПУЭ-87).

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

З метою забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці для користувачів ЕОМ передбачено наступні заходи.

Використання в приміщенні з ЕОМ природного і штучного освітлення у відповідності до СНиП II-4-79 «Естественное и искусственное освещение».

Використання регулюючих пристроїв для відкриття, а також жалюзі, штор, зовнішніх козирків вікон приміщень з моніторами.

Використання системи загального рівномірного освітлення для приміщення з робочими місцями, обладнаними моніторами ЕОМ загального і персонального користування.

Застосовування люмінесцентних ламп при штучному освітленні.
Використовування системи вимикачів, що дозволяє регулювати інтенсивність штучного освітлення залежно від інтенсивності природного, а також що дозволяє освітлювати тільки необхідні для роботи зони, приміщення.

Забезпечення рівня освітленості на робочому столі в зоні розміщення документів в межах 300-500 лк.

Обмеження прямих відблисків від джерела природного і штучного освітлення.

Обмеження нерівномірності розподілу яскравості поля і зору осіб, що працюють з монітором.

Забезпечення нормованих значень освітлення в приміщеннях з моніторами ЕОМ загального і персонального користувань шляхом очищення око скла і світильників не рідше чим 2 рази на рік і своєчасно проводить заміну ламп, що перегоріли.

Обладнання приміщень з ЕОМ системами опалення, кондиціонування повітря притоко-витяжній вентиляції у відповідності зі СНиП 2.04.05.91 "Опалення, вентиляція і кондиціонування".

Установлення приладів зволоження чи штучної іонізації, кондиціонування повітря для підтримки припустимих значень мікроклімату і концентрації позитивних і негативних іонів. Озеленення робочого приміщення.

4.4 Заходи з пожежної безпеки

Заходи щодо пожежної безпеки направлені на забезпечення безпеки людей, на запобігання пожежі, обмеження його розповсюдження, створення умов для успішного гасіння пожежі.

Відповідно до СНиП 2.09.02-85 “Нормы проектирования. Производственные здания промышленных предприятий ” приміщення конструкторського відділу відноситься до категорії Д пожежонебезпеки. У приміщенні може виникнути пожежа класу Е.

Відповідно до Додатку 7 до п. 8.1.5 «Правил безпечної роботи з інструментом та пристосуваннями» для категорій приміщень Г та Д у разі можливості виникнення в них пожежі класу Е застосовуємо вуглекислотні вогнегасники ємністю 5 літрів у кількості 2 шт та порошкові вогнегасники ємністю 5 л у кількості 2 шт.

Джерелом пожежонебезпеки є ЕОМ. Вони характеризуються високою щільністю розміщення електронних схем. У безпосередній близькості один від одного розташовуються сполучні дроти, комутаційні кабелі. При протіканні струму можливий їх перегрів, плавлення ізоляції і, як наслідок, коротке замикання, яке супроводжується іскрінням, перевантаженнями елементів електронних схем.

Приміщення конструкторського відділу оснащено пожежною сигналізацією з детекторами, що спрацювують при виявленні диму.

Для відведення від ЕОМ надмірної теплоти служать системи вентиляції і кондиціонування повітря. Використовувані ЕОМ мають для цих цілей вбудовані вентилятори.

З метою запобігання розповсюдження пожежі у випадку її виникнення на всіх поверхах у кожному крилі приміщення проведено пожежний водогін та встановлено пожежні крани (ПК) з розташованими поруч вогнегасниками та кнопками для оповіщення про виникнення пожежі, які підімкнено до мережі пожежної сигналізації. Для запобігання утворенню горючого середовища передбачаються наступні заходи:

а) використання спеціальних меблів для робочого місця, статевих покриттів з негорючих матеріалів;

б) складування легко займистих носіїв інформації (дискети, магнітні стрічки), а також твердих копій (роздруківок), архівних документів, які не потрібні в даний момент, а також спиртовмісні рідин в окреме ізольоване приміщення.

4.5 Заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях

Як наслідки стихійного лиха, аварій, катастроф, а також застосування противником зброї масового ураження в населених пунктах країни і на промислових підприємствах можуть виникати значні пошкодження, зараження місцевості радіоактивними і хімічними речовинами та біологічними засобами. Багато людей опиниться в завалах, пошкоджених та палаючих будинках, завалених захисних спорудах, в затоплених районах і в інших непередбачених ситуаціях. В зв'язку з цим буде потрібне проведення робіт по рятуванню людей та надання допомоги ураженим, локалізації аварій та усунення пошкоджень .

Для цього згідно Закону “ Про цивільну оборону України “ (ст.2,п.5) одним із основних завдань ЦО є “організація і проведення рятувальних і інших невідкладних робіт у районах лиха і осередках ураження “.

РіІНР проводяться з метою рятування людей та надання допомоги ураженим, локалізації аварій та усунення пошкоджень, які заважають проведенню рятувальних робіт, створенню умов для наступного проведення відновлювальних робіт.

