

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний інститут, транспортний факультет
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра транспортних технологій
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВВЕДЕННЯ
ЛОКАЛЬНОГО СВІТЛОФОРНОГО РЕГУЛЮВАННЯ

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

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

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

Шанін В.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Трушевський В.Е.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Щербина А.В.

(прізвище та ініціали)

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

Інститут, факультет Машинобудівний інститут, транспортний факультет
 Кафедра транспортних технологій

Ступінь вищої освіти магістр

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«07» жовтня 2019 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Шаніну Владиславу Андрійовичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дослідження ефективності введення локального світлофорного регулювання

керівник проєкту (роботи) Трушевський Вячеслав Едуардович, канд. техн. наук
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

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

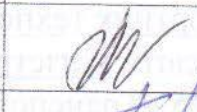
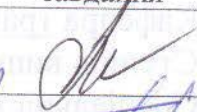
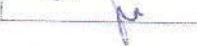
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) геометричні параметри перехрестя, основні характеристики дорожнього руху, склад транспортних потоків, маршрути руху громадського транспорту, дані про дорожньо-транспортні пригоди

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 2.1 Перевірка доцільності введення світлофорних об'єктів. 2.2 Вдосконалення застосування технічних засобів організації дорожнього руху на ділянці проєктування 2.2.1 Дорожні знаки 2.2.2 Дорожня розмітка 2.2.3 Світлофорне регулювання 2.3 Визначення оптимальних режимів роботи світлофорної сигналізації. 2.3.1 Особливості розрахунку режимів світлофорних об'єктів з рознесеними стоп-лініями. 2.3.2 Розрахунок параметрів світлофорних циклів. 2.4 Визначення оптимальних режимів роботи світлофорної сигналізації в режимі координованого регулювання

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

1. Схема району проєктування. 2. Дослідження параметрів дорожнього руху. 3. Аналіз аварійності. 4. Схема дислокації технічних засобів організації дорожнього руху (базовий варіант). 5. Аналіз складності перехрестя. 6. Схема дислокації технічних засобів організації дорожнього руху (проектний варіант) 7. Режим світлофорного регулювання 8. Техніко-економічні показники

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

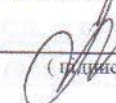
Студент(ка)


(підпис)

В.А. Шанін

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

В.Е. Трушевський

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 98 с., 9 рис., 32 табл., 18 джерел.

Об'єкт дослідження – перехрестя вул. Незалежної України та просп. Маяковського у м. Запоріжжі.

Мета проекту – дослідження заходів із вдосконалення організації дорожнього руху.

Метод дослідження – аналітичний.

В магістерській роботі проаналізовано поточну дорожньо-транспортну ситуацію на перехресті вул. Незалежної України та просп. Маяковського, зокрема інтенсивності дорожнього руху, транспортні затримки, аварійність,. За результатами аналізу запропоновано впровадження оперативних заходів з організації дорожнього руху: зміни у дислокації технічних засобів організації дорожнього руху, введення світлофорного об'єкту, введення координованого регулювання дорожнім рухом. Розраховано економічну ефективність впровадження оперативних заходів організації дорожнього руху.

ПОФАЗОВИЙ РОЗ'ЇЗД, ДИСЛОКАЦІЯ, СВІТЛОФОРНЕ РЕГУЛЮВАННЯ, АВАРІЙНІСТЬ, РОЗМІТКА, СВІТЛОФОРНИЙ ОБ'ЄКТ, ТРАНСПОРТНІ ЗАТРИМКИ

ЗМІСТ

Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Характеристика району проектування.....	8
1.2 Дорожньо-транспортна ситуація на ділянці проектування.....	12
1.2.1 Дослідження характеристик дорожнього руху.....	12
1.2.2 Організація дорожнього руху.....	21
1.2.3 Дослідження складності перехрестя.....	22
1.2.4 Застосування технічних засобів організації руху.....	27
1.3 Аналіз ДТП.....	28
1.4 Дослідження науково-технічної інформації.....	33
1.5 Визначення недоліків та постановка задач дипломного проектування.....	37
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	38
2.1 Перевірка доцільності введення світлофорних об'єктів	38
2.2 Вдосконалення застосування технічних засобів організації дорожнього руху на ділянці проектування	41
2.2.1 Дорожні знаки.....	41
2.2.2 Дорожня розмітка.....	41
2.2.3 Світлофорне регулювання.....	42
2.3 Визначення оптимальних режимів роботи світлофорної сигналізації	43
2.3.1 Особливості розрахунку режимів світлофорних об'єктів з рознесеними стоп-лініями.....	43
2.3.2 Розрахунок параметрів світлофорних циклів.....	46

2.4 Визначення оптимальних режимів роботи світлофорної сигналізації в режимі координованого регулювання	61
3 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	68
3.1 Розрахунок капітальних витрат.....	68
3.2 Розрахунок поточних витрат.....	71
3.3 Економія від зменшення затримок транспорту на перехресті ...	73
3.4 Економія від зменшення числа і важкості ДТП.....	76
3.5 Розрахунок чистого зведеного доходу.....	78
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	80
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	80
4.2 Заходи із забезпечення безпеки.....	82
4.3 Заходи із забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці.....	84
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	88
4.5 Заходи по забезпеченню безпеки в надзвичайних ситуаціях....	89
Висновки.....	96
Перелік посилань.....	97

ВСТУП

Питання безпеки руху посідає одне з чільних місць серед проблем функціонування сучасного транспортно-дорожнього комплексу. Зростання кількості транспортних засобів та кількості авсажирів, що перевозяться громадським транспортом, особливо у міських умовах, вимагає збільшення пропускної спроможності вулично-дорожньої мережі. При цьому для збільшення цього показника можуть використовуватися архітектурно-планувальні та оперативні заходи організації дорожнього руху. Застосування перших у міських умовах сильно обмежено браком коштів на капітальне будівництво, відсутністю додаткових площ для будівництва розв'язок, неможливістю пов'язання архітектури центральної частини міста зі структурою розв'язок у різних рівнях і т.і.

В той же час оперативні заходи організації дорожнього руху вимагають порівняно невеликих інвестицій одразу дають результат, а порядок і спосіб їх застосування може бути змінений дуже швидко. Останнє є дуже важливим, оскільки при збільшенні значення коефіцієнту завантаження рухом має місце зміна рівня зручності руху. А сам процес дорожнього руху характеризується як нестійкий, тому потребує постійного контролю та системи заходів, що змінюються в залежності від дорожньо-транспортної ситуації.

Застосування автоматизованих систем дорожнього руху є одним із заходів оперативної організації дорожнього руху. Наприклад, на просп. перемоги м. Києва за рахунок застосування автоматизованого управління дорожнім рухом підвищено пропускну спроможність на 6%, а середню швидкість руху – на 10 км/год.

В роботі досліджується режим функціонування світлофорного об'єкту на міській магістралі.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ПРОЄКТУВАННЯ

Вознесенівський район створено в 1939 році, з того часу його географія неодноразово змінювалася: в 1969 році частина території відійшла до Заводського району, а в 1995 році до Вознесенівського району було включено о. Хортицю та о. Байду.

Загальна площа Вознесенівського району складає 50,78 км²: 91 вулиця, 12 провулків, 3 бульвари (Центральний, Гвардійський, Шевченка), 2 проспекти (Соборний – в межах району, Маяковського), 4 майдани (Профспілок, Фестивальний, Маяковського та Поляка), Набережна магістраль в межах району, 5 парків площею 38,3 га та 11 скверів площею 15,0 га.

Орджонікідзевський район межує:

- з Олександрівським районом – по річці Капустянка;
- з Комунарським районом – по річці Дніпро (нове русло);
- з Хортицьким районом – по річці Дніпро (старе русло);
- з Дніпровським районом – по залізничній колії (вул.12 Квітня);
- з Заводським районом – по Південному шосе та залізничній колії.

Вознесенівський район є адміністративним, промисловим, торговим, культурним та оздоровчим центром м. Запоріжжя з розвинутою соціальною інфраструктурою.

На території району розташовано більшість місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування: Запорізька обласна рада, Запорізька обласна державна адміністрація (майдан Запорізький), Запорізька міська рада (просп. Соборний), ГУНП України в Запорізькій області (вул. Матросова), Апеляційний суд Запорізької області (вул. Новицького); Господарський суд Запорізької області

(вул. Перемоги); Прокуратура м. Запоріжжя (вул. Я. Новицького); Запорізький обласний сервісний центр МВС (вул. Незалежної України); Управління патрульної поліції Запорізької області (вул. Перемоги).

На території району розташовано: промислові підприємства (характеристика підприємств додається) – 48, банківські установи - 13; підприємства торгівлі - 1523; підприємства побутового обслуговування - 501; підприємства ресторанного господарства - 383; лікувально-профілактичні заклади - 23; заклади освіти - 34; дошкільні навчальні заклади - 16; установи культури - 27;- заклади фізичної культури та спорту - 18.

В районі налічується 799776 m^2 доріг, асфальтованих доріг - 776380 m^2 , щебенчатих доріг - 8512 m^2 ; мереж зовнішнього освітлення - 138 км.

Орджонікідзевський район є також центром літнього відпочинку мешканців міста. На острові Хортиця розташовано: Національний заповідник "Хортиця"; Муніципальний театр-лабораторія "Vie"; ТОВ „Запорозькі козаки”; санітарії-профілакторії.

Серед місць і закладів, що концентрують транспортні і пішохідні потоки слід також відзначити:

- магазини (Білла по вул. Яценка, Торговий центр «Україна» по пр-ту Соборному та вул. Лермонтова, торговий комплекс «Центральний» по бул. Центральному, магазин «Сільпо» по пр-ту Соборному та супермаркет «Таврія» по вул. Зелінського);
- культурно-розважальні заклади (Цирк по вул. Рекордній, Театр молоді по вул. Незалежної України, ПК заводу Дніпроспецсталь по бул. Шевченка, кінотеатри ім. Маяковського на бул. Шевченка, Байда на майдані Фестивальному);
- місця масового відпочинку городян (бульвар Шевченка, майдан Фестивальний, Майдан Поляка);

- пересадочні пункти та крупні зупинки міського транспорту («Універмаг «Україна», «Цирк», «вул. Сталеварів», «бул. Шевченка», вул. Перемоги, «майдан Поляка»).

Схему вулично-дорожньої мережі району проектування наведено на листі 1 графічної частини.

Проспект Маяковського – це вулиця районного значення, що сполучає вул. Незалежної України та каскад фонтанів «Райдуга». Проспект має по 2 смуги руху по кожній з двох проїзних частин. Проїзні частини розділено широким бульваром, на якому в районі майдану Маяковського розташовано фонтани, сквер, кафе, малі архітектурні форми та зелені насадження.

Розташована на бульварі зелена зона створює сприятливі умови для відпочинку громадян, тому майдан Маяковського є місцем масового скупчення пішоходів. Тут працюють кафе, розташована постійно діюча виставка творів мистецтва запорізьких майстрів.

Розглянемо елементи вулично-дорожньої мережі (ВДМ), що безпосередньо впливають на характеристики дорожнього руху на пр-ті Маяковського.

Пр-т Соборний – це головна вулиця міста Запоріжжя, що прямує від греблі ДГЕС до вокзалу Запоріжжя-1. Проспект Соборний має по 3 смуги руху в кожному напрямі та розділову смугу, що її встановлено після реконструкції проспекту 2005 року.

Вул. Незалежної України паралельна просп. Соборному і прямує від вул. Лермонтова до річкового порту з розривом в районі вул. 12 квітня. Вона має по одній (або дві) смуги руху в кожному напрямі і є вулицею загальноміського значення з регульованим рухом [1].

Вул. Лермонтова паралельна просп. Маяковського; вона є вулицею районного значення з регульованим рухом, має по 2 смуги руху в кожному напрямі. На часині вулиці прокладено посередені трамвайні колії, а на іншій частині встановлено розділову смугу.

Основні геометричні параметри вулиць, що утворюють прилеглу мережу, подані в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 - Геометричні характеристики вулиць

Вулиця (проспект)	Ширина проїзної частини (проїзних частин), м	Ширина бульвару або розділової смуги, м
Маяковського від вул. Незалежної України до пр-ту Соборного	7	94
Маяковського від пр-ту Соборного до вул. Перемоги	7.5	24
Незалежної України	7.5	-
Соборний	11.5	1,5

1.2 ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНА СИТУАЦІЯ НА ДІЛЯНЦІ ПРОЄКТУВАННЯ

1.2.1 Дослідження характеристик дорожнього руху

Дорожньо-транспортна ситуація (ДТС) – це комплексна характеристика, що враховує вплив на дорожні умови з точки зору всіх характеристик системи «водій – автомобіль – дорога – середовище».

Розглянемо характеристики транспортних потоків, що рухаються означеною ділянкою вулично-дорожньої мережі (ВДМ). Серед них виділяємо інтенсивність руху та склад транспортного потоку.

Інтенсивність руху – це кількість транспортних засобів, що проїздить певний переріз проїзної частини протягом одиниці часу. Зазвичай інтенсивність руху для полегшення розрахунків та подання нормативів зводиться до величини, вираженої у легкових автомобілях та приймається у розрахунку за 1 годину. Для зведення інтенсивностей до легкових авто використовуються зазначені у ДБН коефіцієнти зведення (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 - Коефіцієнти зведення транспортних засобів до легкового автомобіля

Вид транспортного засобу	Коефіцієнт зведення
Легковий автомобіль	1
Автобус, тролейбус	3
Мікроавтобус	1,5
Вантажний автомобіль вантажопідйомністю до 1,5 т	1,5
Вантажний автомобіль вантажопідйомністю до 8 т	2
Вантажний автомобіль вантажопідйомністю до 12 т	3
Автопоїзд	4

Режим регулювання розробляється для міжпікового періоду доби (10.00 – 16.00) для робочих днів (понеділок – п'ятниця), тому інтенсивності руху виміряні протягом години на кожному з перехресть саме в цей час.

За результатами вимірювань та приведення інтенсивностей отримано цифрограму інтенсивностей (рис. 1.1).

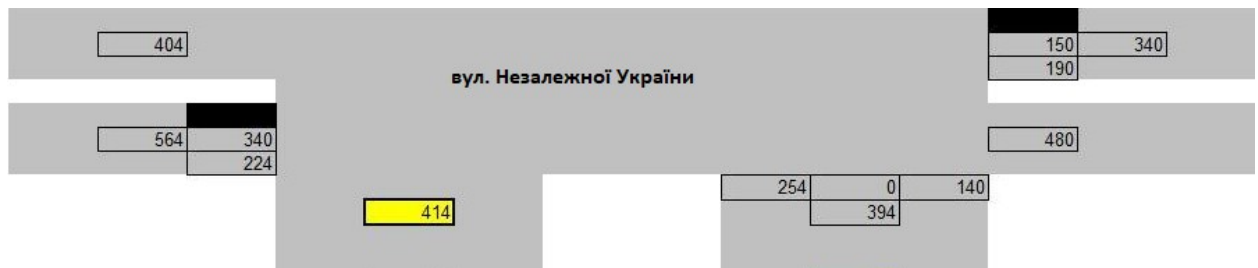


Рисунок 1.1 – Цифрограма інтенсивностей на перехресті вул. Незалежної України – просп. Маяковського

Також за цими даними будується картограма інтенсивностей, тобто наочне зображення напрямів та інтенсивностей руху транспортних засобів. При побудові картограми інтенсивностей необхідно виходити з умови нерозривності транспортного потоку на перехрестях, тобто інтенсивності руху у вхідних перерізах перехресть повинні відповідати інтенсивностям у вихідних перерізах попередніх перехресть та вихідних перерізах цих перехресть.

