

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему ОПТИМІЗАЦІЯ РЕГУЛЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ
НА ПЕРЕХРЕСТІ ВУЛ. О. ГОВОРУХИ ТА ВУЛ. ПАРАМОНОВА
М. ЗАПОРІЖЖЯ

Виконав: студентка ІІ курсу, групи Тз-310м

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

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


Юлія ПАМІРОВА
(прізвище та ініціали)

Керівник  Геннадій БАБУШКІН
(прізвище та ініціали)

Рецензент  Андрій СОСИК
(прізвище та ініціали)

1. Тема проєкту (роботи) Оптимізація регулювання дорожнього руху на перехресті вул. О. Говорухи та вул. Парамонова м. Запоріжжя
керівник проєкту Бабушкін Геннадій Федорович, д-р техн. наук, професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від «05» листопада 2021 р. №426
2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 30.11.2021 р.
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) схема вулично-дорожньої мережі району проектування; схема перехрестя; статистика дорожньо-транспортних пригод на перехресті; швидкості руху транспортних засобів на підходах до перехрестя; існуюча схема ТЗОДР; існуючий режим регулювання на перехресті; існуючі інтенсивності пішохідних та транспортних потоків
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. 2. Основна частина. 2.1 Визначення швидкості руху; 2.2 Розрахунок елементів СФР; 2.3 Багатопрограмне регулювання на ізолюваному перехресті; 2.4 Ізолюване адаптивне регулювання на перехресті; 2.5 Розробка структури та вибір технічних засобів АСУ ДР 3. Економічна частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Презентація магістерської роботи.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання «01» жовтня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	18.10-30.10	
2	Основна частина	01.11-13.11	
3	Економічна частина	15.11-20.11	
4	Охорона праці	22.11-26.11	
5	Оформлення МР	27.11-30.11	
6	Перевірка МР на плагіат	01.12-10.12	
7	Отримання зовнішніх рецензій	13.12-18.12	
8	Захист магістерських робіт	20.12-24.12	

Студент(ка)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Юлія Памірова
(прізвище та ініціали)

Геннадій БАБУШКІН
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 65 с., 11 табл., 24 рис., 1 додаток, 19 джерел.

ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНА ПРИГОДА, ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ, ПЕРЕХРЕСТЯ, ПІШОХІДНІ ПОТОКИ, ПОТІК НАСИЧЕННЯ, ТАКТ, ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК, ФАЗА, ЦИКЛ РЕГУЛЮВАННЯ.

Об'єкт дослідження – перехрестя вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова м. Запоріжжя.

Мета роботи – оптимізація регулювання дорожнього руху транспорту та пішоходів на перехресті вул. О. Говорухи та вул. Парамонова.

Методи дослідження – аналітичний.

Спроектовано системи АСУДР 1.2 та АСУДР 1.3 на перехресті вул. О. Говорухи та вул. Парамонова м. Запоріжжя.

Запропоновані заходи поліпшення безпеки руху пішоходів, транспортних засобів; знижено втрати часу учасників руху заданому на перехресті.

Розроблені схеми ТЗОДР забезпечать соціальний та економічний ефект.

ЗМІСТ

	С.
Завдання на роботу	2
Реферат	4
Вступ	6
1 Аналітична частина	7
2 Основна частина	20
3 Економічна частина	41
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	52
Висновки	53
Перелік джерел посилання	54
Додаток А Заходи з ОП	56

ВСТУП

Дорожня мережа нашої держави була збудована в той період, коли кількість транспортних засобів (ТЗ) разом з вимогами до участі у дорожньому русі (ДР) були значно меншими, ніж сьогодні [1].

Дороги та вулиці міст зазвичай пристосовувалися до особливостей рельєфу та території проектування, а від так, для них характерна велика кількість поворотів, підйомів та спусків. Вони часом завузькі та з інтенсивним рухом ТЗ та пішоходів [1].

Для зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП), які стаються на перевантажених вулицях, та підвищення пропускної спроможності, потрібно їх реконструювати [2].

При реалізації заходів щодо організації дорожнього руху (ОДР) особлива роль належить впровадженню ТЗ ОДР: світлофорів, детекторів транспорту, дорожніх знаків, дорожньої розмітки і т.ін. та розширення проїзної частини вулиць. Додаткові проблеми створює нерівномірність інтенсивності руху учасників протягом року, місяця, доби, години [2].

ТЗОДР сприяють збільшенню оперативності управління ДР, зменшують тривалість затримок учасників, кількість непродуктивних зупинок та гальмувань. Доцільність впровадження АСУДР відповідного рівня визначається порівнянням економічного ефекту [1].

Ця робота присвячена заходам з оптимізації регулювання дорожнього руху на перехресті вул. О. Говорухи та вул. Парамонова міста Запоріжжя.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

Перехрестя вул. Чкалова, вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова розташоване у м. Запоріжжя.

Запоріжжя виділяється вигідним геополітичним та природно-географічне положенням.

Місто Запоріжжя є обласним центром нашої держави. Населення складає більше 815 тис. осіб.

У складі міста 7 районів:

Річка Дніпро розділяє місто на дві частини.

Вулично-дорожня мережа (ВДМ) міста утворюється міськими та районними магістралями (див. рисунок 1.1).

Перехрестя вул. Чкалова, вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова знаходиться в Комунарському районі м. Запоріжжя.

Площа району - 61 кв. км.

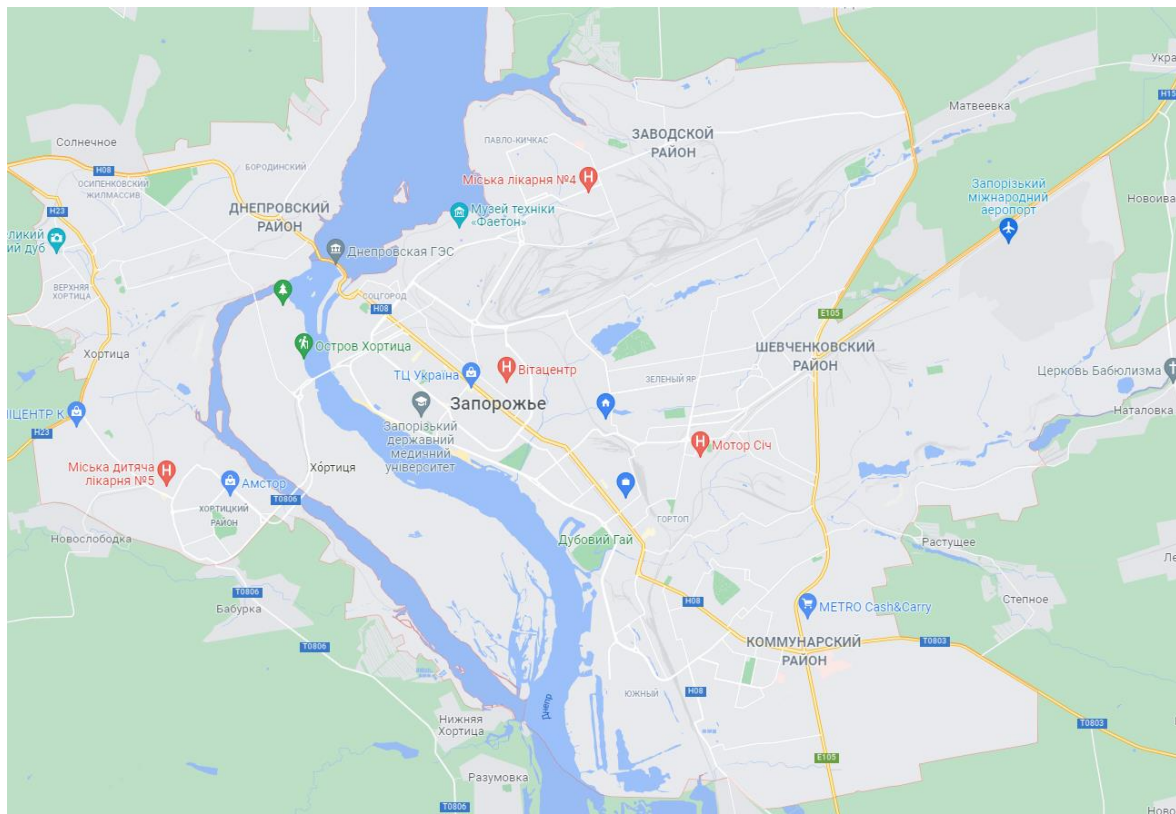


Рисунок 1.1 – Карта м. Запоріжжя

В районі зареєстровано більше 300 тис. приватних та державних ТЗ.

В районы нерівномірна щільність вулиць.

В роботі розглядається перехрестя вул. Чкалова, вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова (див. рисунок 1.3).

На вул. Чкалова, вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова спостерігається незадовільний стан покриття, або його відсутність взагалі.

Перетин на перехресті великої кількості вулиць знижує безпеку. Відсутність покриття по вул. Чкалова знижує пропускну спроможність та провокує ДТП.