За організацію і своєчасне проведення РіІНР несуть відповідальність начальники ЦО області, міста, району і промислового підприємства (об’єкту). Для досягнення найбільшого успіху в рятуванні людей РіІНР повинні організовуватись і проводитись в стислий термін. Це вимагає від особового складу формувань ЦО доброго вишколу, високої морально-психологічної стійкості, великої волі, мужності, витримки, самовладання та організованості, а від командирів усіх ступенів вмілого керування підлеглими.

РіІНР поділяють на рятувальні роботи та інші невідкладні роботи .

До рятувальних робіт відносяться :

1. Розвідка маршруту руху до об’єкту робіт і розвідка ділянки робіт.
2. Локалізація та гасіння пожеж на маршрутах руху та ділянках робіт.
3. Пошук уражених та звільнення їх з-під завалів, пошкоджених та палаючих будинків, із загазованих та задимлених приміщень .
4. Розкриття завалених захисних споруд та рятування з них людей .
5. Надання ураженим першої медичної допомоги та першої лікарської допомоги і евакуація їх в лікувальні заклади .
6. Вивіз або вивід населення з небезпечних місць в безпечні райони .
7. Санітарна обробка уражених та знезараження їх одягу.
8. Знезараження території, споруд ,транспорту та техніки.

До інших невідкладних робіт відносяться :

1. Прокладання колонних шляхів та будування проїздів в завалах та на заражених територіях .
2. Локалізація аварії на водопровідних, енергетичних, газових і технологічних мережах .
3. Ремонт та тимчасове відновлення роботи комунально-енергетичних систем і мереж зв'язку для забезпечення рятувальних робіт .
4. Укріплення або руйнування конструкцій, які загороджують прохід, загрожують обвалом і безпечному веденню робіт.

Застосування запропонованих технічних та організаційних заходів дозволить покращити роботу в таких напрямках: попередження виникнення небезпечних ситуацій, забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці для персоналу конструкторського відділу проектного інституту, запобігання пожежі, обмеження його розповсюдження, створення умов для успішного гасіння пожежі, при проведенні робіт по рятуванню людей та надання допомоги ураженим, локалізації аварій та усунення пошкоджень .

ВИСНОВКИ

В результаті проведеної роботи було розроблені заходи з удосконалення організації руху транспортних потоків по вул. Незалежної України міста Запоріжжя. Введено автоматизовану систему управління дорожнім рухом на заданій вулично-дорожній мережі з вибором оптимальних елементів циклу регулювання (тривалість додаткових і основних тактів), в результаті чого був вибраний оптимальний цикл регулювання для заданих умов застосування відповідно до нових вимог організації руху технічних засобів регулювання дорожнього руху з введенням світлофорного регулювання на перехрестях пл. Маяковського та вул. Зелінського.

Побудовано циклограму світлофорного регулювання на основі структури пофазного роз'їзду транспортних засобів на перехресті. На основі проведених розрахунків побудовано картограму інтенсивностей транспортних потоків та графік координації. Спроектовано дислокацію технічних засобів організації дорожнього руху (дорожньої розмітки, світлофорів, дорожніх знаків).

В магістерській роботі виконано техніко-економічний аналіз, що підтвердив доцільність введення вище зазначених заходів на вул. Незалежної України. Також були розроблені заходи з охорони праці.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения. - М.: Транспорт, 2001. - 240 с.
2. Самойлов Д.С., Юдин В.А., Рушевский П.В. Организация и безопасность городского движения. - М.: Высшая школа, 1981 -256с.
3. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. - М.: Транспорт, 1982-288 с.
4. Коноплянке В.И. Организация и безопасность дорожного движения. - М.: Транспорт, 1991. - 183 с.
5. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов. - М.: Транспорт, 1990.-240 с.
6. Кременец Ю.А., Печерский М.П. Технические средства регулирования дорожного движения. - М.: Транспорт, 1988. - 242 с.
7. ДСТУ 4100-2020 Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування.
8. ДСТУ 2587-94 Розмітка дорожня. Загальні технічні умови. Правила застосування.
9. ДСТУ 2735-94 Огородження і направляючі пристрої. Правила застосування.
10. Фишельсон М.С. Транспортная планировка городов. - М.: Высшая школа, 1985.-239 с.
11. Шештокас В.В. Город и транспорт. - М.: Стройиздат, 1984. - 176 с.
12. Аксенов В.А., Попова Е.П., Дивочкин О.А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения. -М.: Транспорт, 1987. - 128 с.
13. Правила дорожнього руху. - К., 2020.
14. Полищук В.П. Проектирование автоматизированных систем управления движением на автомобильных дорогах. К.: КАДИ, 1983.-94 с.

15. Луканин В.Н. и др. Автотранспортные потоки и окружающая среда. - М.: Инфра-М, 1998. - 408 с.
16. Сильянов В.В. Безопасность транспортных потоков. - М.: Транспорт, 1972.-214с.
17. Сайдаминов С.С. Основы охраны окружающей среды при эксплуатации мобильного транспорта. - Ташкент: Укитувчи, 1989. -304с.
18. Нельсон П.М. Шум на транспорте. - М.: Транспорт, 1995. - 368 с.
19. Застосування Інтернет – ресурсів за адресами:
20. www.svetofor.ru;
21. www.Asud.kg;