Результати обліку інтенсивності руху на перехрестях показано на листі 2 графічної частини проекту.

До основних параметрів, що характеризують дорожній рух, відноситься також і швидкість руху.

З метою виявлення реального значення швидкості проведено дослідження швидкості руху з використанням радарного вимірювача швидкості "Іскра-1".

На підходах до перехрестя було проведено 50 вимірювань миттєвої швидкості руху. За результатами вимірювань складено вибірку, що її наведено в табл. 1.2

Таблиця 1.3. – Результати вимірювання швидкості, км/год

№ вимірювання	Результат	№ вимірювання	Результат	№ вимірювання	Результат
1	37	31	47	61	53
2	38	32	47	62	53
3	39	33	47	63	55
4	39	34	48	64	55
5	39	35	48	65	55
6	40	36	49	66	55
7	40	37	49	67	55
8	40	38	49	68	55
9	40	39	49	69	56
10	40	40	49	70	56
11	40	41	50	71	56
12	40	42	50	72	56
13	40	43	50	73	57
14	40	44	50	74	57
15	41	45	50	75	57
16	42	46	50	76	58
17	43	47	50	77	59
18	43	48	51	78	59
19	43	49	51	79	59
20	43	50	51	80	59
21	44	51	51	81	59
22	44	52	51	82	60
23	44	53	52	83	60
24	45	54	52	84	60
25	45	55	52	85	61
26	45	56	52	86	61
27	45	57	53	87	62
28	46	58	53	88	63
29	46	59	53	89	67
30	47	60	53		

Після обробки за допомогою статистичних функцій додатку Excel отримано де $\bar{v} = 49,92$ км/год, $\sigma_v = 2.5$ км/год.

Швидкість руху на перегонах магістралі описується нормальним законом розподілу ймовірностей. При цьому щільність розподілу

ймовірностей окремих транспортних засобів є функцією двох параметрів і описується виразом:

$$f(v) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(V-\bar{V})^2}{2\sigma_v^2}} \quad (1.1)$$

де $\bar{V}$ - середня швидкість транспортного потоку, км/год;

σ_v - середнє квадратичне відхилення швидкостей окремих транспортних засобів, км/год.

Швидкість 85%-го забезпечення, тобто швидкість, яку статистично не перевищують 85% транспортних засобів, визначається графоаналітичним методом. Для цього будується крива $f(v)$, що має дзвіноподібну форму (рис. 1.2).

Для спрощення розрахунків весь діапазон значень V від $V-3\sigma_v$ до $V+3\sigma_v$ розбивають на 12-16 інтервалів ΔV ($\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3 \dots$), вибирають значення V_i посередині кожного інтервалу (рис. 1.2). Далі обчислюють за формулою (1.1) значення $f(v_i)$ для кожного з дискретних значень V_i . Це відповідає графічній апроксимації нерозривної функції $f(v)$ прямокутниками, сумарна площа яких дорівнює площі під кривою $f(v)$.

Оскільки швидкість V_k визначається на базі швидкості 85%-го забезпечення, необхідно мати графік функції розподілу ймовірностей швидкості окремих ТЗ – $F(v)$ яка являє собою інтеграл від щільності розподілу $f(v)$ тобто

$$F(v) = \int_{\bar{V}-3\sigma}^{\bar{V}+3\sigma} f(v) dV \quad (1.2)$$

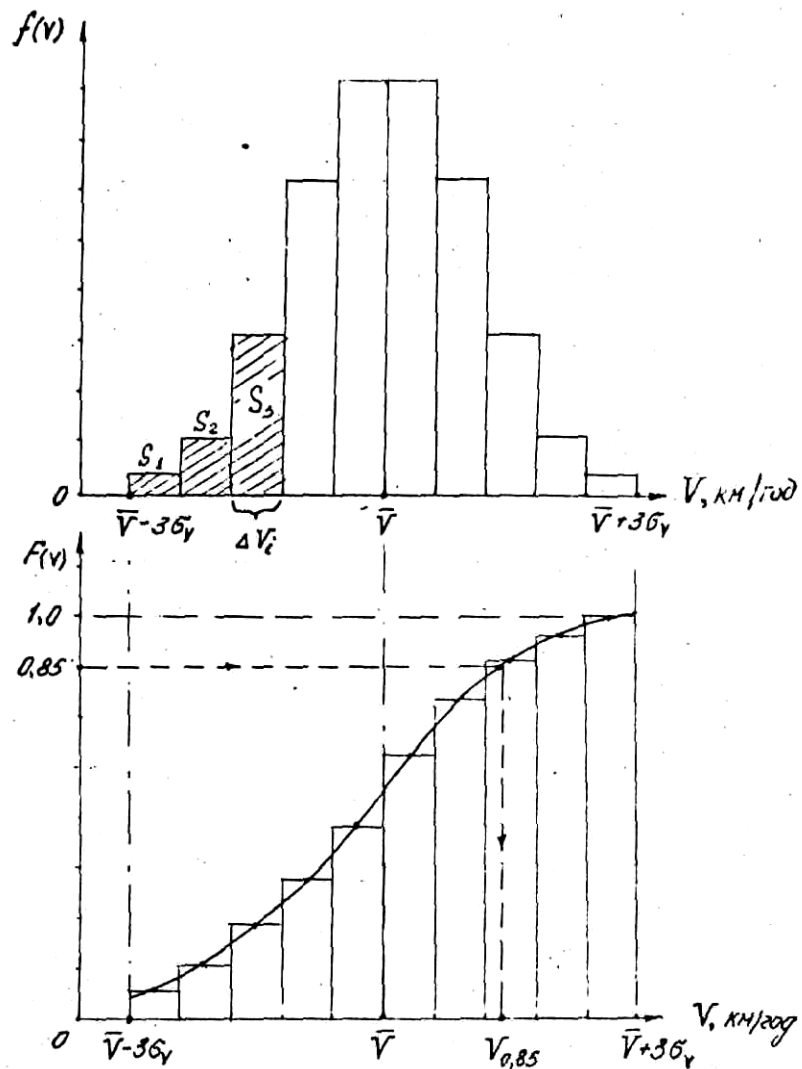


Рисунок 1.2 - Визначення швидкості руху

Цей процес зручно проводити методом графічного інтегрування» суть якого полягає в послідовному підсумовуванні площ окремих прямокутників на графіку $f(v)$ в діапазоні $\bar{V}-3\sigma \dots \bar{V}+3\sigma$ через ΔV і відкладанні відповідного сумарного значення $F_i(V)$ на осі ординат графіку $F_i(V)$ (рис. 3.1) за формулами

$$F_1(V_1) = \Delta V f(V_1)$$

$$F_2(\Delta V_2) = F_1(\Delta V_1) + \Delta V f(V_2) = \Delta V [f_1(V_1) + f(V_2)]$$

(1.3)

.....

$$F_n(\Delta V_n) = \Delta V[f_1(V_1) + f(V_2) + \dots + f(V_n)]$$

За побудованим графіком $F(v)$ відшуковують значення швидкості ТП 85%-го забезпечення (тобто швидкість, яку статистично не перевищують 85% усіх ТЗ), що відповідає значенню $F(v)=0,85$. Графіки наведено на листі 2 графічної частини.

Наведемо хід розрахунків для визначення швидкості 85%-го забезпечення.

Спершу визначаються максимальне і мінімальне значення, що обмежують область побудови графіку. Абсолютна більшість значень випадкової величини, що розподілена за нормальним законом припадає на інтервал, центром якого є математичне очікування (для нормального закону – середнє значення вибірки). Від цього значення в кожен бік числової вісі відкладається потроєна величина стандартного відхилення, що є квадратним коренем з вибіркової дисперсії – центрального моменту другого порядку.

Таким чином,

$$V - 3\sigma_V = 49.92 - (6.97 \times 3) = 29.01 \text{ км / год}$$

$$V + 3\sigma_V = 49.92 + (6.97 \times 3) = 70.83 \text{ км / год}$$

Отриманий проміжок розбиваємо на 16 інтервалів. Таким чином, величина кожного інтервалу складає:

$$\Delta V = \frac{70.83 - 29.01}{16} = 2.613 \text{ км / год}$$

Далі розраховуються абсциси середин інтервалів для підстановки до диференційної функції нормального розподілу. Для

визначення першої абсциси слід до мінімального значення додати половину ширини першого інтервалу:

$$V_1 = V - 3\sigma_V + \frac{\Delta V}{2} \quad (1.4)$$

$$V_1 = 29.01 + \frac{2.613}{2} = 30.317 \text{ км / год}$$

Координати середин решти інтервалів визначаються шляхом додавання до абсциси попереднього інтервалу величини інтервалу. Значення абсцис наведено в табл. 1.3

Таблиця 1.3 – Координати середин інтервалів

Номер інтервалу	V_i , км/год	Номер інтервалу	V_i , км/год
1	30,317	9	51,227
2	32,931	10	53,841
3	35,544	11	56,454
4	38,158	12	59,068
5	40,772	13	61,682
6	43,386	14	64,296
7	45,999	15	66,909
8	48,613	16	69,523

Далі кожне значення підставляється до формули 1.1. Таким чином визначається щільність імовірності для кожного інтервалу.

Для першого інтервалу цей вираз буде мати такий вигляд:

$$f(v) = \frac{1}{6.97 \times \sqrt{2 \times 3.1415}} e^{-\frac{(30.317-49.92)^2}{2 \times 6.97^2}} = 0.001$$

Значення для решти інтервалів наведено в табл. 1.4

Таблиця 1.4 - Значення щільності розподілу

Номер інтервалу	$f(v)$	Номер інтервалу	$f(v)$
1	0,001078	9	0,056236
2	0,002897	10	0,048829
3	0,006761	11	0,036814
4	0,013698	12	0,024099
5	0,024099	13	0,013698
6	0,036814	14	0,006761
7	0,048829	15	0,002897
8	0,056236	16	0,001078

Далі за формулою 1.3 розраховуються значення інтегральної функції для кожного інтервалу.

Значення інтегральної функції в точці X чисельно дорівнює імовірності того, що випадкова величини x_i внаслідок i -го спостереження виявиться лівіше від точки X . При переміщенні точки X вздовж осі OX ця ймовірність буде, напевне, змінюватись, але зменшитися при переміщенні вправо вона не може. Тому інтегральна функція розподілу є неспадною функцією аргументу. Загалом її значення при переміщенні точки X із “-” в “+” змінюється від 0 до 1. Теоретична інтегральна функція неперервна, тобто результат спостереження може мати яке завгодно наперед вибране значення з нульовою ймовірністю. Практично роздільна властивість

вимірювальних засобів ділить всю область значень вимірюваної величини на відрізки, в котрих спостерігач не відрізняє зміни вимірюваної величини. Тому в межах кожного відрізка інтегральна функція розподілу зберігає постійне значення і стрибкоподібно змінюється при переході границі до якогось кінцевого значення. В цифрових вимірювальних системах ці сходинки конкретно відповідають одиницям останнього розряду, а в аналогових – якійсь часточці ціни поділки.

Але переважно згадані вище обставини не забороняють вважати інтегральну функцію розподілу результатів спостережень безперервною функцією, і це спрощує аналіз випадкових похибок.

Для першого інтервалу значення інтегральної функції дорівнюватиме:

$$F_1 = 0,001078 \times 2.613 = 0.003$$

Значення для решти інтервалів наведено в табл. 1.5

Таблиця 1.5 - Значення інтегральної функції

Номер інтервалу	$F(v)$	Номер інтервалу	$F(v)$
1	0,002818	9	0,644679
2	0,01039	10	0,772307
3	0,028061	11	0,868529
4	0,063864	12	0,931519
5	0,126854	13	0,967322
6	0,223076	14	0,984993
7	0,350704	15	0,992565
8	0,497691	16	0,995383

Графіки диференційної та інтегральної функцій наведено на листі 2 графічної частини.

За графіком інтегральної функції методом графічного інтегрування визначаємо швидкість 85-% забезпечення.

З графіку видно, що 85-% забезпеченню відповідає одинадцятий інтервал. За табл. 1.5 швидкість приймаємо 56 км/год.

Оскільки по вул. Незалежної діє координований режим регулювання, то значення швидкості повинні бути кратними 5 км/год, тому швидкість координації приймаємо 55 км/год.

Оскільки швидкість виміряно не для умов ізолюваного регулювання, то при отриманні значення швидкості координації немає потреби збільшувати її значення на 10%, як того вимагає стандартна методика.

1.2.2 Організація дорожнього руху

Перехрестя просп. Маяковського з вул. Незалежної України є Т-подібним перехрестям з бульваром. Рух нерегульований, головна дорога – вул. Незалежної України, наявні позначені нерегульовані переходи. Зважаючи на те, що рух вантажних автомобілів проспектом Леніна заборонено, а майдан Маяковського є місцем скупчення пішоходів, а також з метою розвантаження перехрестя просп. Леніна та просп. Маяковського рух вантажних автомобілів по просп. Маяковського в напрямі проспекту Соборного заборонено.

1.2.3 Дослідження складності перехрестя

Дорожньо-транспортні пригоди найчастіше відбуваються в так званих конфліктних точках. Це місця, в яких учасники дорожнього руху мають один на одного специфічний вплив. Виявлення потенційних конфліктних точок та подальша їх ліквідація або зменшення ступеню небезпеки дозволяють підвищити безпеку руху.

Особливо типовими в цьому відношенні є перехрестя. Для них характерне розділення потоків за різними напрямками, а також злиття та перетин траєкторій руху.

Типи конфліктних точок зображені на рисунку 1.3.

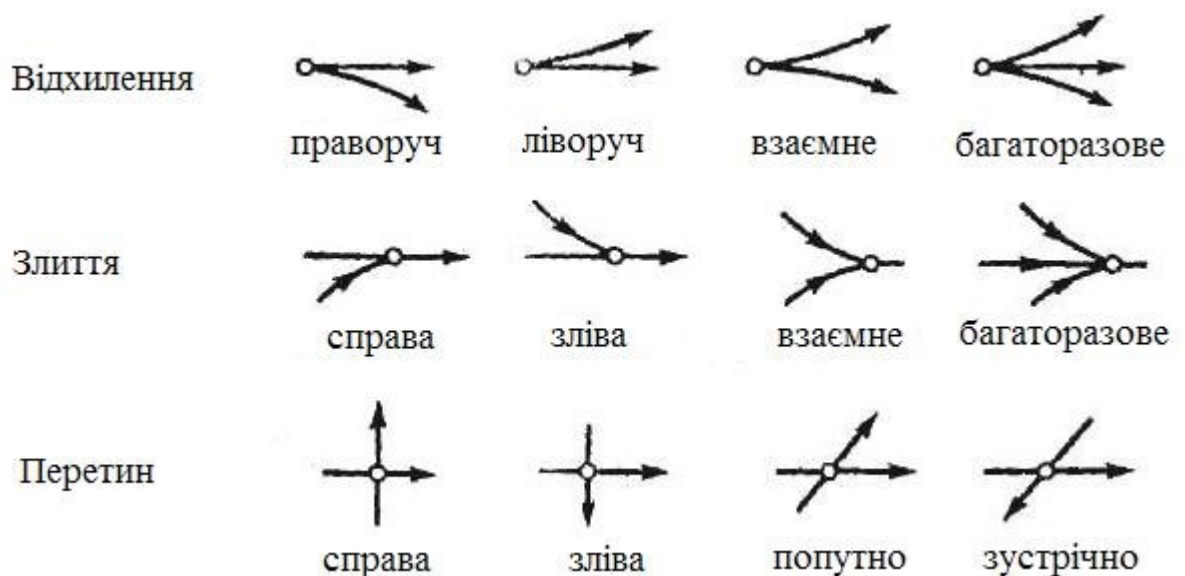


Рисунок 1.3 – Класифікація конфліктних точок

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

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

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

Для порівняльної оцінки складності та потенційної небезпеки транспортних вузлів розраховується показник складності за п'ятибальною системою:

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

Показник складності перехрестя розраховується за наступною формулою:

$$m = n_{\text{в}} + 3 \times n_{\text{з}} + 5 \times n_{\text{п}} \quad (1.5)$$

де $n_{\text{в}}$, $n_{\text{з}}$, $n_{\text{п}}$ – кількість точок відхилення, злиття та перетину відповідно.