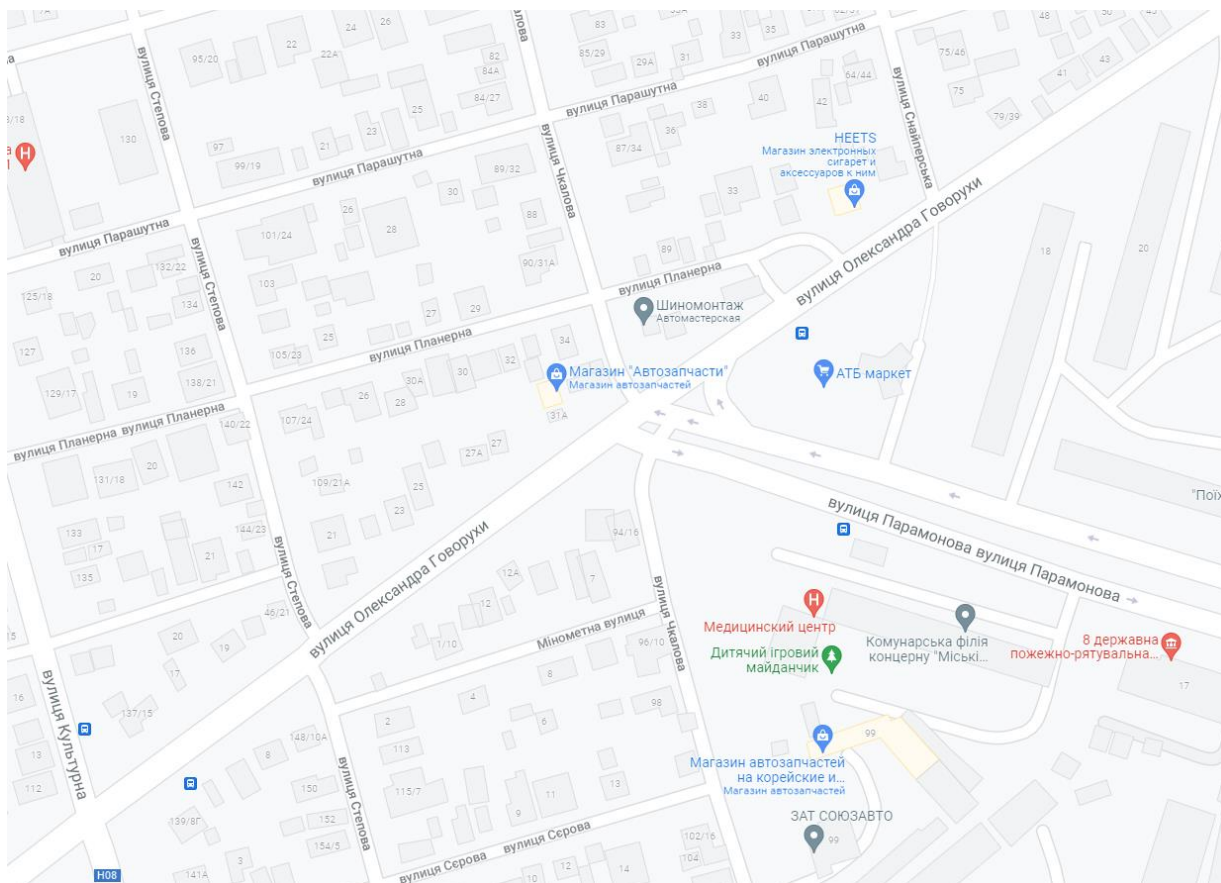


Рисунок 1.3 – Схема перехрестя

На перехресті вул. О. Говорухи та вул. Парамонова ПЧ вулиці мають по одній та по дві смуги руху в кожному з напрямів.

Ширина смуг від 3.25м до 5м.

Рух по вулицям двобічний.

На підходах до перехрестя незначні ухили.

Дорожні умови середні.

Стан дорожнього одягу неналежний.

Зупинка міського транспорту по вул. Олександра Говорухи (на вимогу) не обладнана «кишенею», що обумовлює затримки ТЗ на виході з перехрестя.

Вибір схем ТЗОДР залежить від інтенсивності різних ТП та кількості смуг [3].

На перехресті вул. Чкалова, вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова однопрограмне регулювання.

Цикл СФР - 72с у три фази.

Схема пофазного роз'їзду (трифазний цикл регулювання) наведена на рисунку 1.4.

На рисунку 1.5 зображена циклограма СФР на перехресті вул. Чкалова, вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова.

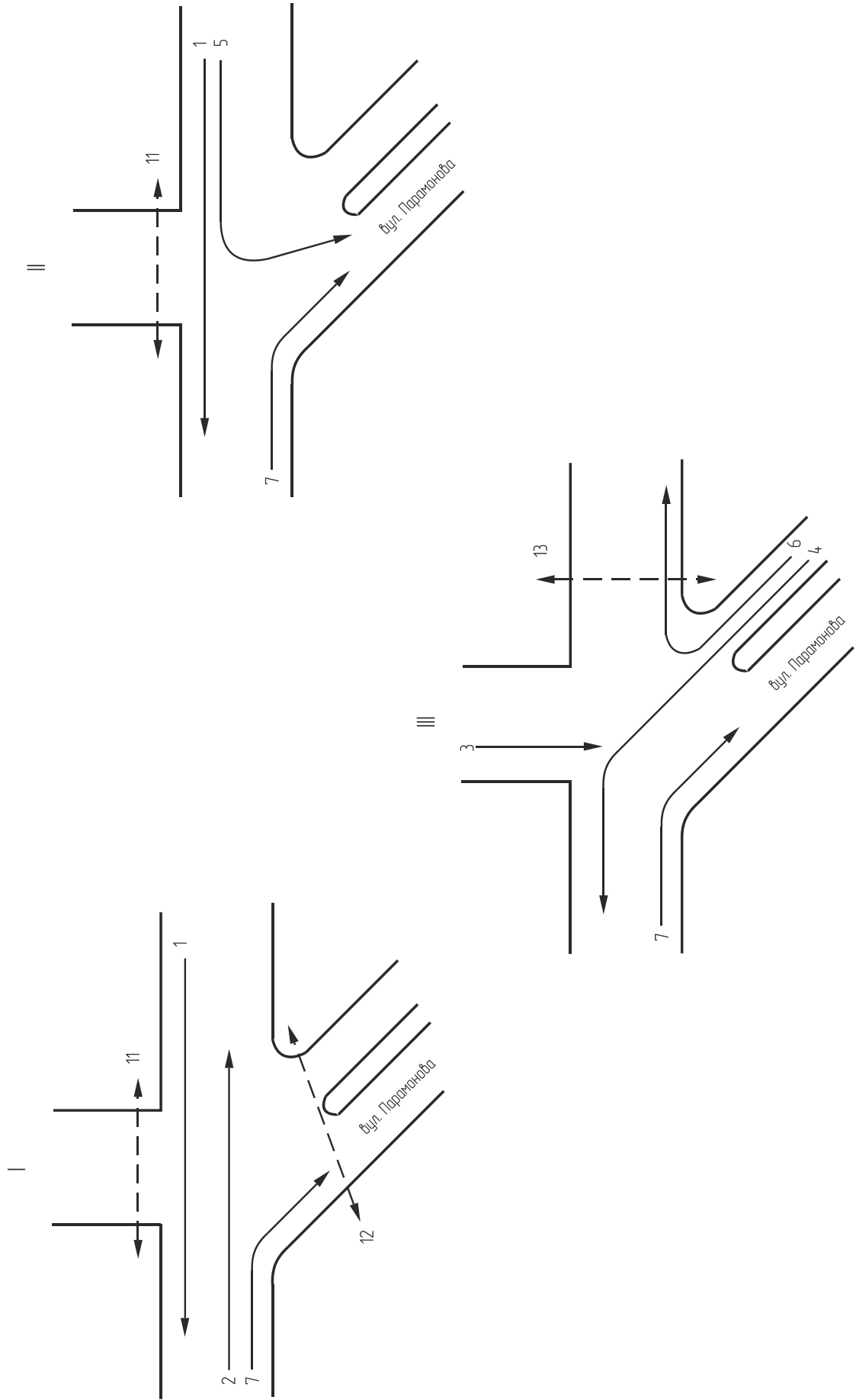


Рисунок 1.4 – Фази СФР

Оптимізація регулювання на перехресті вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова виконується на основі аналізу інформації про ТП, ПП та ДУ перехрестя та підходів до нього.

Основні характеристики ДР: інтенсивність руху ТЗ та пішоходів; склад потоків; щільність потоків; швидкості руху; тривалості затримок ТЗ [2].

Досліджувалися інтенсивності ТП вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова.

Час пік: з 7:00 год. до 8:00 год.; вечір з 16:30 год. до 17:30 год.; міжпік з 12.00 год. до 13.00 год.

Вимірювання проводилися по вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова.

Картограми ТП наведені на рисунках 1.6 - 1.8.

Далі за допомогою радару визначалися швидкості ТЗ.

Дослідження перехрестя вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова виконувалися в середу, у міжпік, у нерегульованому режимі СФР.

Результати зведені у таблицю 1.1 та таблицю 1.2.