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

Для оцінки потенційної небезпеки перехресть з урахуванням конфліктних потоків, необхідно визначити індекси інтенсивностей для кожної конфліктної точки:

$$\sigma_{N_i} = 0,01 \times (N' + N'') \quad (1.6)$$

де N' , N'' - приведені інтенсивності конфліктуючих потоків.

Показник складності перехрестя з урахуванням індексу інтенсивності розраховується за наступною формулою:

$$m' = n_6 \sum_{i=1}^{n_6} \sigma_{N_{se}} + 3n_3 \sum_{i=1}^{n_3} \sigma_{N_{s3}} + 5n_n \sum_{i=1}^{n_n} \sigma_{N_{sn}} \quad (1.7)$$

Цей показник m' дозволяє виконувати порівняльну оцінку перехресть за ступенем небезпеки.

Для визначення показників m' та m' слід зобразити схему траєкторій перехрестя з позначенням на ній конфліктних точок. Визначимо кількість конфліктних точок за типами. Точок перетину нараховується 10 шт., точок злиття – 3 шт. та точок відхилення – 2 шт. Загалом на перехресті 15 конфліктних точок.

На базі цієї інформації можемо визначити показник m , що позначає ступінь складності перехрестя за формулою 1.5:

$$m = 2 + 3 \times 3 + 5 \times 10 = 61$$

Робимо висновок, що перехрестя належить до транспортних вузлів середньої складності.

Коефіцієнт m' враховує, окрім типів конфліктних точок та їх кількості, інтенсивності дорожнього руху, що конфліктують у цих точках. Тому, перед розрахунком цього показника для кожної конфліктної точки необхідно визначити індекс інтенсивностей руху. Розглянемо його визначення на прикладі конфліктної точки 6 (лист 5 графічної частини).

В цій точці конфліктують потік лівого повороту з просп. Маяковського, що рухається з інтенсивністю 254 од/год та потік прямого напрямку по вул. Незалежної України, що рухається з

інтенсивністю 340 од/год. Таким чином, за формулою 1.6, індекс інтенсивностей дорівнює:

$$\sigma_{N_i} = 0,01 \times (340 + 254) = 5.94$$

Значення індексів для інших конфліктних точок наведено в табл. 1.6.

Визначивши всі індекси інтенсивностей, можна розрахувати коефіцієнт m' за формулою 1.7:

$$m' = 2 \times (5.94 + 6.64) + 3 \times 3 \times (4.8 + 5.94 + 5.3 + 4.04 + 5.64 + 4.14) + 5 \times 10(1.4 + 2.54 + 4.8 + 3.4 + 11.2 + 1.9 + 5.94) = 243.22$$

Таблиця 1.6 - Розрахункові параметри

Номер КТ	Тип КТ	Коефіцієнт	N ₁ , од/год	N ₂ , од/год	Індекс інтенсивностей	m'
1	2	3	4	5	6	7
1	перетин	5	140		1,4	7
2	перетин	5	254		2,54	12,7
3	перетин	5	480		4,8	24
4	перетин	5	340		3,4	17
5	злиття	3	140	340	4,8	14,4
6	злиття	3	340	254	5,94	17,82
7	відхилення	1	404	190	5,94	5,94
8	перетин	5	190	340	5,3	26,5
9	перетин	5	404		4,04	20,2
10	перетин	5	564		5,64	28,2
11	відхилення	1	324	340	6,64	6,64

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4	5	6	7
12	перетин	5	224		2,24	11,2
13	перетин	5	190		1,9	9,5
14	злиття	3	190	224	4,14	12,42
15	перетин	5	340	254	5,94	29,7
Разом						243,22

Аналізуючи наведені в таблиці 1.6 дані, можна зробити висновок, що найбільша кількість конфліктних точок на перехресті, що розглядається, є точками перетину. Серед них 80% - це точки перетину з пішохідними напрямками.

Зважаючи на зазначене, слід при формуванні схеми пофазового роз'їзду домогтися ліквідації найбільш небезпечних конфліктних точок та звернути увагу на конфлікти транспортних і пішохідних напрямів, що їх не вказано в матриці конфліктів, зокрема на конфлікт транспортного напрямку з пішохідним на виїзді з перехрестя, що визнається найбільш небезпечним [2].

1.2.4 Застосування технічних засобів організації руху

До технічних засобів організації дорожнього руху (ТЗОДР) відносять дорожні світлофори, дорожні знаки, дорожню розмітку, засоби інформаційного забезпечення, сигнальні та огорожувальні пристрої.

З метою з'ясування реальної ситуації з наявністю технічних засобів організації дорожнього руху на перехрестях було проведене обстеження ділянки; нижче наведені його результати (лист 4 графічної частини).

На перехресті вул. Незалежної України та просп. Маяковського з боку вул. Лермонтова не позначено знаками нерегульований пішохідний перехід, встановлено дорожній знак 3.34 «Зупинку заборонено» біля бульвару, хоча відповідно Правил дорожнього руху України, якщо вулиця має розділювальну смугу або бульвар, то зупинка транспортних засобів біля них забороняється. Перед перехрестям на під'їздах по вул. 40 років Рад України відсутні дорожні знаки 2.3 головна дорога, хоча за вимогами [3], ці знаки повинні встановлюватися на початку головної дороги, а також перед кожним перехрестям цієї дороги.

1.2 АНАЛІЗ ДТП

Дорожньо-транспортна пригода (ДТП) – це таке порушення нормального режиму дорожнього руху, в результаті котрого внаслідок контакту рухомих транспортних засобів між собою або з іншими учасниками дорожнього руху або перешкодами, нанесено матеріальні збитки, або (чи) є постраждалі або (чи) загиблі.

Відповідно до вимог Закону України «Про дорожній рух», при виконанні робіт по ремонту і утриманню автомобільних доріг, вулиць та залізничних переїздів дорожньо-експлуатаційні організації у першочерговому порядку повинні здійснювати заходи щодо безпеки дорожнього руху на основі обліку і аналізу дорожньо-транспортних подій, результатів обстежень і огляду автомобільних доріг, вулиць та залізничних переїздів, і передусім на аварійних і небезпечних ділянках та у місцях концентрації дорожньо-транспортних подій. Облік та аналіз дорожньо-транспортних подій проводиться передусім з метою вжиття заходів щодо виявлення їх причин, мінімізації наслідків та негайного вжиття усіх можливих заходів щодо попередження їх виникнення.

Кожне окреме ДТП це випадкове явище, статистичний аналіз великої кількості ДТП дозволяє отримати загальні закономірності їх виникнення.

Існують 3 напрями вивчання матеріалів обліку ДТП:

1.Оцінка стану аварійності на певній ділянці або транспортній системі і виявлення тенденцій в їхніх змінах у зв'язку з виконаними діями організації руху.

2.Виявлення причин і факторів зумовлених виникненням ДТП і розробка засобів для їх позбавлення [4,5].

3.Виділення місць і ділянок доріг з найбільшою концентрацією ДТП.

ДТП класифікуються за такими ознаками:

- 1) за тяжкістю наслідків;
- 2) за видами;
- 3) за місцем виникнення .

За тяжкістю наслідків ДТП бувають:

- 1) з летальними наслідками;
- 2) з пораненням людей;
- 3) тільки з матеріальними збитками.

За видами ДТП бувають:

- 1) зіткнення транспортних засобів (ТЗ);
- 2) перекидання ТЗ;
- 3) наїзд на перешкоджання;
- 4) наїзд на пішохода;
- 5) наїзд на ТЗ, який стоїть.

ДТП не зумовлюється однією причиною, на 100 ДТП з'ясовується 250 причин і факторів.

Основні групи причин і факторів виникнення ДТП:

- 1) порушення ПДР;
- 2) недоліки кваліфікації водіїв;
- 3) недисциплінованість і незнання ПДР пішоходами;
- 4) недоліки в конструкції і технічна несправність ТЗ;
- 5) поганий стан дорожніх умов;
- 6) недоліки організації руху.

На всі порушення можна впливати з метою їх ліквідації не тільки посиленням нагляду за дисципліною дорожнього руху , але й поліпшенням організації дорожнього руху.

З метою ґрунтовного аналізу ДТП на ділянці проектування оброблено матеріал Книги обліку ДТП по м. Запоріжжю за 2010 р.

Обставини та, що їх встановлено стосовно аварійності на проєктованій ділянці надано в табл. та вміщено у вигляді діаграм на листі 3 графічної частини та в табл. 1.7.

Таблиця 1.7 - Аналіз аварійності

1	2	3	4	5
Рік		2016	2017	2018
Кількість ДТП		6	8	10
Типи травматизму	Кількість постраждалих середнього ступеню важкості			
	Кількість важко постраждалих			
	Кількість загиблих			
	Кількість постраждалих водіїв та пасажирів			
	Кількість постраждалих пішоходів			
Види ДТП	Кількість зіткнень	6	3	7
	Кількість наїздів, на транспорт, що стоїть		3	2
	Кількість наїздів на перешкоду		2	1
	Кількість наїздів на пішоходів			
	Кількість ДТП, що їх можна було б уникнути за умови введення СФР	3	5	3
Місяці року	1			
	2	1		
	3			
	4			1
	5			2
	6	2		2
	7		2	
	8	2	1	2
	9		2	
	10		3	
	11	1		
	12			2

Продовження таблиці 1.7

1	2	3	4	5
Години доби	0			
	1			
	2			1
	3			
	4			
	5			
	6			1
	7		2	
	8		2	2
	9			
	10			
	11	2		
	12			1
	13	1	1	
	14			
	15			
	16			
	17	1	2	3
	18	1		
	19		1	
	20	1		2
	21			
	22			
	23			
Дні тижня	понеділок		1	1
	вівторок	1		2
	середа	1	3	
	четвер	1		
	п'ятниця		3	4
	субота	1		2
	неділя	2	1	1

За результатами аналізу аварійності можна зробити певні висновки. Співставлення кількості ДТП по роках вказує на зменшення аварійності по перехрестю.

За видами ДТП найбільш поширеними є зіткнення (67%) та наїзди на транспортні засоби, що стоять (21%). Велика кількість зіткнень пояснюється тим, що для перехресть це найпоширеніший вид ДТП. Аналіз матеріалів ДТП дозволив встановити, що причиною зіткнень в більшості випадків ставало порушення правил проїзду перехресть, розташування на проїзній частині і маневрування, недотримання безпечної дистанції. Стосовно наїздів на транспорт, що стоїть, встановлено, що причиною більшості ДТП було керування водіями транспортними засобами у стані сп'яніння, порушення вимог Правил дорожнього руху стосовно початку руху та вибору безпечної швидкості [6].

З точки зору аварійності найбільш напруженими є місяці червень та серпень. Це пояснюється специфікою проспекту Маяковського як місця масового відпочинку громадян. Щодо серпня, то дотично вплинуло на кількість ДТП збільшення інтенсивності руху через закінчення сезону відпусток.

Найбільш небезпечними годинами доби з точки зору аварійності є години-пік. Збільшення кількості пригод близько 21-ої години пояснюється тим, що в цей час влітку закінчується світловий день. Серед днів тижня найнебезпечніші середа (пояснення цьому факту знайти не вдалося), п'ятниця (характерний пік кількості ДТП спостерігається в п'ятницю на всіх напружених перехрестях міста) та неділя (це пояснюється ускладненням дорожньо-транспортної ситуації внаслідок збільшення кількості учасників дорожнього руху, яких притягує місце відпочинку) [7].

1.4 ДОСЛІДЖЕННЯ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Что такое система "Старт"?

Система «СТАРТ» - Общегородская автоматизированная система управления дорожным движением.

Система «СТАРТ» предназначена для увеличения пропускной способности улиц и магистралей, повышения скорости сообщения и безопасности движения транспорта, сокращения задержек на перекрестках, снижения расхода горюче-смазочных материалов, оздоровления экологической обстановки в г.Москве.

Разработка и внедрение Системы «СТАРТ» проходило в два этапа:

- с 1982г. до первой половины 90-х годов;
- с 1999г. по настоящее время, в ходе этого периода произошло полное переоснащение технических средств и переход на новые технические и проектные решения.

Для внедрения Системы «СТАРТ», ее эксплуатации и дальнейшего развития в 1983г. создано специальное подразделение – Центр телеавтоматического управления движением транспорта (ЦТАУ ДТ) Управления ГИБДД ГУВД г.Москвы.

Система «СТАРТ» состоит из:

- центра управления, включающего в себя управляющий вычислительный комплекс (УВК), центральное оборудование подсистемы телевизионного надзора и радиопроводной связи, диспетчерский зал;
- зональных центров управления (ЗЦУ), расположенных в территориальных подразделениях ДПС ГИБДД;

· периферийного оборудования, к которому относятся дорожные контроллеры (ДК), светофоры, детекторы транспорта (ДТ), телевизионные камеры, дорожные информационные табло (ДИТ) и управляемые дорожные знаки (УДЗ), линии связи (ВОЛС и медные), коммутационное оборудование.

На сегодняшний день Системой «СТАРТ» в полном объеме обустроены Центр города в пределах Садового кольца, Садовое кольцо, комплекс Лефортовских тоннелей, транспортная развязка на пересечении ТТК и Шереметьевской ул., а также 19 магистралей города, в том числе: Рязанский пр-т, Нижегородская ул., Волгоградский пр-т, Люблинская ул., Комсомольский пр-т, пр-т Вернадского, Долгоруковская ул., Новослободская ул., Бутырская ул., Дмитровское ш., Люсиновская ул., Б. Тульская ул., Варшавское ш., Каширское ш., Кутузовский пр-т, Можайское ш., Рублевское ш., Ленинского пр-т и ш. Энтузиастов, частично обустроены: Гагаринский и Кутузовский тоннели ТТК.

К Системе «СТАРТ» подключены светофорные объекты и ДТ на Ленинградском пр-те, Брестских ул., пр-те Мира, Алтуфьевском ш., Профсоюзной ул., Ярославском ш., Хорошевском ш., пр-те маршала Жукова, ул. 1905 года, Фрунзенской наб., Суцевском валу.

Сотрудники ЦТАУ ДТ при помощи систем теленаблюдения и мониторинга транспортных потоков круглосуточно следят за складывающейся транспортной обстановкой на улицах города, а также в комплексе Лефортовских тоннелей, Гагаринском и Кутузовском тоннелях, по мере надобности выводят необходимую информацию на дорожные информационные табло (ДИТ) и управляемые дорожные знаки (УДЗ), управляют нарядами ДПС в городе. В штатном режиме при помощи УВК Системы «СТАРТ» осуществляется автоматическое координированное управление светофорными объектами путем включения фиксированных программ

управления дорожными контроллерами (ДК) (в зависимости от времени суток, и т.д.). При крайней необходимости с помощью технических средств Системы «СТАРТ» диспетчеры вручную изменяют режимы работы светофорных объектов. Эксплуатацией и техническим обслуживанием Системы «СТАРТ» также занимаются специалисты соответствующих отделов ЦТАУ ДТ.