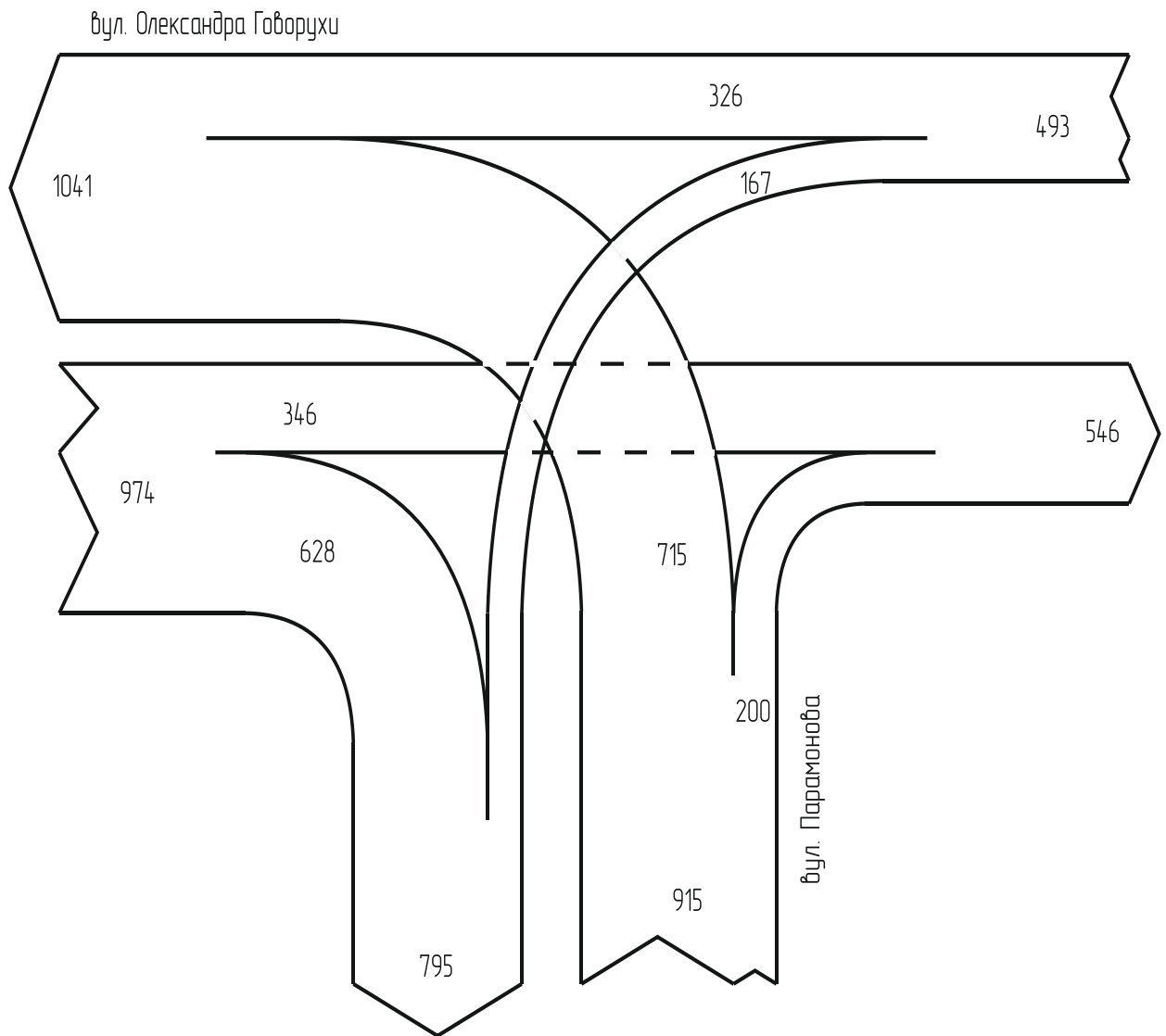


Рисунок 1.6 - Картограма у ранковий пік

Розрахунок виконувався у програмі Statistica, розподіл швидкостей ТЗ нормальний.

Після обробки програмою отримано $\bar{V} = 49,5 \text{ км/год}$, $\sigma_V = 6 \text{ км/год}$.

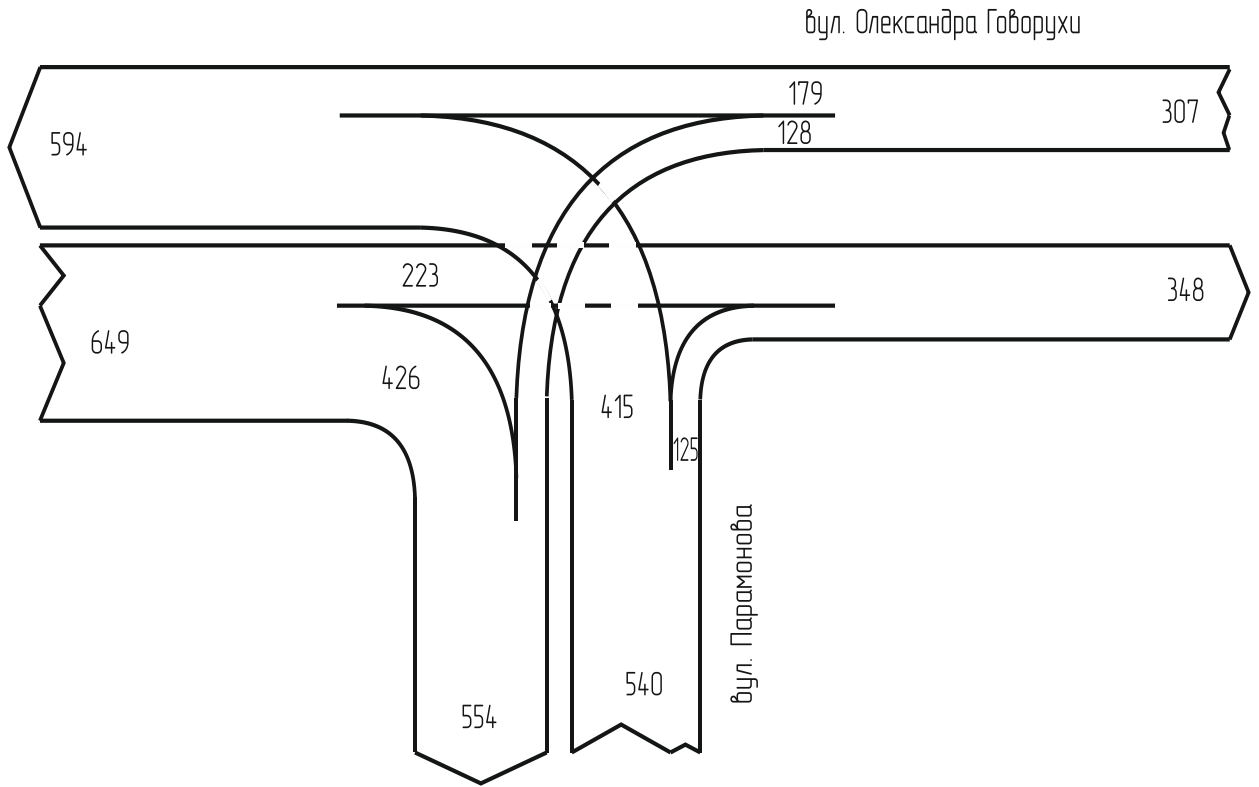


Рисунок 1.7 - Картограма у міжпік

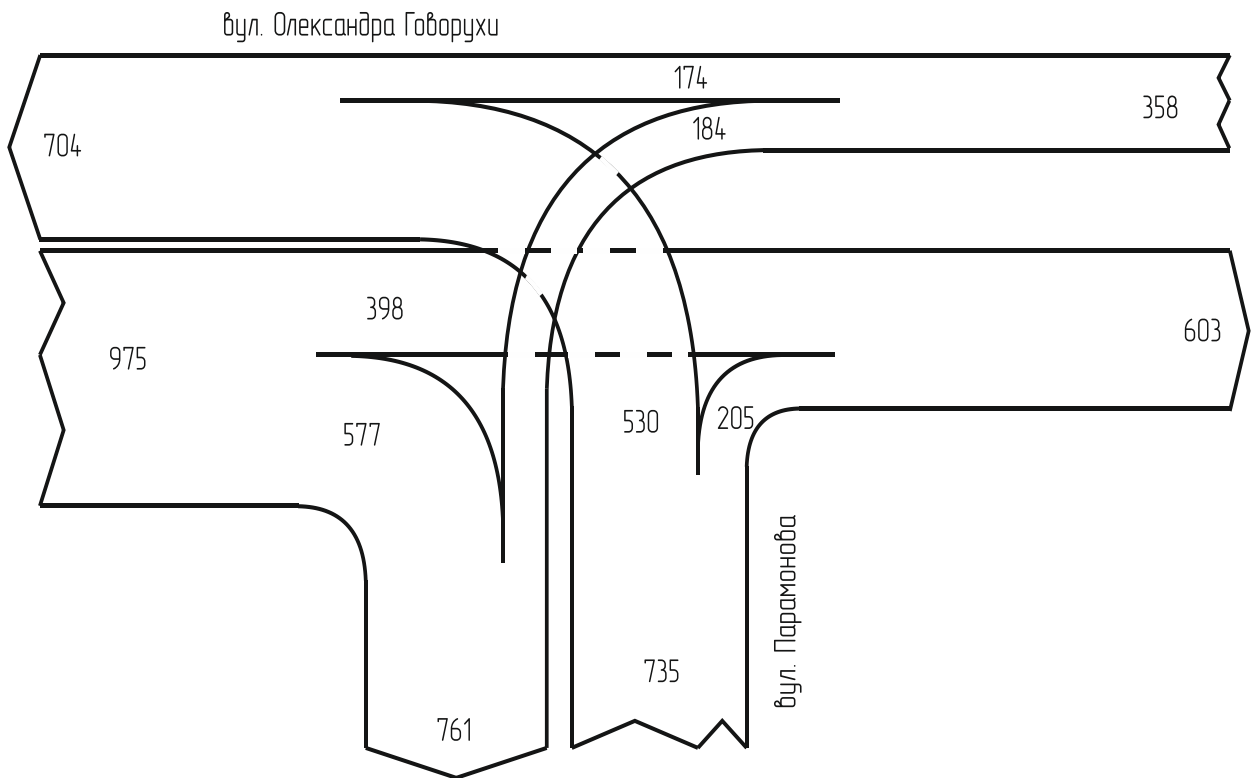


Рисунок 1.8 - Картограма у вечірній пік

Таблиця 1.1 – По вул. Олександра Говорухи

Швидкості, км/год.		
38,0	47,0	55,0
38,0	47,0	55,0
38,0	47,0	55,0
39,0	47,0	55,0
39,0	48,0	55,0
39,0	49,0	55,0
49,0	49,0	55,0
40,0	49,0	55,0
40,0	49,0	56,0
40,0	49,0	56,0
40,0	49,0	57,0
41,0	50,0	57,0
41,0	50,0	57,0
41,0	50,0	57,0
41,0	50,0	57,0
42,0	50,0	58,0
42,0	50,0	59,0
43,0	51,0	59,0
43,0	51,0	59,0
43,0	51,0	59,0
44,0	51,0	60,0
44,0	51,0	61,0
44,0	52,0	61,0
44,0	52,0	61,0
45,0	52,0	62,0
45,0	53,0	62,0
45,0	53,0	63,0
45,0	54,0	64,0
45,0	54,0	65,0
46,0	54,0	65

Таблиця 1.2 – По вул. Парамонова

Швидкості, км/год.		
38,0	46,0	53,0
38,0	47,0	54,0
38,0	47,0	55,0
39,0	47,0	55,0
39,0	48,0	55,0
40,0	48,0	55,0
40,0	48,0	56,0
40,0	48,0	56,0
40,0	49,0	57,0
40,0	49,0	57,0
41,0	50,0	57,0
41,0	50,0	57,0
41,0	50,0	57,0
41,0	50,0	58,0
42,0	50,0	58,0
42,0	51,0	58,0
42,0	51,0	59,0
42,0	51,0	59,0
43,0	51,0	59,0
43,0	51,0	59,0
43,0	51,0	60,0
44,0	51,0	60,0
44,0	52,0	60,0
44,0	52,0	61,0
44,0	52,0	61,0
45,0	52,0	61,0
45,0	52,0	62,0
45,0	53,0	63,0
46,0	53,0	65,0
46,0	53,0	65,0

Склад ТП на перехресті вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова на рис. 1.10.

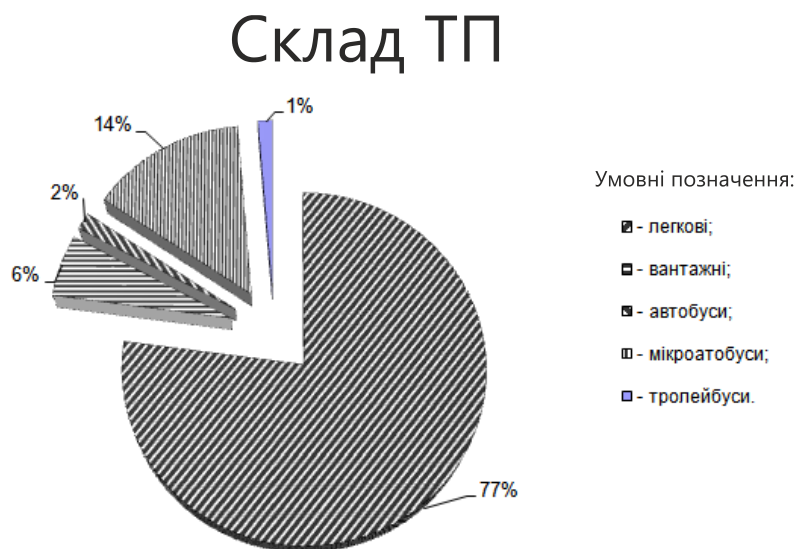


Рисунок 1.10 – Склад ТП

Аналізувалися ДТП на перехресті вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова за 2018-2020 роки.

Результати аналізу на рисунку 1.9.

Недоліками на перехрестяі вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова є ДТП, черги ТЗ, стан дорожнього покриття, організація та схеми ТЗОДР [3]-[10].

Рух пішоходів ускладнено. Особливо через вул. Парамонова.

В роботі планується:

- організувати оптимальне СФР;
- удосконалити схеми ТЗ ОДР;
- впровадити АСУДР 1.2;
- впровадити АСУД 1.3.

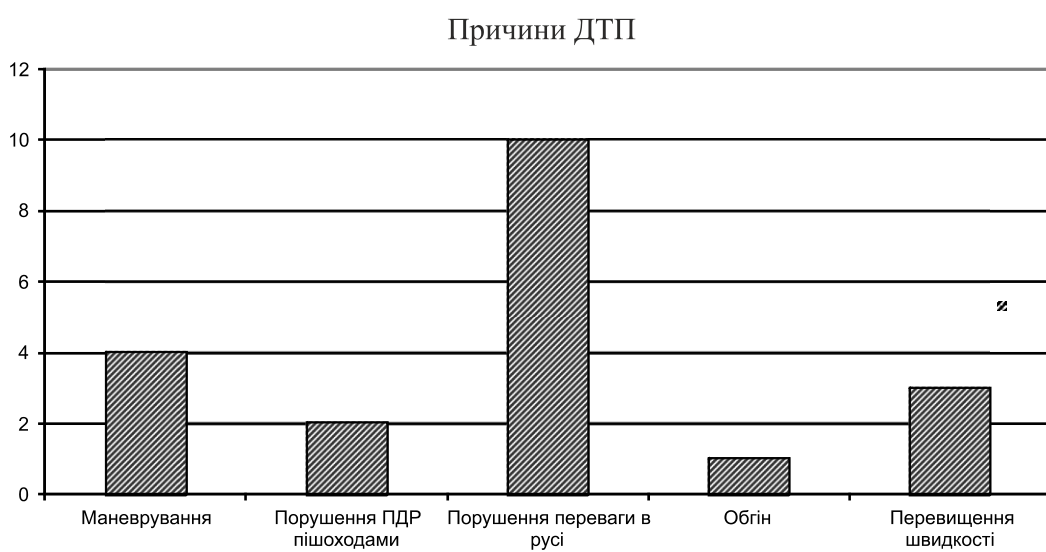
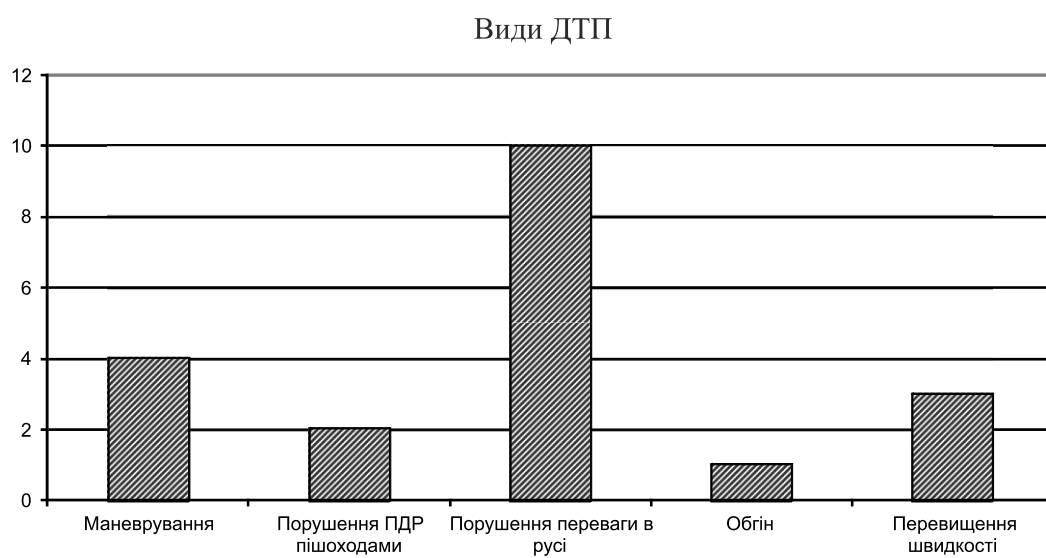
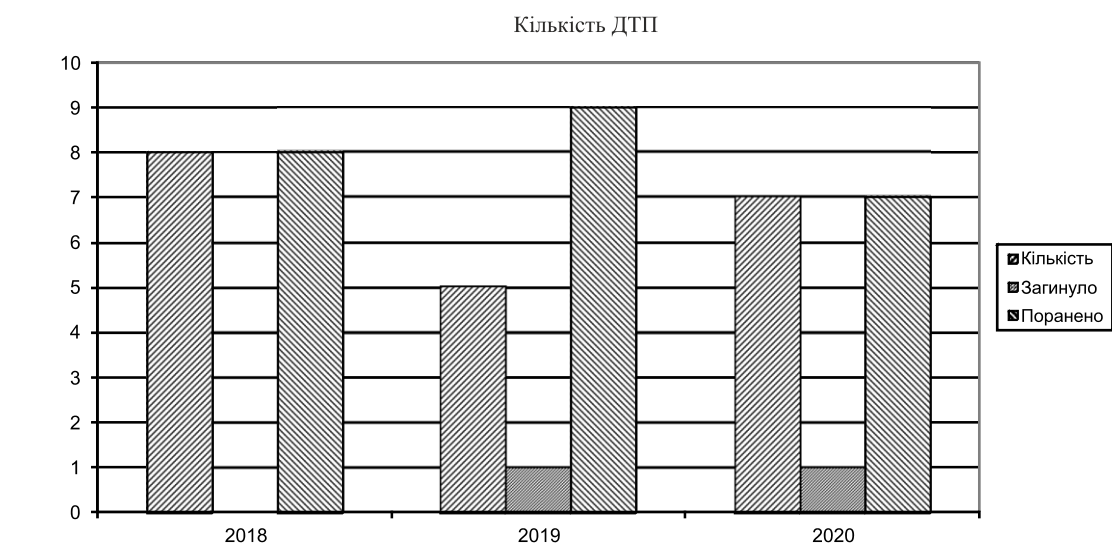


Рисунок 1.9 - Аналіз ДТП

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

Визначимо швидкості ТЗ на перехресті вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова.