Каждый год обустраиваются новые участки улично-дорожной сети города, происходит постоянное переоснащение и модернизация существующего оборудования, внедрение новых технологий.

С помощью внедрения новых технологий расширяются возможности Системы «СТАРТ», например одной из дополнительных функций системы станет выявление нарушителей дорожного движения (проезд на запрещающий сигнал светофора, пересечение сплошной линии, превышение скорости и так далее) и создание соответствующей базы данных, при этом к минимуму сводится, так называемый, человеческий фактор.

В течении 2006 - 2007 годов будут выполнены работы по обустройству системой Волоколамского шоссе, Третьего транспортного кольца, Ленинградского пр-та и Ленинградского ш.

Развитие Системы «СТАРТ» происходило в основном за счет средств, поступающих из городского бюджета (в 2002 – 2006 годах, в соответствии с Федеральной целевой программой «Модернизация транспортной системы России в 2002-2005г.» Системой «СТАРТ» обустроены Кутузовский пр-т, Можайское, Рублевское и Рублево-Успенское шоссе) [8].

Висновок. Автоматизована система управління дорожнім рухом «СТАРТ» дозволяє в умовах перенапруженого дорожнього руху підвищувати рівень зручності за рахунок оперативної зміни параметрів управління дорожнім рухом.

О проекте “Пробковорот”

“Пробковорот” - это проект по обеспечению водителей информацией о пробках в данный момент, навигацией по городу Москва, с использованием онлайн информации от таких же участников проекта, находящихся в движении (или стоящих в пробке). Программой-клиентом GPS-навигации является PocketGIS. Каждый активный (или пассивный) участник получает в свой КПК (PDA) или смартфон собранную на сервере информацию по интернет - обычно через GPRS, в некоторых случаях Wi-Fi. В программе используются карты Москвы и области производства компании Геоцентр-Консалтинг. Те же самые карты используются в Яндекс.картах, и в Google maps. По московскому региону эти карты считаются лучшими.

В конце 2006 года проект объединился с проектом 77.ru, соглашение позволяет обоим проектам обмениваться информацией о пробках в Москве, полноценный сервис был запущен весной 2007 года.

Чем больше участников проекта находятся “на линии”, тем более подробная информация о пробках накапливается на сервере и доставляется, в частности, тем же участникам. Кроме того, собранную информацию видно всем желающим, на актуальной версии карты Москвы с пробками на сайте www.77.ru.

Технический координатор обоих проектов - Виктор Осипков. “Программа PocketGIS тестовая, период ее действия ограничен, поэтому время от времени пользователям приходится обновлять версию в добровольно-принудительном порядке” [10].

Застосування вказаної технології дозволяє зменшити кількість транспортних засобів, що простоюють у пробках і таким чином зменшити збитки від затримок транспорту в дорозі.

1.5 ВИЗНАЧЕННЯ НЕДОЛІКІВ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження дорожнього руху, що були проведені на перехресті вул. Незалежної України та просп. Маяковського дозволяють виділити ряд негативних факторів, що чинять значний вплив на безпеку дорожнього руху:

- відсутність світлофорного об'єкту на перехресті, де відповідно до діючих нормативів повинне здійснюватися світлофоре регулювання;

- неправильне застосування дорожніх знаків, відсутність дорожніх знаків та дорожньої розмітки у місцях, де, відповідно діючих нормативів, вони повинні бути наявні.

Враховуючи зазначене, необхідно:

- привести у відповідність до існуючих нормативів застосування дорожніх знаків та розмітки;

- перевірити необхідність введення світлофорного регулювання;

- визначити оптимальні параметри світлофорного регулювання.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 ПЕРЕВІРКА ДОЦІЛЬНОСТІ ВВЕДЕННЯ СВІТЛОФОРНОГО РЕГУЛЮВАННЯ

Зважаючи на значні інтенсивності руху та результати аналізу аварійності, проведемо перевірку доцільності введення світлофорного регулювання на нерегульованих перехрестях просп. Маяковського.

Необхідність введення світлофорного регулювання рекомендується перевіряти за допомогою критеріїв, наведених в таблиці 2.1 [11].

Критерій 1 виражається співвідношенням інтенсивностей руху (табл. 2.1).

Критерій 2. Введення світлофорного регулювання доцільне, якщо протягом кожної з будь-яких 8 годин звичайного робочого дня по дорозі у двох напрямках рухаються не менше 600 од/год транспортних засобів, а для доріг з розділовою смугою – 1000 од/год, і одночасно цю дорогу в одному, найзавантаженому напрямку, переходять не менше 150 чол/год.

Критерій 3. Введення світлофорного регулювання виправдане, якщо умови перших двох критеріїв не виконуються, але обидва критерії виконуються не менше, як на 80 %.

Критерій 4. Введення світлофорного регулювання виправдане, якщо за останні 12 місяців на перехресті виникло не менше трьох ДТП (таких, що їх можна було запобігти введенням світлофорного регулювання) і один з критеріїв 1 чи 2 виконуються не менш, як на 80 %.

Критерій 5. За останні 12 місяців на перехресті сталося не менше 3 дорожньо-транспортних пригод, яким би можна було запобігти у разі

наявності світлофорної сигналізації.. При цьому умови 1 та 2 повинні виконуватися не менше ніж на 80%.

Таблиця 2.1 – Умови введення світлофорного регулювання

Кількість смуг руху в одному напрямку на дорозі		Інтенсивність руху на головній дорозі в двох напрямках, од/год	Інтенсивність руху на другорядній дорозі в одному, найбільш завантаженому напрямку, од/год
головній	другорядній		
1	1	750	75
		670	100
		580	125
		500	150
		410	175
		380	190
≥ 2	1	900	75
		800	100
		700	125
		600	150
		500	175
		400	200
≥ 2	≥ 2	900	100
		825	125
		750	150
		675	175
		600	200
		525	225
		480	240

Оскільки в проєкті поставлено на меті розрахунок параметрів координованого регулювання, то треба перевірити на введення регулювання всі нерегульовані перехрестя по вулиці. Хід перевірки відобразимо в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Перевірка необхідності введення світлофорного регулювання (в чисельнику наведено фактичні значення, в знаменнику – мінімальні необхідні)

Перехрестя	Критерій	Інтенсивність руху на головній дорозі в двох напрямках, од/год	Інтенсивність руху на другорядній дорозі в одному, найбільш завантаженому напрямку, од/год	Кількість ДТП за рік
Вул. Незалежної. України	1	904/900	394/100	3
Висновок	Введення обґрунтовано			

В результаті перевірки доцільності введення світлофорного регулювання встановлено, що на всіх нерегульованих перехрестях просп. Маяковського доцільно ввести регулювання за першим критерієм (по співвідношенню інтенсивностей руху транспорту).

2.2 ВДОСКОНАЛЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ДІЛЯНЦІ ПРОЄКТУВАННЯ

2.2.1 Дорожні знаки

За результатами аналізу застосування технічних засобів організації дорожнього на просп. Маяковського виявлені недоліки у використанні дорожніх знаків та дорожньої розмітки. Нижче наведено перелік заходів, що їх треба виконати по кожному з перехресть.

Додатково слід встановити дорожні знаки (табл. 2.3): 5.35 «Пішохідний перехід», а також дорожні знаки 2.3 «Головна дорога». Також слід демонтувати дорожній знак 3.34 «Зупинку заборонено», що його встановлено біля розділової смуги бульвару, оскільки відповідно до Правил дорожнього руху, зупинка транспортних засобів біля бульвару забороняється у всіх випадках і без застосування дорожнього знаку.

Таблиця 2.3 - Відомість дорожніх знаків

Назва знаку	Номер знаку	Кількість
Головна дорога	2,3	2
Пішохідний перехід	5.35.1	5
	5.35.2	4

2.2.2 Дорожня розмітка

Дорожня розмітка поділяється на горизонтальну та вертикальну і використовується окремо або разом з дорожніми знаками, вимоги яких вона підкреслює або уточнює.

Горизонтальна дорожня розмітка встановлює певний режим і порядок руху. Наноситься на проїзній частині або по верху бордюру у вигляді ліній, стрілок, написів, символів тощо фарбою чи іншими матеріалами відповідного кольору.

На перехресті, що розглядається, необхідно перед основними світлофорами нанести розмітку (табл. 2.4): 1.12 «Стоп-лінія», пішохідні переходи позначити розміткою 1.14.3 «Регульований пішохідний перехід».

Таблиця 2.4 - Відомість дорожньої розмітки

Назва розмітки	Номер розмітки	Довжина, м
1.1	Тонка суцільна	60
1.6	Лінія наближення	150
1.12	Стоп-лінія	14,5
1.14.3	Регульований пішохідний перехід	58

2.2.3 Світлофорне регулювання

На перехресті вул. Незалежної України та проспекту Маяковського вводиться світлофорне регулювання, тому необхідно перед основними світлофорами нанести розмітку 1.12 «Стоп-лінія», пішохідні переходи позначити розміткою 1.14.3 «Регульований пішохідний перехід».

Пристрої світлофорного об'єкту розташовуються наступним чином. По вул. Незалежної України у зв'язку зі значною відстанню між стоп-лініями, що призводить до утворення перехідного інтервалу тривалістю більше 9 с, проводиться виділення додаткових стоп-ліній у напрямках регулювання №1 та №2. Додаткові стоп-лінії позначаються основними світлофорами, встановленими праворуч від проїзної частини.

2.3 ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ СВІТЛОФОРНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

2.3.1 Особливості розрахунку режимів світлофорних об'єктів з рознесеними стоп-лініями

Перехрестя з рознесеними стоп-лініями утворюються при перетинанні вулиць бульварами та при віднесенні пішохідних переходів, коли пішохідні потоки перетинають проїзну частину у віддаленні від перехрестя або у випадках організації віднесених поворотів ліворуч.

З точки зору принципу конфігурації перехрестя з рознесеними стоп-лініями можна поділити на 2 групи:

- з синхронним відпрацюванням циклограми сигнальними групами в перерізах рознесених стоп-ліній;
- із затримкою зеленого сигналу на вихідних стоп-лініях;
- з іншими схемами регулювання (наприклад, затримками в одному з напрямів).

Розглянемо особливості конфігурування та запису до програми схем пофазових роз'їздів перехресть означених типів. На рис. 2.1 наведено схему пофазового роз'їзду типового перехрестя з бульваром. Напрями, що розпочинають рух від рознесених стоп ліній в одному напрямку мають різні номери для забезпечення можливості відпрацювання різних циклограм сигнальними групами одного напрямку, що працюють на рознесених стоп-лініях. Через це до першої фази включено 4 напрями, які попарно складають прямий та зворотній напрямки для магістралі загалом. До другої фази включено напрями з проїзних частин бульвару. Водії, що рухаються цими напрямками, на виконання вимоги Правил дорожнього руху, зупиняються перед стоп-

лініями напрямів 5 та 6. Ця вимога розповсюджується і на водіїв, що прямують за напрямками 1 та 2.

Якщо перехрестя відноситься до першої з означених вище груп за схемою організації роботи світлофорного об'єкту, то для введення даних по ньому до програми треба користуватися звичайними принципами утворення конфліктної матриці. Геометричне визначення напрямів до дальших конфліктних точок (ДКТ) наведено на рис. 2.2. У випадку, якщо бульварні проїзди матимуть однакову ширину, відстані до дальніх точок для напрямів 1, 2, 5, 6 будуть однакові, або попарно однакові відповідно розташуванню рознесених стоп-ліній. Тому мінімальні проміжки для означених напрямів будуть однакові, а відпрацювання переходів «зелений – червоний» в перехідному інтервалі з першої на другу фазу також однаковим.

У випадку, коли інтенсивність руху ліворуч на напрямках 3 та 4 буде високою, на виконання вимоги ДСТУ 4092 – 2002 про обов'язкову локальну координацію світлофорів на лініях регулювання необхідно буде забезпечити відсутність сталої черги в перехідному інтервалі з першої на другу фазу перед лініями регулювання напрямів 5 та 6, а при подальшому зростанні інтенсивності і змінити схему пофазового роз'їзду.

Для забезпечення відсутності залишкової черги необхідно, аби транспортні засоби першого та другого напрямків не зупинялися перед стоп-лініями напрямів 5 та 6, а значить проїздили перехрестя повністю. Таким чином, найвіддаленіші конфліктні точки цих напрямів змінять своє положення та постануть на місцях дальніх конфліктів відповідно п'ятого та шостого напрямів. Таким чином, особливістю програмування режимів для перехресть другого виду з рознесеними стоп-лініями є зміна відстаней до ДКТ для напрямів перших стоп-ліній.