Розподіл швидкості нормальний (див розділ 1). Щільність розподілу, км/год:

$$f(v) = \frac{1}{\sigma_v \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(v-\bar{v})^2}{2\sigma_v^2}}, \quad (2.1)$$

де $\bar{v}$ - середня швидкість;

σ_v - відхилення [1].

На рисунку 2.1 приклад гістограми $f(v)$.

Діапазон ділиться на десять інтервалів.

Обираються значення середин інтервалів.

Розрахункова швидкість дорівнює 85%.

Далі будується кумулята [2].

Отримуємо V , км/год: $V_{85,1} = 56$ та $V_{85,2} \approx 54$.

Приклад наведено на рисунку 2.2.

Регулювання на перехресті вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова здійснюватиметься за фазам.

Базові фази СФР наведено на рисунку 2.3.

Базова циклограма на перехрестях вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова наведена на рисунку 2.3.

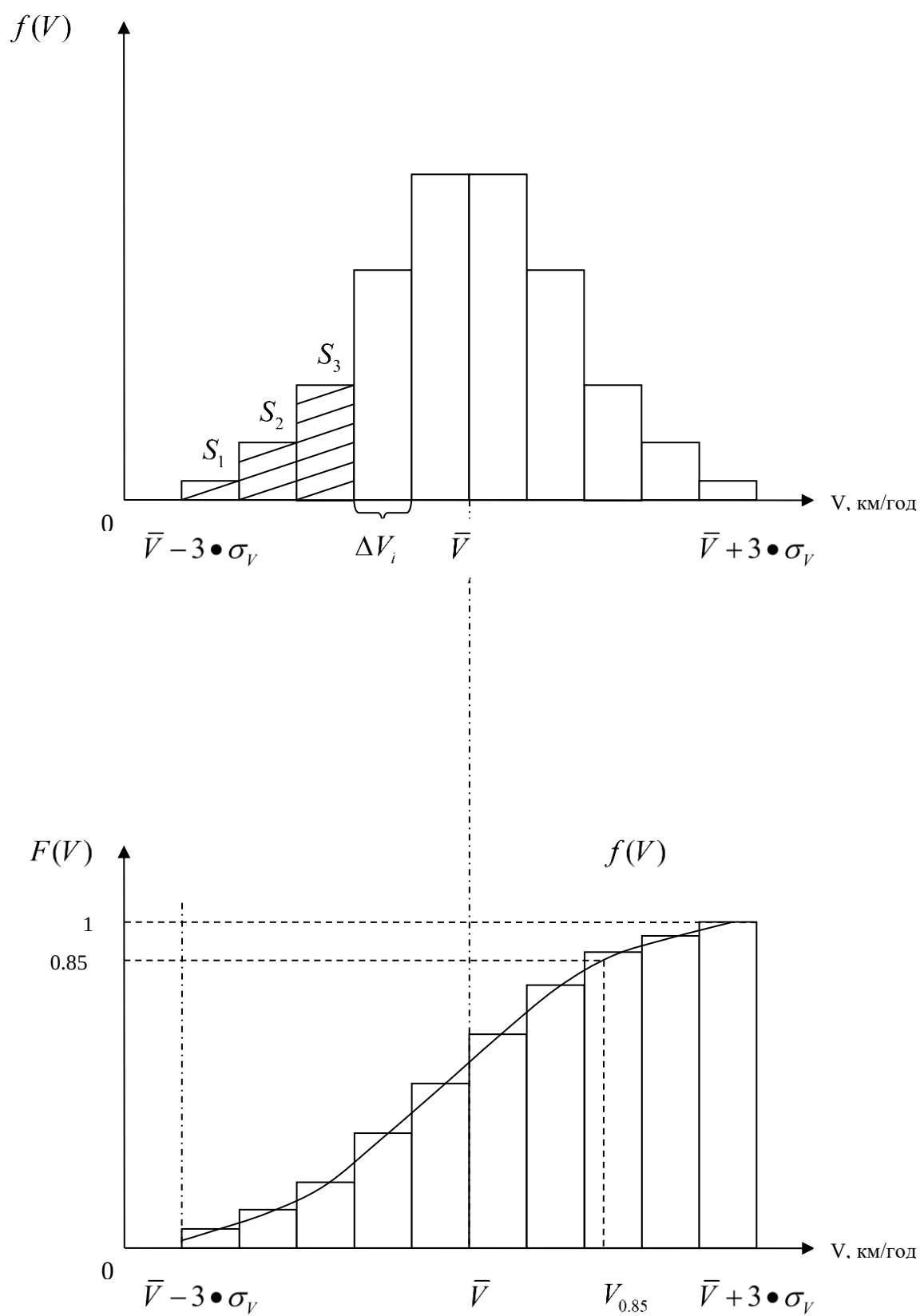


Рисунок 2.1 – Гістограма та кумулята [11]

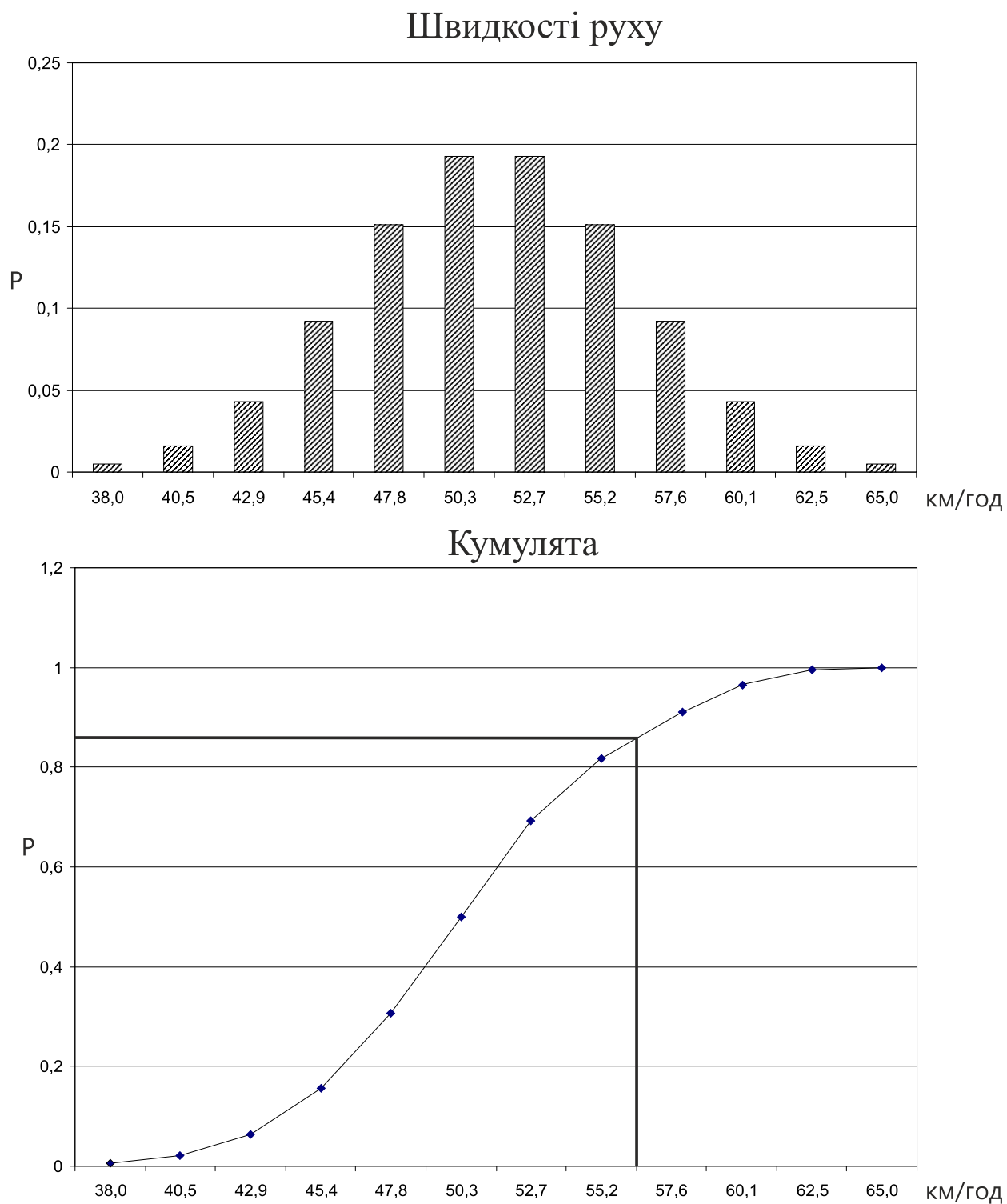
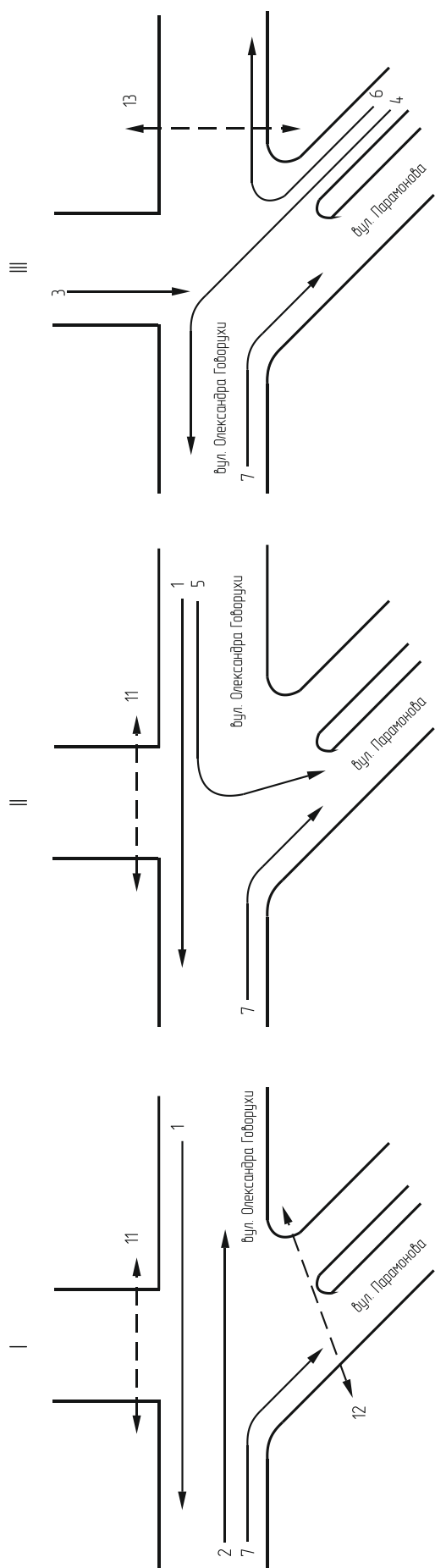


Рисунок 2.2 – Швидкості руху по вул. О. Говорухи

Фази світлофорного регулювання



Циклограма світлофорного регулювання

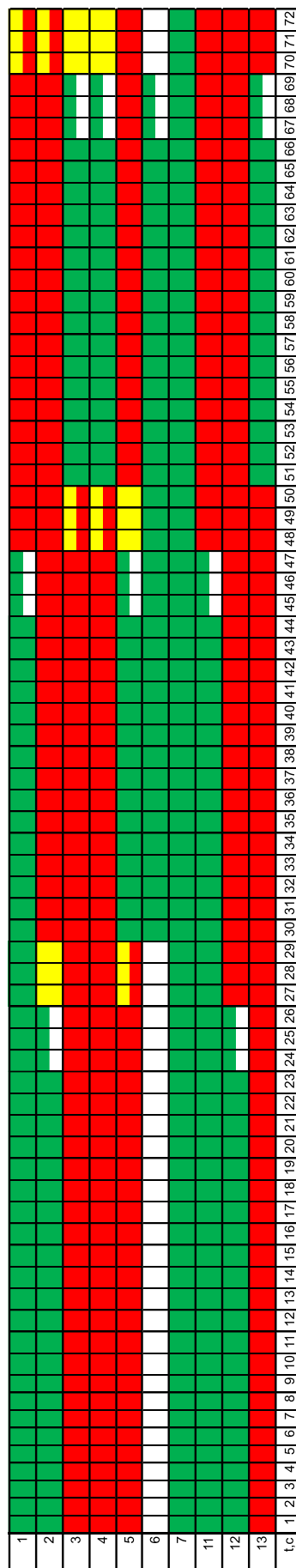


Рисунок 2.3 – Фази та цикл СФР

На рисунку 2.4 наведено алгоритм оптимізації циклу на вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова [12].

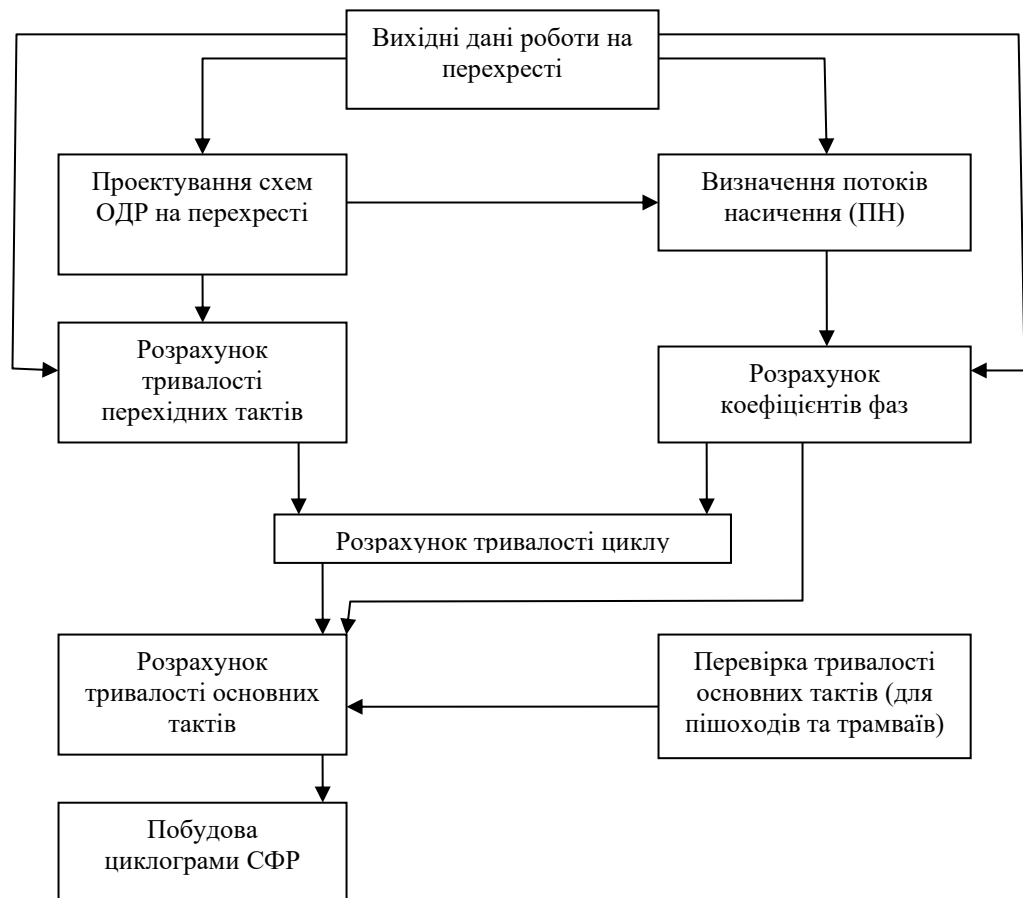


Рисунок 2.4 – Алгоритм оптимізації регулювання

Простий цикл містить усього дві фази (рисунок 2.5) [13].

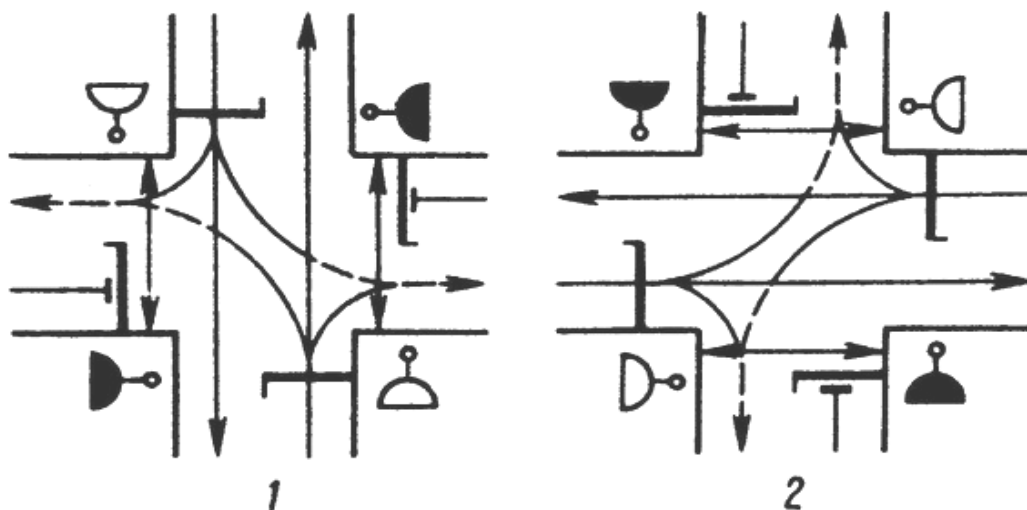


Рисунок 2.5 – Простий цикл

Для повороту ТЗ ліворуч застосовується третя фаза (див. рисунок 2.6) [14].