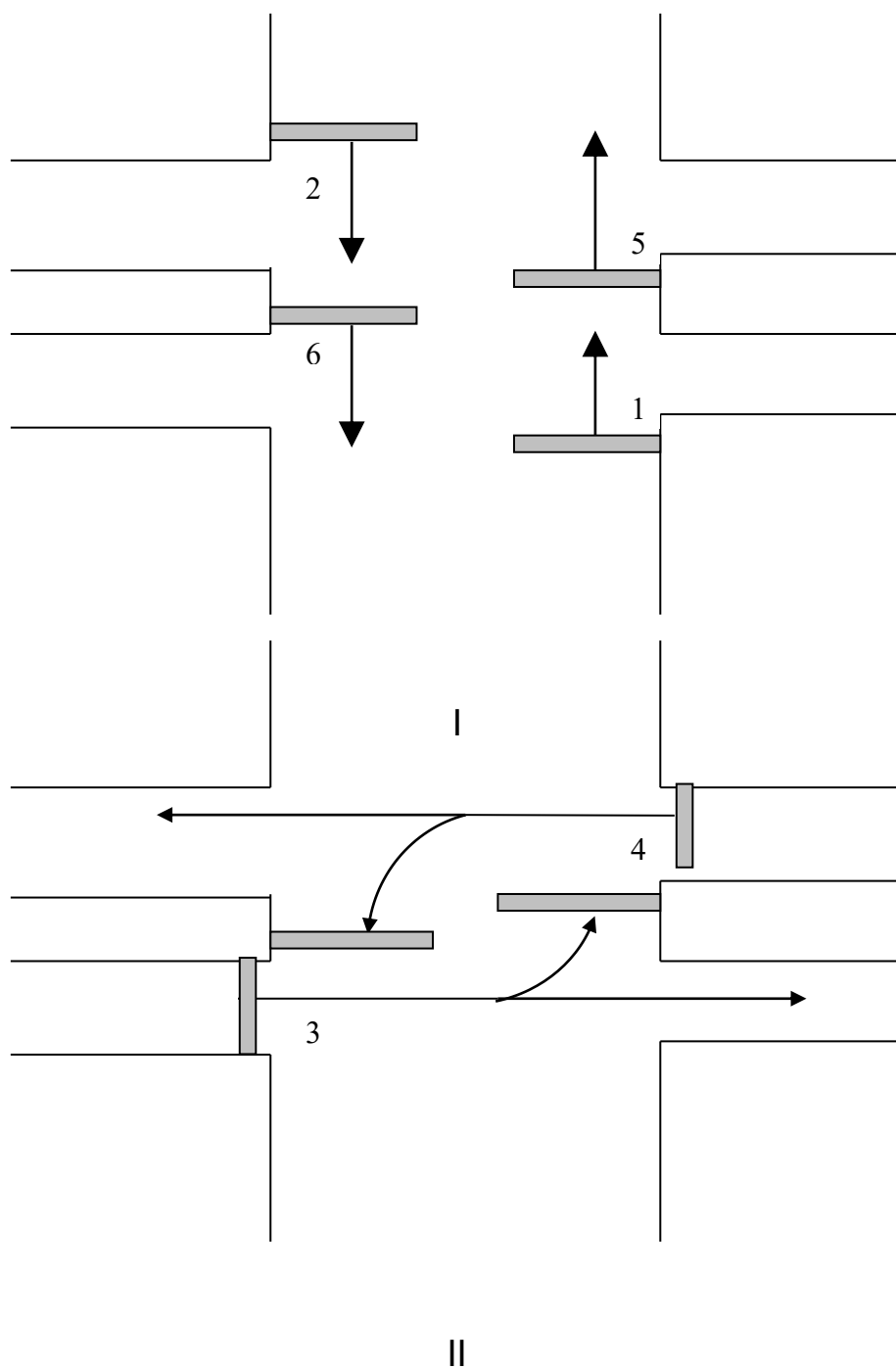


Рисунок 2.1 - Схема пофазового роз'їзду на перехресті з бульваром

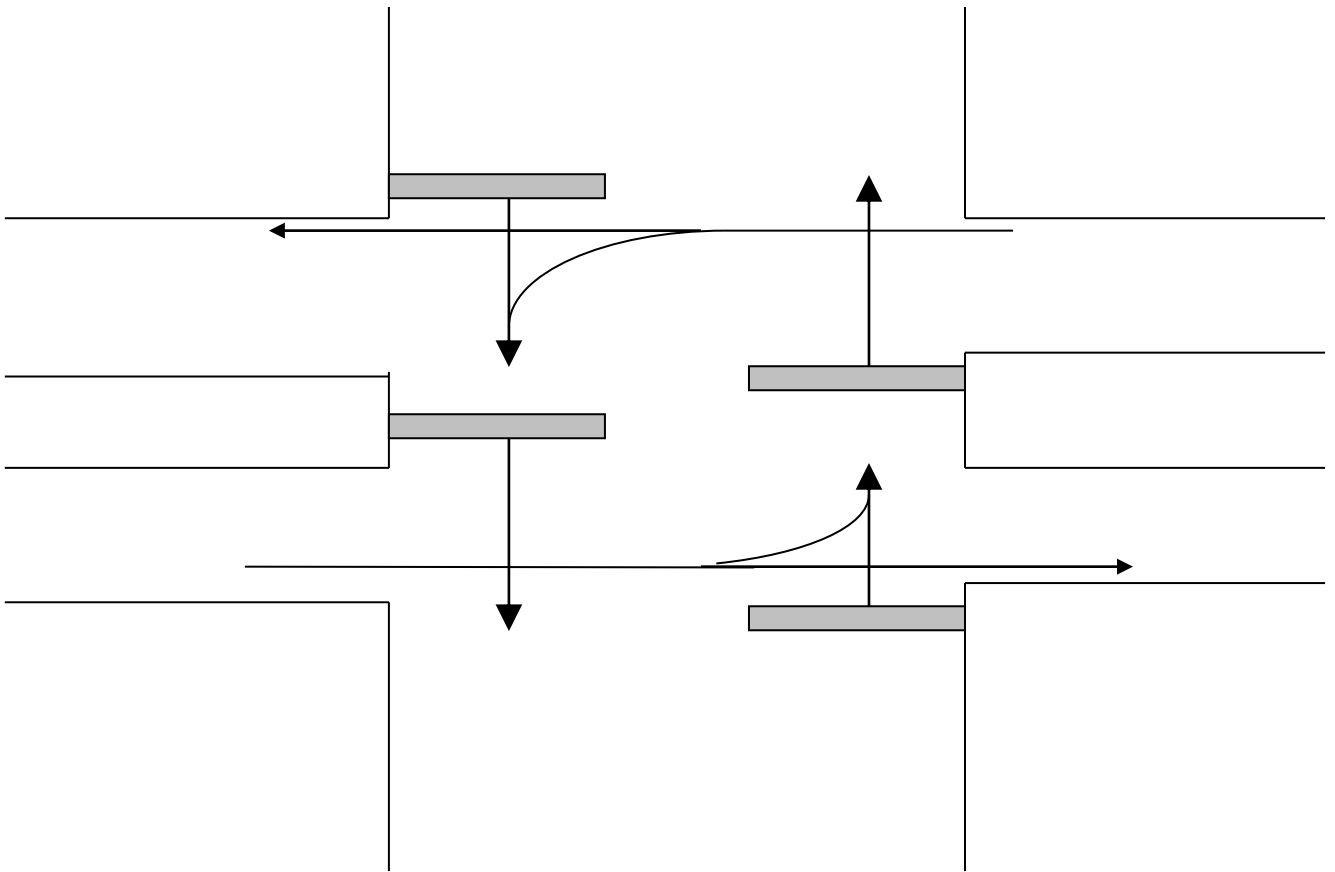


Рисунок 2.2 – Схема визначення відстаней до ДКТ

На перехрестях з іншими схемами регулювання розрахунок відстаней до ДКТ провадиться в залежності від розташування місць на складному перехресті, де необхідна зупинка на заборонний сигнал, або виходячи з припущення, що в певних напрямках транспортних потоків мусить проходити перехрестя без зупинки

2.3.2 Розрахунок параметрів світлофорних циклів

Розрахунок оптимальних локальних режимів світлофорної сигналізації включає в себе визначення структури світлофорного циклу (введення напрямів у фази регулювання та встановлення порядку чергування фаз) та розрахунок тривалостей елементів світлофорного циклу (основних тактів та перехідних інтервалів).

Визначення тривалості циклу та основних тактів регулювання засноване на зіставленні фактичної інтенсивності руху на підходах до перехрестя й пропускної спроможності (потоків насичення) цих підходів. Тому ці параметри необхідно розглядати у якості основних вихідних даних розрахунку. Послідовність розрахунку тривалості циклу та його елементів показано на рисунку 2.3.

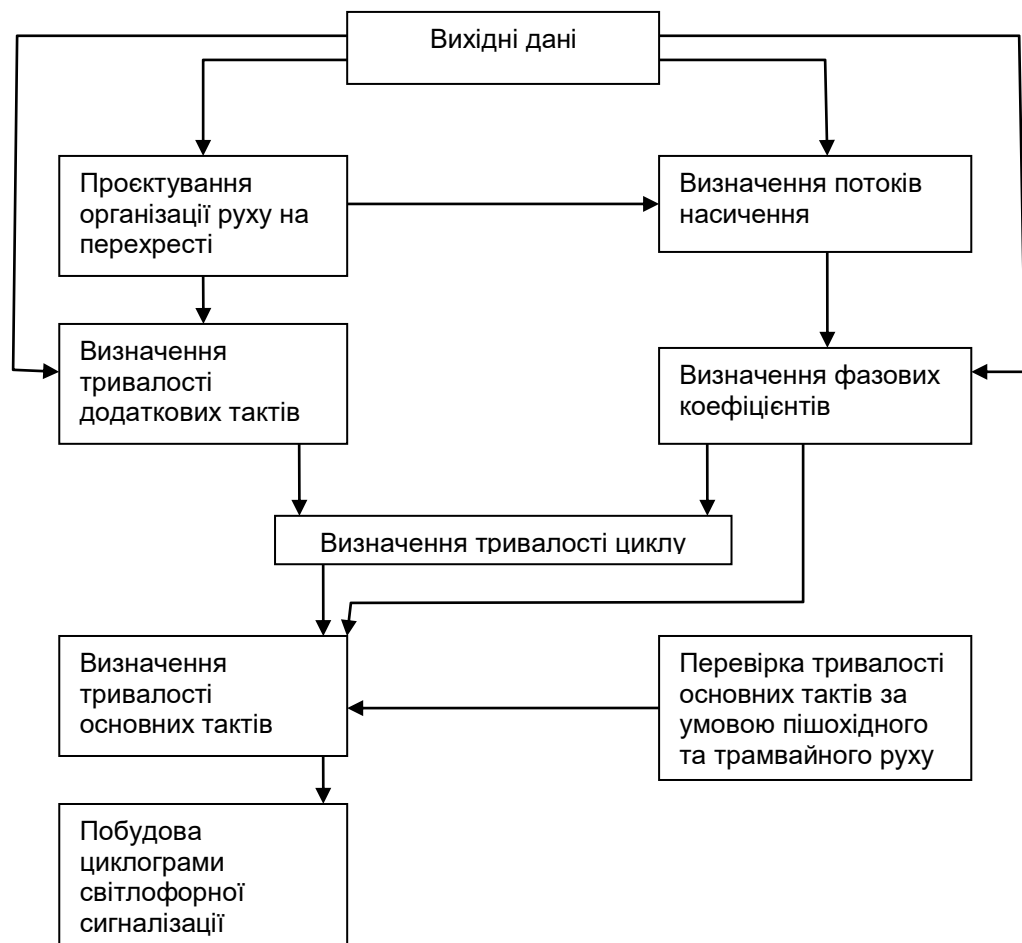


Рисунок 2.3 – Послідовність розрахунку тривалості циклу та його елементів

Основні принципи пофазного роз'їзду [3]:

1. Прагнути до мінімального числа фаз у циклі регулювання.
2. Враховувати, що допускається сполучати в одній фазі лівоповоротний потік, що конфліктує з визначальним тривалість

фази зустрічним потоком прямого напрямку, якщо інтенсивність лівоповоротного потоку не перевищує 120 авт/год.

3. Забезпечувати безконфліктний пропуск пішоходів; у крайньому випадку пішохідний і конфліктуючий з ними транспортні потоки, що повертають, можна пропускати в одній фазі, якщо інтенсивність пішохідного потоку не перевищує 900 чіл/год., а транспортних потоків, що повертають – не перевищують 120 авт/год.

4. Не випускати з однієї і тієї ж смуги транспортні засоби, рух яких передбачено в різних фазах, тобто смуги руху закріплюють за певними фазами.

5. Прагнути до рівномірного завантаження смуг. Інтенсивність руху, у середньому яка приходить на одну смугу, не має перевищувати 700 од/год.

6. При широкій проїзній частині і наявності островців безпеки варто розглядати можливість поетапного переходу пішоходами вулиці протягом двох наступних друг за другом фаз регулювання.

Основний такт є частиною циклу регулювання, пропорційної фазовому коефіцієнту, розрахункове значення якого відповідає максимальному відношенню інтенсивності до потоку насичення для різних підходів до перехрестя в даній фазі. Перехідний інтервал, з огляду на його призначення, залежить від довжини транспортного засобу, визначається планувальною характеристикою перехрестя й швидкістю руху транспортних засобів у його зоні. Дані про перехідні інтервали (втраченому часі) і розрахункових фазових коефіцієнтах лежать в основі розрахунку тривалості циклу регулювання, що може бути скоректована з урахуванням вимог пішохідного або трамвайного руху. Завершальним етапом роботи є побудова циклограми світлофорної сигналізації, на якій відображаються тривалість і порядок чергування сигналів.

Вихідними даними для розрахунку є планувальні й транспортні характеристики перехрестя: ширина проїзних частин, число й ширина смуг у кожному напрямку руху; ширина розділових смуг; ширина тротуарів і радіуси їхнього закруглення; склад транспортних потоків; картограмма інтенсивностей транспортних потоків (у наведених одиницях); середня швидкість руху транспортних засобів

Розрахунок оптимальних локальних режимів проведено за допомогою програмного комплексу «Кросс-13».

Далі наведено порядок проведення розрахунків.

1. На перехресті позначаються з усіх напрямків смуги та стоп-лінії, а також пішохідні переходи. Складається схема напрямів руху транспортних засобів та пішоходів. (лист __ графічної частини). На схемі позначаються можливі траєкторії руху транспортних засобів та пішоходів відповідно до правил дорожнього руху.

Зокрема, слід звернути увагу на те, що при виконанні поворотів ліворуч розглядається варіант, що транспортних засіб після виконання повороту опиниться у крайній правій смузі руху проїзної частини, на яку здійснювався поворот на виконання п.2 розділу 11 Правил дорожнього руху України «нерейкові транспортні засоби повинні рухатися якнайближче до правого краю проїзної частини».

2. Стрілками прокреслюються всі можливі траєкторії руху транспортних засобів та пішоходів. Визначаються конфліктні точки та їх види.

Принцип 2.1. Траєкторії, що входять на перехрестя через одну і ту ж саму стоп-лінію не повинні мати між собою конфліктів 2 та 3 порядків за винятком 2.2.

Виняток 2.2. Не вважається конфліктною точка другого порядку на виїзді з перехрестя між траєкторіями, що виходять з однієї стоп-лінії, якщо вона виникла через звуження ширини проїзної частини.

3. Траєкторії поєднуються у напрями.

Принцип 3.1. Одна і та ж траєкторія може бути включеною лише до одного напрямку.

Принцип 3.2. Траєкторії, що виходять з однієї смуги перед стоп-лінією, мають разом входити до одного напрямку. Траєкторії, для яких виконання цього принципу не є можливим, скасовуються, а рух ними забороняється виходячи з пунктів 10.4 та 11.8 Правил дорожнього руху України.

Принцип 3.3. Траєкторії, що входять до напрямку, не можуть мати конфліктів, окрім винятку 2.2.

Принцип 3.4. До одного напрямку можуть бути включені лише ті траєкторії, що входять на перехрестя через одну стоп-лінію.

4. Напрями поєднуються у фази.

Принцип 4.1. Напрями, введені в одну фазу, не можуть мати конфліктів 2 та 3 порядку, окрім винятку 2.2, 4.2, 4.3.

Виняток 4.2. Не є конфліктним напрям повороту праворуч або правоповоротна траєкторія як частина напрямку з інтенсивністю руху праворуч до 120 од/год та пішохідний напрям, за яким пішоходи переходять проїзну частину, на яку виконується поворот з інтенсивністю до 900 піш/год.

Виняток 4.3. Дозволяється знехтувати конфліктом лівоповоротної траєкторії як частини напрямку з інтенсивністю руху праворуч до 120 од/год із пішохідним напрямом, за яким пішоходи переходять проїзну частину, на яку виконується поворот з інтенсивністю до 900 піш/год, а також із зустрічним напрямом, крім виділеного лівоповоротного, рух за яким регулюється стрілкою додаткової секції.

5. Розкріплення пішохідних напрямів.

Принцип 5.1. Дозволяється розкріпити пішохідний напрям, якщо є острівці безпеки, бульвари, розділювальні смуги з достатньою площею. При цьому пішохідні напрями отримують нові номери.

6. Скорочення напрямів.

Принцип 6.1. Напрямі, що входять на перехрестя через одну стоп-лінію та включені до фаз лише разом без ранніх стартів та зелених додаткових можуть бути поєднані, а зайвий напрям – скорочено. Цей принцип діє і для пішохідних напрямків одного пішохідного переходу.

Шляхом вимірювання на плані перехрестя знаходимо відстані від відповідних стоп-ліній до дальніх конфліктних точок злиття і перетину та заносимо їх до матриці конфліктів В (таблиця 2.5). Траєкторії, рух якими відбувається хоча б частково за дугою кола, позначаємо в матриці знаком мінус.

Таблиця 2.5 – Матриця В

Напрями	1	2	3	5	6
1			-109		
2			109		
3	-23	-15,5		-23	-15,5
5			15		
6			15		

3. Матрицю конфліктів В переводимо в часову матрицю конфліктів t за формулою [1]:

$$t_{i,j} = t_p + \frac{V}{2a} + \frac{B_{i,j} + l_a}{V} + 2 \quad (2.1)$$

де t_p - термін реакції водія, с (0,8., .1.2 с),

v - швидкість руху, м/с (15,2м/с);

a - прискорення уповільнення, $a=2,5...3,0$ м/с²;

$B_{i,j}$ - елемент конфліктної матриці, м;

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

Наприклад, для напрямку регулювання 1:

$$t_{i,j} = 1 + \frac{(55/3.6) \times 0.7}{2 \times 2.75} + \frac{109 + 5}{(55/3.6) \times 0.7} + 2 \approx 16c$$

В даному випадку швидкість руху зменшується на 30% (помножується на 0,7), оскільки траєкторія криволінійна.