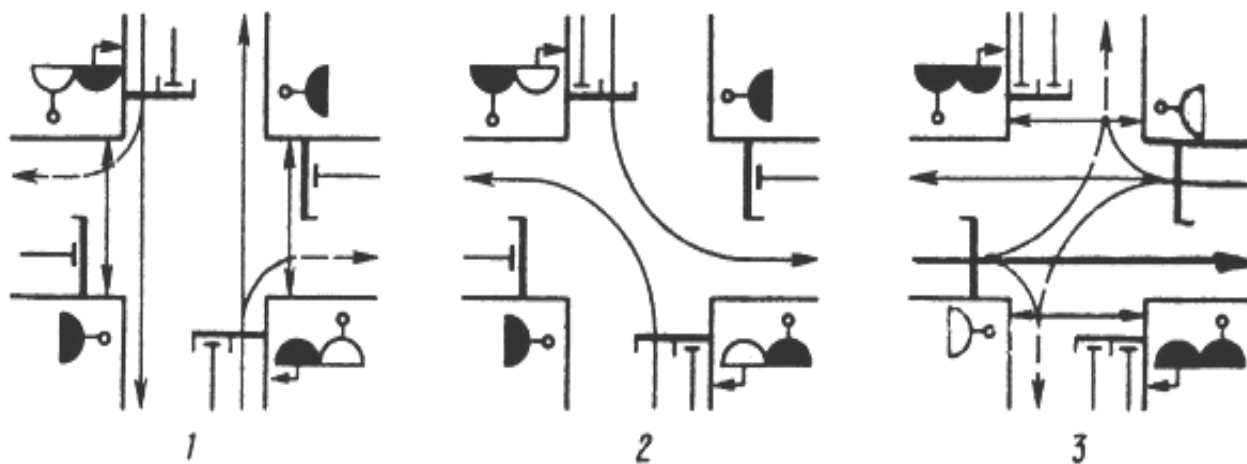


Рисунок 2.6 – Цикл у 3 фази

Третя фаза для пішоходів (див. рисунок 2.7) [15].

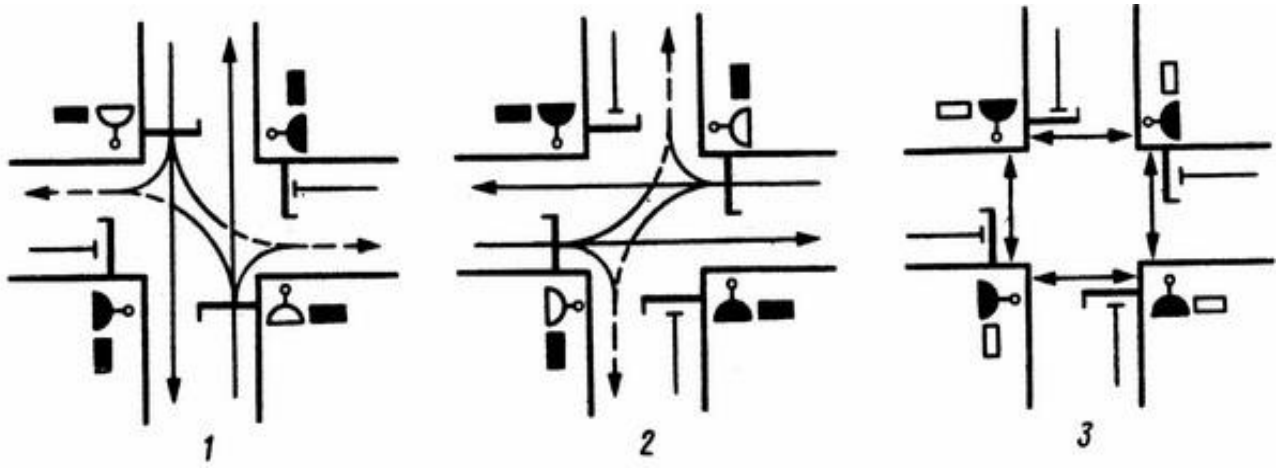


Рисунок 2.7 – Цикл з пішохідною фазою

На перехресті вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова буде 3 фази (див. рисунок 2.8).

Фази для АСУДР 1.3 на перехресті вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова представлені на рисунку 2.8.

Крім того для АСУДР 1.2 на перехресті вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова вводиться виклична фаза.

Розрахуємо потоки насичення на перехресті вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова [16], од./год.:

$$M_H = 525 \cdot H, \quad (2.2)$$

де H – ширина напрямку, м.

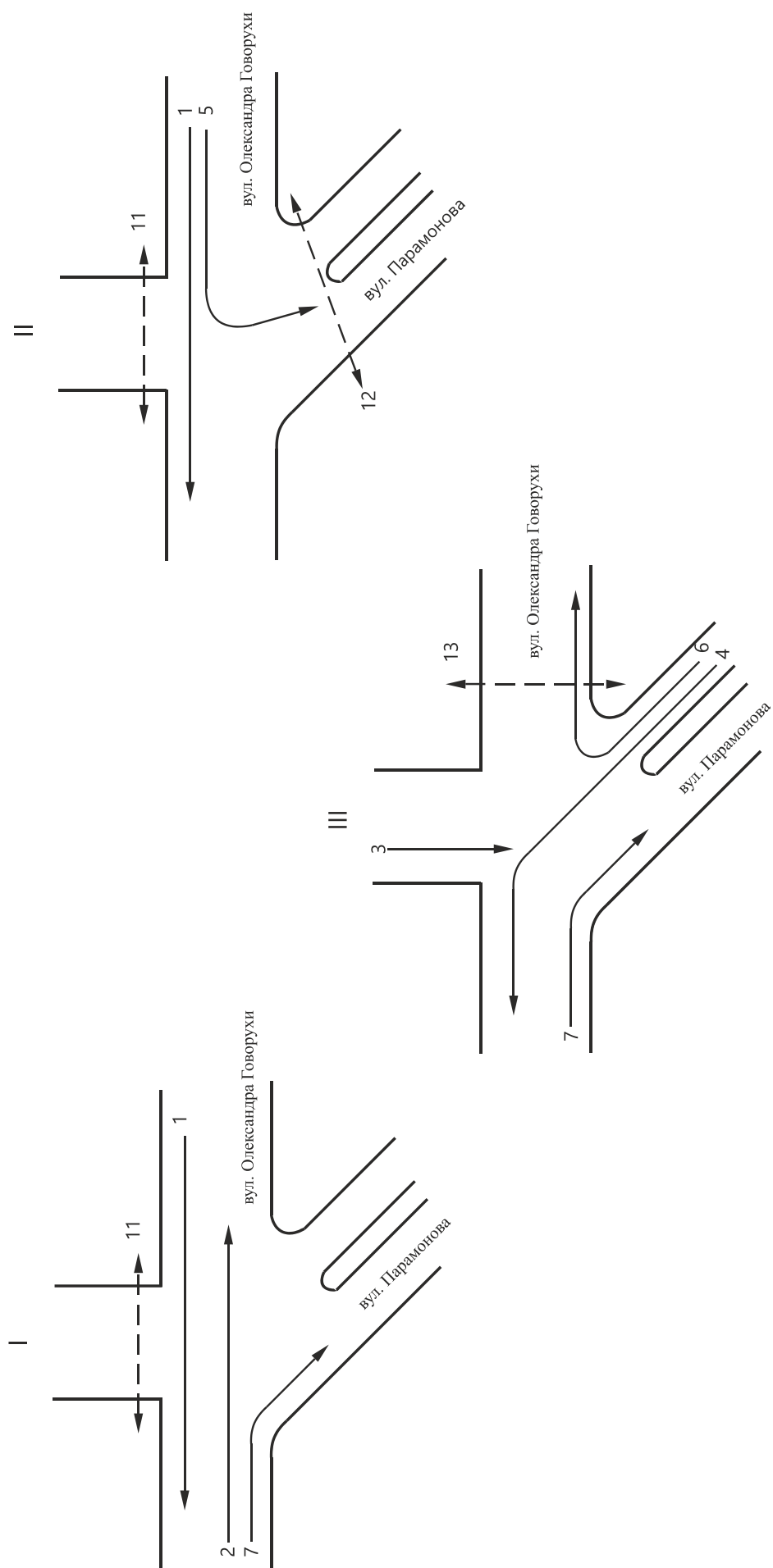


Рисунок 2.8 – Фази циклу

Співвідношення застосовується при $H=5,4\div 18\text{м}$.

Для меншої H див. таблицю 2.1 [17].

Таблиця 2.1 – Значення ПН

Ширина, м	3,00	3,30	3,60	4,20	4,80	5,10
ПН, од./год.	1850,00	1875,00	1950,00	2075,00	2475,00	2700,00

Дані табл. 2.1 використовуються також для окремих смуг руху на перехресті [1].

Для лівого ТП:

$$M_H = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{R}}, \quad (2.3)$$

В роботі на перехресті вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова приймаємо середні дорожні умови (ПН не коригується).