Матрицю t наведено в таблиці 2.6

Таблиця 2.6 – Матриця t

Напрями	1	2	3	5	6
1			16		
2			14		
3	8	7		8	7
5			7		
6			7		

4. Неконфліктні напрями групуємо. Лише вони можуть входити до однієї фази разом. Таким чином отримуємо схему пофазового роз'їзду. Схему пофазового роз'їзду наведено на листі 4 графічної частини.

Аналізуючи матрицю конфліктів, можна встановити, що неконфліктні напрями поділяються на групи таким чином, як ще вказано в табл. 2.7

Знаходимо тривалості перехідних інтервалів. Вони визначаються шляхом перебору елементів матриці мінімальних проміжків t залежно від структури переходів, що утворюються між групами безконфліктних напрямів регулювання відповідно до табл. 2.8 та 2.9.

Таблиця 2.7 – Групи неконфліктних напрямків

Номер групи	Номери напрямів
1	1,2,5,6,11,12
2	3,13,14

Таблиця 2.8 – Визначення тривалості першого перехідного інтервалу

Перехід між фазами	Мінімальні проміжки	$t[l,j]$, с
1-2	1-3	16
	2-3	14
	5-3	7
	6-3	7
Максимальне значення, с		16

Таблиця 2.9– Визначення тривалості другого перехідного інтервалу

Перехід між фазами	Мінімальні проміжки	$t[l,j]$, с
2-1	3-1	8
	3-2	7
	3-5	8
	3-6	7
Максимальне значення, с		8

5. Зважаючи на схему пофазового роз'їзду, знаходимо тривалості перехідних інтервалів як максимуми відповідних конфліктів у матриці t .

$$t_{\theta}^1 = 16c \quad t_{\theta}^2 = 8c$$

7. Втрачений у світлофорному циклі час розраховується за формулою [3]:

$$L = \sum_{j=1}^m (t_o^j - 1 - 2) \quad (2.2)$$

де m – кількість фаз регулювання.

$$L = (16 - 3) + (8 - 3) = 18c$$

8. Відповідно до картограми встановлюються інтенсивності руху транспортних засобів за напрямками (табл. 2.10)

Таблиця 2.10 - Інтенсивності руху за напрямками зведених одиниць

Напрямок	Інтенсивність руху, од/год		
	Прямо	Праворуч	Ліворуч
1	340	0	0
2	340	224	0
3	0	140	254
5	214	0	190
6	340	0	0

9. Розраховуємо потоки насичення для всіх напрямів руху за формулою [1]:

$$M_H = 525 \times H, \quad (2.3)$$

де H - ширина проїзної частини, м.

У випадку, коли ширина проїзної частини менша за 5,4 м, значення потоку начислення вибирається з табл. 2.11.

Таблиця 2.11 - Значення потоку начислення

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

Для значень аргументів, що знаходяться між табличними, значення функції знаходиться за допомогою лінійної інтерполяції. Результати розрахунків наведено в табл. 2.12

Таблиця 2.12 - Значення потоків насичення

Напрям регулювання	Смуга	М _н , од./год
1	1	1981.25
2	1	1981.25
3	1	1925
	2	1925
5	1	1981.25
6	1	2275

10. Отримані значення корегуються в залежності від відсоткової частини транспортних засобів, що повертають, у випадку, коли відсоток зведених одиниць, що повертають, більше 10 за формулою [1]:

$$M_H^k = \frac{M_H}{\alpha + 1.25\beta + 1.75\gamma} \quad (2.4)$$

де M_H - величина потоку насичення розрахована для прямого напрямку, од./год;

α, β, γ - частка ТЗ, що рухаються відповідно прямо, праворуч, ліворуч.

Наприклад, для напрямку 2:

$$\alpha = \frac{340}{564} = 0.603,$$

$$\beta = \frac{224}{564} = 0.397$$

$$M_H = \frac{1981.25}{0.603 + 1.25 \times 0.397} = 1802.3 \text{ од} / \text{год}$$

Для інших напрямків результати, розрахунку потоків насичення наведено в таблиці 2.13:

Таблиця 2.13 - Потоки насичення

№ напрямку	1	2	3		5	6
Смуга	1	1	1	2	1	1
α	1	0.603	0	0	0.441	1
β	0	0.397	1	0	0.559	0
γ	0	0	0	1	0	0
M_H^k , од/год	1981.25	1802.3	1540	1100	1738.387	2275

11. Для кожного з напрямів кожної фази регулювання розраховуємо фазові коефіцієнти за формулою [1]:

$$y_i^j = \frac{N_i^j}{M_{i_n}^j} \quad (2.5)$$

де N_i - інтенсивність ТП на i -му напрямі перехрестя, од./год.

Для напрямку 1:

$$y_1^1 = \frac{340}{1981.25} = 0.172$$

Для інших напрямків результати, наведено в таблиці 2.14 (оскільки кожен з напрямів включений до однієї фази, то кожному напрямку відповідає свій коефіцієнт):

Таблиця 2.14 – Фазові коефіцієнти напрямів

№ напрямку	2	3	5	6
y_i^j	0.313	0.231	0.196	0,149

З числа фазових коефіцієнтів напрямів, що включені до фази, обираємо максимальні фазові коефіцієнти фаз :

$$y_{\max}^1 = 0.313 \quad y_{\max}^2 = 0.231$$

Знаходимо фазовий коефіцієнт перехрестя [1]:

$$Y = \sum_{j=1}^m y_{\max}^j \quad (2.6)$$

де m – кількість фаз регулювання.

$$Y = 0.313 + 0.231 = 0.544$$

14. Цикл світлофорного регулювання розраховується залежно від кількості фаз у структурі та інтенсивності дорожнього руху по смугах проїзної частини.

Для інтенсивності руху однією смугою більше за 500 од/год тривалість циклу розраховується за формулою [3]:

$$T_k = \frac{0.9 \times L}{0.9 - Y} \quad (2.7)$$

Для інтенсивності руху однією смугою менше за 500 од/год при двофазному регулюванні тривалість циклу розраховується за формулою [3]:

$$T_k = \frac{2 \cdot L_k}{1 - Y_k} \quad (2.8)$$

Для інтенсивності руху однією смугою менше за 500 од/год при трифазному регулюванні тривалість циклу розраховується за формулою Вебстера [3]:

$$T_k = \frac{1.5 \cdot L_k + 5}{1 - Y_k} \quad (2.9)$$

В нашому випадку цикл регулювання двофазний, інтенсивність руху однією смугою більша за 500 од/год тому тривалість циклу визначається за формулою:

$$T_k = \frac{0.9 \times 18}{0.9 - 0.54} = 45.49c$$

15. Тривалості основних тактів світлофорного циклу визначаємо за формулою [3]:

$$t_o^i = \frac{y^i}{Y}(T_k - L) - 1 - 2 \quad (2.10)$$

Для першої фази регулювання:

$$t_o^i = \frac{0.313}{0.554}(45.49 - 18) - 1 - 2 = 13c$$

Для другої фази регулювання:

$$t_o^i = \frac{0.231}{0.554}(45.49 - 18) - 1 - 2 = 9c$$

16. Проводимо корекцію основних тактів на 7с за формулою [1]:

$$k_1^i = \frac{7}{t_o^i} \quad (2.11)$$

$$k_1^1 = \frac{7}{13} < 1$$

$$k_1^2 = \frac{7}{9} < 1$$

17. Проводимо корекцію основних тактів за пішохідним мінімумом за формулою [2]:

$$k_2^j = \frac{H/Vn + 5 - t_q^i}{t_3^i} \quad (2.12)$$

Наприклад, для 11 пішохідного напрямку:

$$k_2^1 = \frac{7/1.3 + 5 - 3}{13 + 9 + 8} < 1$$

Для інших пішохідних напрямів значення коефіцієнтів корекції наведено в таблиці 2.15:

Таблиця 2.15 – Коефіцієнти корекції за пішохідним мінімумом

Пішохідний напрям	В яку фазу включений	k_2^j
12	1	<1
13	2	<1
14	2	<1

Оскільки максимальний коефіцієнт корекції не перевищує 1, проводити корекцію немає необхідності.

Остаточні значення тривалостей основних тактів дорівнюють:

$$t_o^1 = 13c$$

$$t_o^1 = 9c$$

18. Тривалість циклу складатиме [1]:

$$T_y = \sum_{i=1}^m (t_o^i + t_o^i)$$

$$T_y = (13 + 16) + (9 + 8) = 46c$$

Циклограма світлофорного регулювання в локальному режимі наведена на листі 7 графічної частини.

2.4 ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ СВІТЛОФОРНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ В РЕЖИМІ КООРДИНОВАНОГО УПРАВЛІННЯ

Метою координованого регулювання є забезпечення безупинного руху транспортних засобів вздовж вулиці або магістралі. Координація роботи світлофорів, а також автоматичне управління ними, на сусідніх перехрестях забезпечує зменшення кількості непродуктивних зупинок і гальмувань в потоці, а також рівня транспортних зупинок. Робота світлофорної сигналізації веде до різкої зміни структури і характеру транспортних потоків, в яких з'являються яскраво виражені групи автомобілів. Від таких параметрів груп, як відстань між ними, щільність потоку у групі залежить ефективність роботи світлофорної сигналізації. Параметри груп відображають властивості транспортного потоку.

Сукупність зсувів фаз, тривалість фаз і циклу регулювання для всіх перехресть, які входять до системи координованого регулювання утворюють програму або план координації. Задачею інженерного розрахунку є підготовка програм координації для заданих умов руху. При розробці АСУР і синтезі її структури вимоги до управління в цілому доцільно формулювати як сукупність задач управління, які вибираємо на основі обсягу характеристик і особливостей конкретного об'єкта управління. Множина реально існуючих об'єктів формує множину вимог до управління, якому повинен відповідати набір функцій і, внаслідок цього, визначена структура АСУР.

При координованому управлінні тривалість циклу регулювання приймається рівною або кратною для всіх перехресть. Оскільки по вул. Незалежної України діє система координованого регулювання, цикл приймаємо рівним 81с.

Параметри координованого режиму розраховуються для тих самих інтенсивностей руху та геометричних параметрів перехрестя, що і резервний режим. Розрахунок проводився за допомогою програмного комплексу «Курс-13». Проміжні та кінцеві результати розрахунку дозволяють перевірити результати розрахунку вручну для резервного режиму.

Програма „АПЦ” (“автоматичне програмування циклу”) автоматично виконує конфігурацію світлофорного циклу, проводячи розмітку поля програми „Кросс” після введення з екрану даних про параметри перехрестя та характеристики обраної схеми пофазового роз’їду та транспортне навантаження за кожним з напрямів. За проектом створення автоматизованої системи конфігурації та програмування автоматичних систем управління дорожнім рухом (АСУДР) даній програмі відведено утилітарні функції, тому спосіб введення даних та презентації кінцевих даних не має вирішального значення. А оскільки передача даних до інших блоків та програм здійснюється за допомогою спеціально зашифрованих текстових файлів, то програма легко агрегується до будь-якої системи.

Введення даних до програми автоматичного програмування циклу відбувається з клавіатури ЕОМ шляхом заповнення діалогових вікон у певному порядку.

У діалоговому вікні “Розрахунок проміжних тактів” (див. рис. 2.4) вводиться конфліктна матриця, що характеризує водночас геометричні параметри та організацію руху на перехресті, а також вказуються номери напрямів, для яких максимальна відстань від стоп-лінії до найдалшої конфліктної точки взято на траєкторії повороту (ця обставина має значення для подальшого розрахунку мінімально припустимих часових проміжків між зеленими сигналами конфліктних напрямів. Також у цьому вікні вказується швидкісна та геометрична характеристика транспортних засобів, що прямують через перехрестя.

Розрахунок проміжних тактів

1) Розрахункова швидкість, км/год

2) Розрахункова довжина автомобіля, м

3) Вкажіть напрямки, максимум до ДКТ яких взято по траєкторії поворота

1 2 3 4 5 6

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

4) Матриця конфліктів (відстані до ДКТ, м)

	1	2	3	4	5	6
1	0					
2		0				
3			0			
4				0		
5					0	
6						0

Виконати

Рисунок 2.4 - Діалогове вікно “Розрахунок проміжних тактів”

Фізичний сенс значень елементів конфліктної матриці полягає у тому, що на їх основі розраховується час, що є необхідним для транспортного засобу, який під'їхав до перехрестя у момент закінчення зеленого сигналу та вже не може зупинитися без екстреного гальмування, для того, аби закінчити проїзд перехрестя до того моменту, як на його траєкторії з'являться транспортні засоби, для яких передбачено ввімкнення зеленого сигналу у наступній фазі регулювання (див. рис. 3.7).

Транспортний засіб 1 закінчує рух через перехрестя за траєкторією, що її позначено пунктиром, рухаючись від точки (прямокутник), знаходячись у якій транспортний засіб, що рухається із розрахунковою швидкістю, не може до стоп-лінії зупинитися без використання екстреного гальмування. Ця траєкторія перетинається із траєкторією транспортного засобу 2, що її позначено суцільною тонкою лінією, у конфліктній точці (позначено колом). Таким чином, мінімальний проміжок позначає час, протягом якого транспортний засіб 1 рухається зі встановленою швидкістю від початкової до конфліктної точки.

У наступних діалогових вікнах формалізується обрана для перехрестя схема пофазового роз'їзду, а також вказуються дорожні (кількість та ширина смуг руху, радіус поворотів) та транспортні (інтенсивність у зведених одиницях та напрями руху транспортних засобів) характеристики транспортних та пішохідних напрямів схеми пофазового роз'їзду. Варто зауважити, що, з метою уникнення плутанини, номери транспортних напрямів 1..10, а пішохідних – 10..20.

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

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

Під час введення значень є можливість переміщення між вікнами, до яких вводяться дані для кожної із світлофорних фаз з метою подальшої перевірки введення характеристик схеми пофазового роз'їзду (див. рис. 2.5).

Пофазний роз'їзд													
ФАЗА №1													
Напрямки	0				0				0				
Смуги справа наліво по руху	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Ширина, м													
Інтенсивність руху, од./год в тому числі:													
	прямо												
	праворуч												
	ліворуч												
Радіус поворота, м													
Напрямки	0				0				0				
Смуги справа наліво по руху	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Ширина, м													
Інтенсивність руху, од./год в тому числі:													
	прямо												
	праворуч												
	ліворуч												
Радіус поворота, м													
				Показати Фазу №2					Показати Фазу №3				
										Виконати			

Рисунок 2.5 - Діалогове вікно “Пофазовий роз'їзд”

Діалогове вікно, що його зображено на рисунку 3.9, доповнює дані про пішохідні напрямки у схемі пофазового роз'їзду та надає програмі інформацію про параметри розрахунку корекції структури світлофорного циклу за пішохідними напрямками.

Корекція тривалостей основних тактів за включеними пішохідними напрямками полягає у перевірці можливості переходу проїзної частини або досягнення островця безпеки пішоходом за час, що відведено для основного такту та наступного перехідного інтервалу(рисунок 2.6).

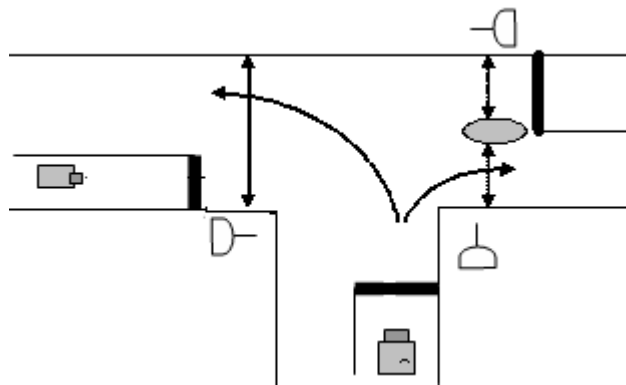


Рисунок 2.6 - Схема одночасного пропуску паралельних транспортних та пішохідних напрямків

Проміжні результати розрахунку наведено в табл. 2.16.

Таблиця 2.16 – Розрахунок параметрів циклу світлофорного регулювання

Параметр	Значення			
1	2	3	4	5
Фаза 1				
Напрямок	1	2	5	6
Некоригований потік насичення, од/год	1981.250	1981.250	1981.250	2275.000
Ширина проїзної частини, м	3.750	3.750	3.750	4.500
Інтенсивність руху прямо, од/год	340.000	340.000	150.000	340.000
Інтенсивність руху праворуч, од/год	0.000	224.000	190.000	0.000

Продовження таблиці 2.16

1	2	3	4	5
Інтенсивність руху ліворуч, од/год	0.000	0.000	0.000	0.000
Радіус виділеної смуги, м	0.000	0.000	0.000	0.000
Загальна інтенсивність руху, од/год	340.000	564.000	340.000	340.000
α	1.000	0.603	0.441	1.000
β	0.000	0.397	0.559	0.000
γ	0.000	0.000	0.000	0.000
Скоригований потік насичення, од/год	1981.250	1802.298	1738.387	2275.000
Фазовий коефіцієнт	0.172	0.313	0.196	0.149
Фаза 2				
Напрямок	3	3	-	-
Смуга	1	2	-	-
Некоригований потік насичення, од/год	1925.000	1925.000	-	-
Ширина проїзної частини, м	3.500	3.500	-	-
Інтенсивність руху прямо, од/год	0.000	0.000	-	-
Інтенсивність руху праворуч, од/год	140.000	0.000	-	-
Інтенсивність руху ліворуч, од/год	0.000	254.000	-	-
Радіус виділеної смуги, м	0.000	0.000	-	-
Загальна інтенсивність руху, од/год	140.000	254.000	-	-
α	0.000	0.000	-	-
β	1.000	0.000	-	-
γ	0.000	1.000	-	-
Скоригований потік насичення, од/год	1540.000	1100.000	--	-
Фазовий коефіцієнт	0.091	0.231	-	-

Тривалості основних тактів регулювання, до яких включено немагістральні напрями(магістраллю є вул. Незалежної України) будемо визначати за формулою для неключових перехресть:

$$t_o^i = \frac{y^i T_u}{0,9} - 1 - 2, c \quad (2.13)$$

Тривалості основних тактів магістральних фаз визначаються в цьому випадку за залишковим принципом за формулою:

$$t_o^i = T_u - \sum_{i=2}^m (t_o^i + t_o^i)$$

Таким чином, провівши розрахунки, отримаємо такі значення:

$$t_o^i = \frac{0.231 \times 81}{0,9} - 1 - 2 = 18c$$

$$t_o^i = 81 - (9 + 8) - 16 = 48c$$

Отримані за допомогою програми МРЛ параметри циклу наведено в табл. 2.17.

Таблиця 2.17 - Параметри світлофорного циклу

Параметр	Значення
Тривалість світлофорного циклу, с	81
Основний такт 1, с	48
Основний такт 2, с	9
Перехідний інтервал 1, с	16
Перехідний інтервал 2, с	8

3 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 РОЗРАХУНОК КАПІТАЛЬНИХ ВИТРАТ

До капітальних витрат відносяться витрати на придбання 10 транспортних світлофорів, 8 пішохідних світлофорів, одного дорожнього контролера та електрообладнання до нього, 270 м кабелю, 8 світлофорних колонок, 11 дорожніх знаків. Також до капітальних витрат належать витрати на кабельні роботи з 270 м кабелю, витрати з монтажу 18 світлофорів, монтажу (демонтажу) 12 дорожніх знаків на стійках.

Капітальні витрати на придбання світлофорів становитимуть з урахуванням необхідності придбання 10 транспортних світлофорів, 8 пішохідних світлофорів та їх вартості 16727 грн, 9884 грн відповідно:

$$K_{cv} = 10 \times 16627 + 8 \times 9884 = 245342 \text{ грн}$$

Витрати на контролер та електрообладнання становитимуть 34188 грн.

Довжина кабелів складає 270м, вартість кабелю складає 56 грн/м, таким чином витрати на кабель становитимуть:

$$K_k = 270 \times 56 = 15120 \text{ грн}$$

Вартість 8 світлофорних стійок по 1614,19 грн складатиме:

$$K_{c.cm} = 8 \times 3552 = 28416 \text{ грн}$$

Витрати на закупівлю дорожніх знаків K_z розраховані в табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Витрати на дорожні знаки

Тип знаку	Вартість 1 знаку	Кількість знаків	Сума
Трикутний	489	0	0
Круглий	601	0	0
Квадратний	622	11	6842
Прямокутний	688	0	0
Табличка		0	0
Разом		11	6842

Довжина кабелів складає 270м, вартість кабельних робіт 363 грн/м таким чином витрати на кабелі дорівнюватимуть:

$$K_m = 270 \times 363 = 98010 \text{ грн} \quad (3.1)$$

Витрати на монтаж 1 світлофора становлять 616 грн., таким чином витрати на монтажні роботи зі світлофорами становлять

$$K_c = (10 + 8) \times 616 = 11088 \text{ грн} \quad (3.2)$$

Витрати на встановлення 11 дорожніх знаків та демонтаж 1 знаку на стовпах з урахуванням вартості встановлення 473 грн/шт. становитимуть:

$$K_z = 12 \times 473 = 5676 \text{ грн}$$

Таким чином, сума капітальних вкладень становитиме:

- на технічні засоби ОДР:

$$K_1 = 245342 + 34188 + 15120 + 28416 + 6842 + = 329908 \text{ грн} \quad (3.3)$$

- на виконання робіт

$$K_3 = 98010 + 11088 + 5676 = 114774 \text{ грн} \quad (3.4)$$

Загальні капіталовкладення дорівнюють:

$$K = 329908 + 114774 = 444682 \text{ грн}$$

3.2 РОЗРАХУНОК ПОТОЧНИХ ВИТРАТ

Поточні витрати складаються з витрат на відновлення дорожньої розмітки, на оплату електричної енергії, що її споживають світлофори, а також робіт, пов'язаних з ремонтом технічних засобів.

За наявності 18 світлофорів, що працюють 10 годин щоденно та потужності одного випромінювача 0,015кВт, та вартості однієї кВт×год електрики 2,5 грн, річні витрати на електроживлення становитимуть з рахуванням того, що контролер споживає 0,03 кВт:

$$C_{ce} = (0,015 \times 18 + 0,03) \times 10 \times 365 \times 2.698 = 2954 \text{ грн / рік}$$

Розрахунок площі дорожньої розмітки наведено в табл.. 3.2

Таблиця 3.2 – Відомість дорожньої розмітки

Тип розмітки	Довжина, м	Ширина, м	Зафарбована частина	Площа, м2
1.1	60	0,1	1	6
1.5	0	0,1	0,33	0
1.6	150	0,1	0,66	9,9
1.7	0	0,1	0,5	0
1.12	14,5	0,4	1	5,8
1.14.3	58	0,4	0,4	9,28
Загалом	282,5			30,98

Витрати на нанесення 1 м² розмітки становлять 94 грн., таким чином витрати на нанесення розмітки:

$$C_n = 30.98 \times 94 = 2912 \text{ грн} \quad (3.5)$$

Амортизаційні витрати на технічні засоби для першого року експлуатації становлять:

$$A = K \times 0,24 = 444682 \times 0,24 = 106724 \text{ грн}$$

Експлуатаційні витрати на ремонт технічних засобів становлять:

$$C_{\text{рем-тз}} = 329908 \times 0,05 = 16495 \text{ грн / рік}$$

Загальні експлуатаційні витрати складають:

$$C = 2912 + 106724 + 16495 + 2954 = 129085 \text{ грн / рік}$$

3.3 ЕКОНОМІЯ ВІД ЗМЕНШЕННЯ ЗАТРИМОК ТРАНСПОРТУ НА ПЕРЕХРЕСТІ

Економія від зменшення затримок на перехресті визначається добутком різниці тривалостей затримок в проектному та базовому варіантах та вартості цієї різниці затримок.

$$E_{затр} = C_{затр.баз} - C_{затр.проект} \quad (3.6)$$

Середня затримка транспортного засобу другорядного напрямку при нерегульованому русі визначається за формулою:

$$\frac{—}{t_{\Delta i}} = \frac{e^{N_z t_{zp}} - N_z t_{zp} - 1}{N_z - N_{\theta} (e^{N_z t_{zp}} - N_z t_{zp} - 1)} + \frac{V_a}{7,2} \left(\frac{1}{a_m} + \frac{1}{a_p} \right), \quad (3.7)$$

де N_z - інтенсивність руху транспортних засобів головною дорогою в обох напрямках, од/с;

N_{θ} - інтенсивність руху транспортного потоку по одній смузі другорядної дороги, од/с;

t_{zp} –граничний інтервал, с (при перетині двосмугової дороги дорівнює 6-8 с; при лівому повороті – 8-13 с; при правому повороті – 4-7 с);

V_a –розрахункова швидкість руху, км/год;;

a_m та a_p –прискорення розгону і гальмування, м/с² (можна приймати $a_m=3,0-4,0$ м/с², $a_p=1,0-1,5$ м/с²).

Другорядним напрямом на перехресті є той, яким транспортні засоби рухаються проспектом Маяковського від просп. Соборного. Напрямок поділяється на 2 траєкторії, якими виконується правий та лівий повороти. Для них визначаємо середні затримки одного транспортного засобу. Для повороту праворуч:

$$t_{np} = \frac{e^{680/3600 \times 4} - 680 / 3600 \times 4 - 1}{680 / 3600 - (140 / 3600)(e^{680/3600 \times 4} - 680 / 3600 \times 4 - 1)} + \frac{55}{7.2} \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{1.5} \right) = 9.14c$$

Для повороту ліворуч:

$$t_{np} = \frac{e^{680/3600 \times 8} - 680 / 3600 \times 8 - 1}{680 / 3600 - (254 / 3600)(e^{680/3600 \times 8} - 680 / 3600 \times 8 - 1)} + \frac{55}{7.2} \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{1.5} \right) = 50.62c$$

Річна затримка при нерегульованому русі на перехресті складає

$$Z_{нерег} = 365 \times 10 \sum \frac{t_{\Delta i} \times N_i}{3600} \quad (3.8)$$

$$Z_{нерег} = 365 \times 10 \times \frac{(9.14 \times 140) + (50.62 \times 254)}{3600} = 14333.43 \text{ год} / \text{рік}$$

За даними програми МРЛ, сумарна річна затримка за напрямками регулювання складає 12567.561 год/рік. Таким чином, економія часу

від введення регулювання становитиме 1765,87 год/рік у розрахунку для приведених до легкового автомобіля одиниць.

Вартість цієї різниці визначається таким чином:

$$C_{тз} = \frac{Z_{заг} \times D_i \times S}{K_{зв}} \quad (3.9)$$

де $Z_{заг}$ - загальні транспортні затримки, год/рік;

D_i – частка в потоці транспортних засобів i – го виду;

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

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

Наприклад, для мікроавтобусів:

$$C_{мікр} = \frac{1765,87 \cdot 0,07 \cdot 400}{1,5} = 82,4 \cdot 400 = 32962,9 \text{ грн / рік}$$

Розрахунок вартості затримок пасажирів транспортних засобів провадиться за формулою:

$$C_{пас} = \frac{Z_{заг} \times D_i \times \Pi \times K_{впм} \times S_g}{K_{зв}} \quad (3.10)$$

де Π – пасажиромісткість i -го виду ТЗ;

$K_{впм}$ – коефіцієнт використання пасажиромісткості;

S_g – вартість години часу пасажирів.

Таблиця 3.3 – Параметри розрахунку вартості затримок

Тип транспортного засобу	легкові	вантажні	автобуси	мікроавт
Доля в потоці, %	80	12,5	0,5	7
Коефіцієнт зведення	1	2	3	1,5
Пасажиромісткість	4		50	18
Коеф. використ. пасажиромісткості	0,4		0.75	0.75
Вартість машино-години, грн	300	600	750	400
Вартість години людини, грн	25,13			

Продовження таблиці 3.3

Вид транспортного засобу	легкові	вантажні	автобуси	мікроавт	РАЗОМ
Транспортні затримки фізичних ТЗ, год/рік	1412,7	110,4	2,9	82,4	1608,413
Вартість затримок пасажирів, грн/рік	56801,7	0	2773,5	27957,1	87532,28
Вартість згаяних машино-годин, грн/рік	423808,8	66220,1	2207,3	32962,9	525199,2
ЗАГАЛОМ, грн/рік	480610,5	66220,1	4980,9	60920	612731,4

$$E_{затр} = 612731,4 \cdot 0,2 = 122546 \text{ грн/рік}$$

3.4 ЕКОНОМІЯ ВІД ЗМЕНШЕННЯ ЧИСЛА ТА ВАЖКОСТІ ДТП

Економія від зменшення числа ДТП встановлюється порівнянням збитків від ДТП на ділянці вулично дорожньої мережі до та після впровадження заходів.

$$E_{ДТП} = C_{ДТПдо} - C_{ДТПпісля} \quad (3.11)$$

З урахуванням коефіцієнту зниження аварійності k :

$$E_{ДТП} = C_{ДТПдо} - kC_{ДТПдо} \quad (3.12)$$

Коефіцієнт зниження аварійності розраховується на основі частинних коефіцієнтів за формулою:

$$k = \prod (1 - k_i) \quad (3.13)$$

де k_i - частинні коефіцієнти зниження аварійності (таблиця 3.4)

Таблиця 3.4 - Значення k_i

Захід	k_i	$1-k_i$
Встановлення дорожніх знаків	0,34	0,66
Встановлення світлофорів	0,35	0,65
Горизонтальна розмітка перехрестя	0,38	0,62
Добуток коефіцієнтів		0,33598

$$k = 0,26$$

Розрахунок ефекту по ДТП наведено в табл. 3.5 та 3.6.

Таблиця 3.5 - Збитки від ДТП

Наслідки ДТП	Збиток від одного ДТП, грн
Матеріальні збитки	100000
Середні поранення	125000
Важкі поранення	150000
Смертельний випадок	200000

Таблиця 3.6 - Розрахунок збитків від ДТП

Наслідки ДТП	Збиток від одного ДТП, грн	Кількість ДТП за рік	Збиток за рік за базою, грн/рік	k	Збиток за рік за проектом, грн/рік
Матеріальні збитки	100000	7	700000	0,66	462000
Середні поранення	125000		0	0,66	0
Важкі поранення	150000		0	0,66	0
Смертельний випадок	200000		0	0,66	0
Загалом		7	700000	0,66	462000

$$E_{\text{ДТП}} = 700000 - 462000 = 238000 \text{ грн / рік}$$

3.5 РОЗРАХУНОК ЧИСТОГО ЗВЕДЕНОГО ДОХОДУ

Сумарна економія без урахування поточних витрат від впровадження заходів ОДР розраховується за формулою:

$$E = E_{затр} + E_{ДПП} \quad (3.14)$$

$$E = 122546 + 238000 = 360546 \text{ грн} / \text{рік}$$

Економічні показники проекту з урахуванням ставки дисконту 25%, норм амортизації 8% та 24% та зменшення економії щорічно на 5% вказано в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Економічні показники проекту

Роки	Економія, грн	Капітальні вкладення, грн	Залишкова вартість тех. засобів, грн	Поточні витрати, грн/рік
0	360546	444682	444682	22361
1	342519		337958	22361
2	325393		256848	22361
3	309123		195205	22361
4	293667		148356	22361
5	278984		112750	22361
Разом,	1910231	444682		134166
Роки	Амортизація тех. засобів, грн/рік	КД	NPV, грн	Накопичення NPV, грн
0	106724	1,00	-213221	-213221
1	81110	0,80	191238	-21983
2	61644	0,64	154488	132506
3	46849	0,51	122835	255341
4	35605	0,41	96543	351884
5	27060	0,33	75223	427107
Разом,	358995		427107	

Термін окупності проекту – 3 роки.

Таблиця 3.8 -Техніко-економічні показники проекту

Показник	Базове значення	Проектне значення
Капітальні вкладення, грн.	-	444682
Річні експлуатаційні витрати, грн	-	
Затримки транспорту і пасажирів, год/рік	14333	12568
Економія від зменшення затримок, грн/рік	-	122546
Економія від зменшення кількості та важкості ДТП, грн./рік	-	238000
Витрати від ДТП, грн/рік	700000	462000
Загальна економія, грн./рік	-	360546
Термін окупності проекту, років	-	3

Техніко-економічні показники наведено на листі 8 графічної частини.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі розглядається небезпека, яка може вплинути на дослідника під час роботи на ПК. Розроблені заходи по їх усуненню.

4.1. Аналіз потенційних небезпек

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

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

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

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

- монотонність роботи за ПК приводить до швидшої втоми, це більш ніж 600 однакових дій упродовж 75 % робочого часу за годину. Монотонність роботи, не ергономічність робочого місця призводить до захворювань загально-невротичного характеру у

вигляді підвищеної загальної втоми, головного болю, відчуття важкості голови, поганого сну.

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

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

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

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

- негативний вплив шкідливих факторів середовища в дослідницькій лабораторії облаштованої ПК .

4.2. Заходи по забезпеченню безпеки

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

документи повністю збігаються в частині рівнів ЕМІ з вимогами МРР 11.

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

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

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

7.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

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

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

Рівні позитивних і негативних іонів в повітрі приміщень з комп'ютерною технікою повинні відповідати санітарно-гігієнічним нормам ГН 2152-80 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень», які наведені в таблиці.

Таблиця -Рівні іонізації повітря приміщень з комп'ютерною технікою

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

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

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

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

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

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

Оцінку рівня умов, важкості та напруженості праці за бальною шкалою розглянемо на прикладі оцінки факторів виробничого середовища для дослідника лабораторії обладнаної ПК.

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

Відповідно до додатків методичних вказівок [13], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для інженера-дослідника центральній заводської лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 1б.

З додатків [13], відповідно до категорії робіт 1б, розряду зорових робіт Б-1 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

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

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

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

Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{\text{вим}}$	Час дії год.(хв.)	ГДК, ГДР, показники, $P_{\text{доп}}$	$X_{\text{визн}}$, бали	Клас умов праці	X_i , бали
1	2	3	4	5	6	7
Мікроклімат за ТНС-індексом, t , °C	28,3	8	22,9-25,8	4	3.4	4
Освітленість приміщення E , лк	250	8	300	—	3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $Z_{\text{ор}}$	Б-1	—	—	—	—	—
Рівень шуму L , дБА	102	5	60	—	3.3	1,88
Загальні енергозатрати організму, Bm	240	8	290	0,83	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	55000	8	40000	1,38		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	83	8	75	1,11		
Тривалість робочого дня, год.	8	8	8	0,15		

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

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

$$X_{\text{визн}} = \frac{P_{\text{вим}} \cdot T \cdot K_{\text{знач}}}{8 \cdot P_{\text{доп}}} = \frac{240 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,83;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{55000 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,38;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{84 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 1,11;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{8 \cdot 8 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,15;$$

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

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{визн} = 4$, з таблиці 7.2 [13] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вум} = 250$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [13] – 3 клас, 1 ступінь (3.1);

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{вум} = 102$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [13] – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

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

$$X_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,83 + 1,38 + 1,11 + 0,15 = 3,46$$

З таблиці 7.3 [13] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{\text{сум}} = 3,46$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

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

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

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{\text{cm}} = X_i = 4$;

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 3 класу, 1 ступеню умов праці та діє протягом 8 годин, тому коректування не потрібно – $X_{\text{cm}} = X_i = 1$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці та діє протягом 8 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [13]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{3 \cdot 5}{8} = 1,88$$

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

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

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 4 + 1 + 1,88 + 3 = 9,88$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{факт} = 9,88$, на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [13]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 20 %.

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

1. Умови, важкості та напруженості праці на робочому місці інженера-дослідника центральній заводської лабораторії, згідно

результатів досліджень, належать до 3 класу, 3 ступеню (особливо важкі та особливо шкідливі умови праці), що не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до даного робочого місця;

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

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - $20,2-22,8^{\circ}\text{C}$;
- освітленість приміщення для роботи з дисплеями й відеотерміналами відповідає розряду зорових робіт Б-1, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 300 \text{ лк}$;
- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 60 дБА ;
- загальні енергозатрати організму, до 175 Вт ;
- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 20000;
- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 50%;
- тривалість робочого дня, 6 або 7 год.

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

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

- для забезпечення нормованої освітленості приміщення яка відповідає розряду зорових робіт необхідно провести додаткові розрахунки та визначитися з потужністю ламп, типом ламп та світильників та їх раціональним розміщенням;

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

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

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

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

4. Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [13], у розмірі 20%

4.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

4.4.1 Заходи з пожежної безпеки

Оскільки приміщення дослідницької лабораторії, що обладнане ПК, має площу 34 м², тому відповідно до вимог п. 5 розділу VI «Вибір типу та необхідної кількості вогнегасників», «Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників», затверджених наказом МВСУ

15.01.2018 № 25 та зареєстрованих в МЮУ 23.02.2018 р. за № 225/31677 для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, передбачені вуглекислотні вогнегасники типу ВВК-3,5 у кількості 2 штук (з розрахунку один вогнегасник з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг. і більше, на 20 м² площі приміщення). Додатково, на кожному поверсі будівлі, в якій розміщене приміщення обладнане ПК з ВДТ, передбачене два переносних порошкових вогнегасника – ВП-5. Відстань між вогнегасниками та місцями можливих загорянь не перевищує 10 м.

Оцінка надійності системи матеріально-технічного постачання й виробничих зв'язків

Матеріально-технічне постачання є одним з найважливіших факторів забезпечення стійкості роботи промислових об'єктів в особливий період.

Основними завданнями матеріально-технічного постачання є забезпечення підприємства сировиною, матеріалами, паливом, електроенергією, комплектуючими виробами та вузлами, інструментами, оснащення формувань цивільного захисту (далі ЦЗ) технікою, засобами індивідуального захисту, приладами радіаційної і хімічної розвідки, засобами зв'язку, а також своєчасне та повне забезпечення формувань ЦЗ продовольством, медикаментами, медичним майном, обмінними одягом, білизною та взуттям, горючими і мастильними матеріалами, будівельними матеріалами та іншими засобами, необхідними для їх дій.

В особливий період матеріально-технічне постачання може бути порушене внаслідок знищення запасів матеріальних засобів на складах і базах, виходу з ладу підприємств-постачальників і об'єктів

енергетики, руйнування транспортних комунікацій, ліній електропередач і зв'язку та радіоактивного зараження запасів продовольства. Тому завчасне проведення оцінки стійкості системи матеріально-технічного постачання та виробничих зв'язків і вживання необхідних заходів по підвищенню надійності їх у особливий період багато в чому визначають стійкість роботи об'єктів господарювання.

При оцінці надійності системи матеріально-технічного постачання та виробничих зв'язків визначаються: запаси (резерв) сировини, палива, комплектуючих виробів безпосередньо на об'єкті, а також на складах і базах; умови зберігання; система поставки готової продукції споживачам; стійкість існуючих і запланованих на особливий період зв'язків з постачальниками; можливості транспорту і засобів механізації вантажно-розвантажувальних робіт; можливості використання місцевих джерел сировини та енергії; якість планування і організації матеріально-технічного забезпечення заходів ЦЗ і дій формування ЦЗ при веденні рятувальних невідкладних аварійно-востановлювачих робіт (далі СНАВР) та відновленні порушеного виробництва.

Резерв матеріальних засобів безпосередньо на об'єкті гарантує можливість його роботи у випадку часткового або повного порушення системи постачання. У цих цілях відповідними міністерствами і відомствами заздалегідь установлюються для підприємств запаси засобів, що забезпечують їх роботу на певні строки.

Запаси матеріальних засобів зберігаються розосереджене безпосередньо на об'єктах господарювання і у заміській зоні в місцях, де вони найменше можуть бути піддані знищенню в особливий період.

Оцінюючи можливість роботи підприємства за рахунок використання запасів, важливо встановити не тільки відповідність наявних запасів сировини, палива, комплектуючих виробів

установленим нормам, але і ступінь забезпечення ними виконання програми виробництва, а також необхідність і розміри їх збільшення.

При оцінці умов зберігання запасів матеріальних засобів важливо встановити можливість надійного і розосередженого зберігання їх безпосередньо на об'єкті та у заміській зоні, а також стан і стійкість складських приміщень. При цьому слід урахувати, що безпосередньо на об'єкті можуть зберігатися ті види сировини та матеріалів, які мало піддані впливу вражаючих факторів зброї масового ураження (важкі металеві вироби та заготовки, залізобетонні блоки і конструкції, концентрати руд та кам'яне вугілля). Види сировини і матеріалів, що не мають такої властивостями, повинні зберігатися в основному в заміській зоні. На об'єкті може втримуватися тільки мінімально необхідна кількість цих матеріалів для забезпечення безперервного виробничого процесу.

Самий надійний спосіб зберігання резервів - розміщення їх під землею в пристосованих для цих цілей гірських виробленнях, у природніх порожнинах та в спеціально побудованих підземних сховищах.

При оцінці умов зберігання готової продукції і системи поставки її споживачам установлюється, яка кількість готової продукції може виявитися на підприємстві в момент нанесення удару та можливість відправлення її споживачам. Вивчається стійкість існуючих і намічуваних на особливий період транспортних зв'язків зі споживачами.

При оцінці надійності існуючих і намічуваних на особливий період виробничих зв'язків ураховується стійкість підприємств-постачальників і транспортних зв'язків з ними. Це питання повинно вирішуватися разом з підприємствами-постачальниками та транспортними організаціями. При цьому виявляються найбільш

уразливі місця транспортних комунікацій, можливості встановлення запасних маршрутів, а також можливість заміни одного виду транспорту іншим. Наприклад, залізничного - водним або автомобільним і навпаки.

На основі аналізу характеристик автомобільного і автокарного парку, залізничного хазяйства, гаражів, ремонтної бази, акумуляторного хазяйства, складів пально-мастильних матеріалів і заправних пунктів, а також засобів механізації підйомних і вантажно-розвантажувальних робіт визначаються транспортні можливості підприємств для виробничих перевезень.

При оцінці планування та організації матеріально-технічного забезпечення заходів ЦЗ визначаються: наявність і реальність планів матеріально-технічного забезпечення будівництва відсутніх захисних споруд, проведення розосередження та евакуації робітників, службовців і їх родин, ведення СНАВР і робіт по відбудові порушеного виробництва; підготовка служб матеріально-технічного постачання, торгівлі і харчування; підготовка формувань служб (рухомі пункти харчування, рухомі пункти продовольчого постачання, рухомі пункти речового постачання, ланки підвозу води, рухомі автозаправні станції); запаси спеціальної техніки, засобів індивідуального захисту, приладів і іншого майна для оснащення формувань ЦЗ; надійність захисту запасів матеріальних засобів від зброї масового ураження; можливості матеріально-технічної бази в заміській зоні і шляхи її вдосконалення та розширення.

Отримані результати оцінки узагальнюються, аналізуються і на основі цього робляться висновки, у яких визначаються заходи щодо підвищення надійності матеріально-технічного постачання об'єкта в особливий період.

Висновки до розділу

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

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі досліджено заходи щодо вдосконалення організації дорожнього руху на перехресті вул. Незалежної України та проспекту Маяковського м. Запоріжжя шляхом зміни дислокації технічних засобів організації дорожнього руху, введення світлофорного регулювання та застосування автоматизованих систем управління дорожнім рухом.

В результаті аналізу дорожньо транспортної ситуації за базовим варіантом встановлено недоліки існуючої ситуації, до яких, зокрема відноситься наявність дорожньої аварійності, значні затримки транспортних засобів перед, невідповідність розташування і застосування дорожніх знаків та розмітки діючим нормативам, відсутність світлофорного об'єкту у місці, де порівняння інтенсивностей зумовлює необхідність введення світлофорного регулювання.

Запропоновано впровадження таких заходів організації дорожнього руху: встановлення дорожніх знаків, наведення дорожньої розмітки введення світлофорного регулювання.

В результаті виконання цих заходів економія від зменшення кількості та важкості ДТП складатиме 238000 грн/рік, а загальна економія - 360546 грн/рік при капітальних витратах 444682 грн.

Таким чином, застосування розроблених заходів можна вважати економічно доцільним і таким, що позитивно впливає на стан безпеки дорожнього руху, сприяє ліквідації передзаторових ситуацій і покращенню рівня зручності дорожнього руху.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кременец Ю.А., Печерский М.П. Технические средства организации дорожного движения. – М.: Академкнига, 2005. – 279 с.
2. ДСТУ 4158-2003. Безпека дорожнього руху. Автоматизовані системи керування дорожнім рухом. Загальні вимоги. – К.: Держстандарт України. – 12 с.
3. ДСТУ 4157-2003. Безпека дорожнього руху. Засоби технічні периферійні автоматизовані системи керування дорожнім рухом. Загальні технічні вимоги та вимоги безпеки дорожнього руху. - К.: Держстандарт України. – 15 с.
4. ДСТУ 4100-2014. Знаки дорожні. Загальні технічні вимоги. Правила застосування. - К.: Держстандарт України.
5. ДСТУ 2587-2010. Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Правила застосування. - К.: Держстандарт України.
6. ДСТУ 4092-2002. Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги. Правила застосування. - К.: Держстандарт України.
7. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни “Організація дорожнього руху” для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 8.100401 “Організація і регулювання дорожнього руху” / Укл. ст. викл. Райда І.М., ас. Грицай С.В. - Запоріжжя: ЗНТУ, 2006. –72 с.
8. www.gis.zp.ua Вид з екрану.
- 9 Луканин, В. Н. Промышленно-транспортная экология [Текст] : учебник для вузов / В. Н. Луканин, Ю. В.Трофименко ; под ред. В. Н. Луканина. - М. : Высшая школа, 2001. - 273с.
- 10 www.asud.narod.ru Вид з екрану.

11. Руководство по проектированию и внедрению автоматизированных систем управления дорожным движением на базе АССУД. – М.: ВНИИБДД МВД СССР, 1981. – 232 с

12. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [На заміну ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 ; чинний від 2014-05-30]. К. : МОЗ України, 2014. 37 с. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>. (Державні санітарні норми та правила)

13. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання / Укл.: Лазуткін М. І., Журавель М. О. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 44 с.

14. ДСанПіН 3.3.2.007-98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин. [Чинний від 1998-12-10]. К. : МОЗ України, 1998. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=2445>. (Державні санітарні правила та норми)