Ширина смуги руху на першому напрямі складає 3,25м, відповідно ПН згідно табл. 2.1, од./год:

$$M_{H1} = 1871.$$

Аналогічно ширина смуги на другому напрямі складає 3,25м, відповідно ПН згідно табл. 2.1, од./год:

$$M_{H2} = 1871.$$

Для третього напрямку ширина смуги складає 5м, відповідно ПН згідно табл. 2.1, од./год:

$$M_{н3} = 2625.$$

Для четвертого напрямку (відокремлена смуга руху), од./год:

$$M_{н4} = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{45}} = 1741.$$

Для п'ятого напрямку (2.3), од./год:

$$M_{н5} = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{30}} = 1713.$$

Для шостого напрямку 6 ширина смуги складає 4,5м, відповідно ПН згідно табл. 2.1, од./год:

$$M_{н6} = 2275.$$

Для сьомого напрямку ширина смуги складає 3,75м, відповідно ПН згідно табл. 2.1, од./год:

$$M_{н7} = 1981.$$

Для восьмого напрямку ширина смуги складає 5м, відповідно ПН згідно табл. 2.1, од./год:

$$M_{н3} = 2625.$$

Перехідні інтервали на перехресті вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова:

$$t_i = t_p + \frac{V}{2a^*} + \frac{B_i + l_a}{V}, \quad (2.4)$$

де t_p - тривалість реакції, с;

a^* - прискорення ТЗ, м/с^2 ;

B_i - відстань до ДКТ, м;

l_a - довжина ТЗ, м [2].

Тривалість перехідних інтервалів залежить від відстаней до дальніх КТ (без врахування t_p) [19]:

$$t_1 = \frac{15,3}{2 \cdot 3} + \frac{25 + 5}{15,3} = 5 \text{ с},$$

$$t_2 = \frac{15,3}{2 \cdot 3} + \frac{30 + 5}{15,3} = 5 \text{ с},$$

$$t_3 = \frac{15,3}{2 \cdot 3} + \frac{41 + 5}{15,3} = 6 \text{ с}.$$

Фазовий коефіцієнт [19]:

$$Y = \sum_{i=1}^n y_i. \quad (2.5)$$

Оптимальний цикл СФР з 3 фазами [19]:

$$T_0 = \frac{1,5L + 5}{1 - Y}, \quad (2.6)$$

Втрачений час на перехресті вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова, с [19]:

$$L = \sum_{i=1}^n (t_i - 1), \quad (2.7)$$

$$L = 5 - 1 + 5 - 1 + 6 - 1 = 13 \text{ с.}$$

Оптимальний T_0 , с:

$$T_0 = \frac{1,5 \cdot 13 + 5}{1 - 0,643} = 68.$$

Основний такт [19]:

$$t_o^i = \frac{y_{\max}^i}{Y} (T_o - L) - 1, \quad (2.8)$$

Циклу на перехресті вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова для ранкового піку, с:

$$15 + 5 + 7 + 5 + 30 + 6 = 68.$$

При розрахунках СФР використовуються два прийоми.

Якщо дорожній контролер (ДК) однопрограмний, то:

а) розраховують оптимальну тривалість циклу для кожної години доби і визначити середнє:

$$T_o = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m T_{oj}, \quad (2.9)$$

де m – кількість годин;

j – номер години;

б) для пікового значення визначити тривалість циклу $T_{\text{он}}$ і береться 75% від неї;

в) вибратись більше із значень у п. а) і б) [7].

Якщо ДК багатопрограмний – для різних періодів розраховують до 6 значень T_o [7].

Далі будують графік $T_o = f(t_{\text{доб}})$.

Визначають мінімальне і максимальне значення.

Через $T_{o \text{ min}}$ проводять пряму, паралельну осі $t_{\text{доб}}$, що є границею зони регулювання.

Прямі проводять прямі через точки $T_o = 2T_{o \text{ min}}$, $T_o = 4T_{o \text{ min}}$, $T_o = 8T_{o \text{ min}}$.

Число зон, буде відповідати кількості програм, а точки перетину з кривою $T_o = f(t_{\text{доб}})$ дадуть час переключення [7].

Тому за допомогою програми “Цикл” розраховуємо значення для між пікового періоду та вечірнього піку.

Отримаємо наступні цикли СФР:

$$T_m = 11 + 5 + 7 + 5 + 20 + 6 = 54 \text{ с},$$

$$T_e = 16 + 5 + 8 + 5 + 20 + 6 = 60 \text{ с}.$$

Циклограми відповідних режимів СФР на перехресті вул. Парамонова та вул. Олександра Говорухи наведені на рис. 2.9.

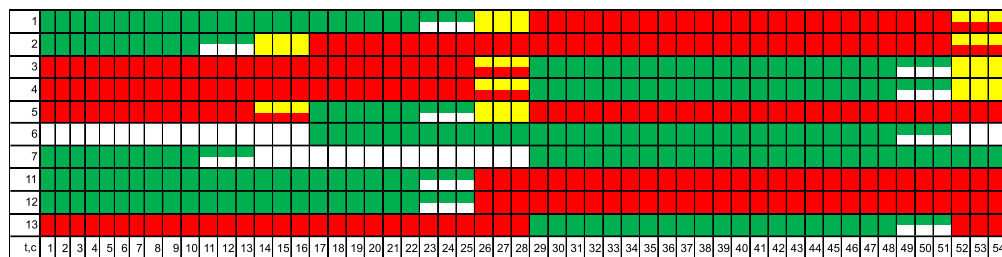
Методи СФР, що розглядалися вище, характеризуються незмінними (сталими) значеннями параметрів (всередині однієї програми), тому отримали назву методів жорсткого програмного регулювання [7].

Такі методи не можуть враховувати короточасні коливання інтенсивності ТП, що надходять на перехрестя вул. Парамонова та вул. Олександра Говорухи. Внаслідок цього фази регулювання насичені неоднаково, отже, тривалість циклу повинна змінюватися протягом часу [7].

Програма №1



Програма №2



Програма №3

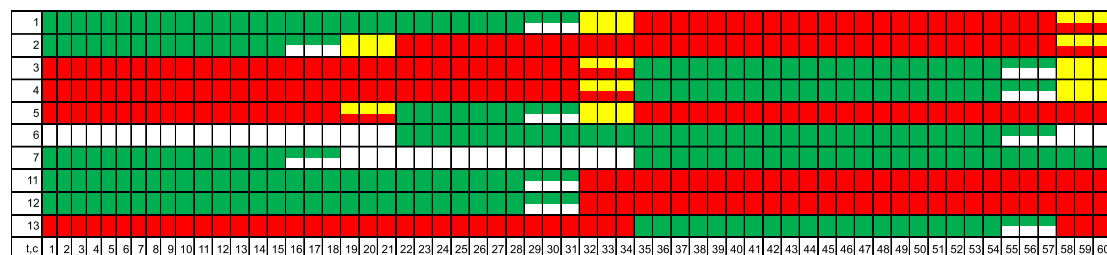


Рисунок 2.9 - Циклограми

Таким чином, виникає задача пристосування (адаптації) режимів регулювання до параметрів ТП (інтенсивності, швидкості, щільності). Задача

адаптивного управління на перехресті вул. Парамонова та вул. Олександра Говорухи полягає у знаходженні оптимальних тривалостей циклу і фаз регулювання, тобто використання методу місцевого гнучкого регулювання, скорочено – МГР [7].

Суть його полягає у наступному.

Розривом у ТП це інтервал часу $t_p \geq t$ між моментами проїзду ТЗ перетину А (рисунок 2.10).

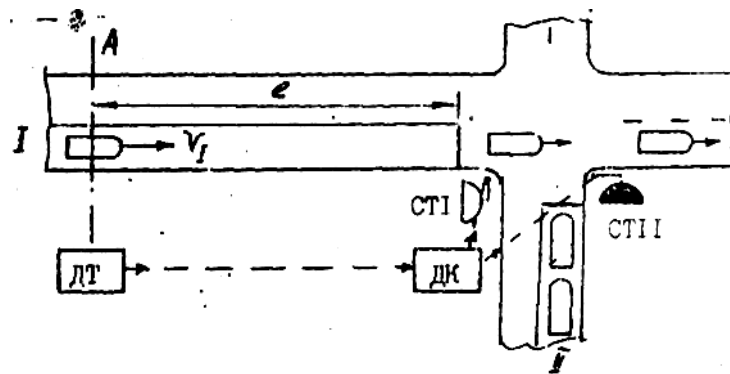


Рисунок 2.10 – Умови застосування

Кожний ТЗ, подовжує зелений сигнал світлофора на величину часу рівного проїзду відстані до стоп-лінії, яку називають екіпажним інтервалом $t_{ек}$. Якщо в момент закінчення $t_{ек}$ в перерізі А не з'явився наступний ТЗ, то в потоці виник розрив, що дозволяє закінчити дозволяючий сигнал [1].

Проте наприклад, за повної відсутності ТЗ на напрямку I, зелений сигнал на цьому напрямку повинен відразу виключитися опісля включення, що порушує умови безпеки руху [1].

Три випадки МГР наведені на рис. 2.11 [1], за умов:

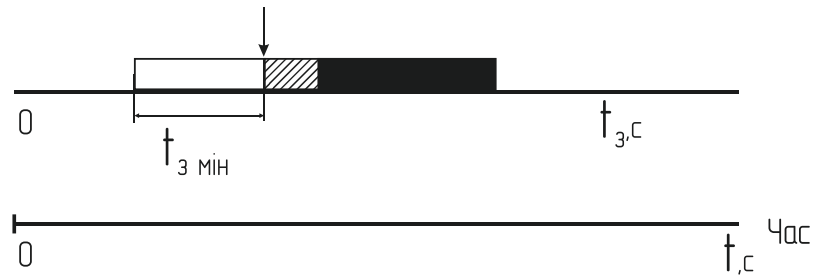
$$T_{\min} \leq T \leq T_{\max},$$

$$T_{\min} = \sum_1^n t_{3\min i} + \sum_1^n t_{Дi},$$

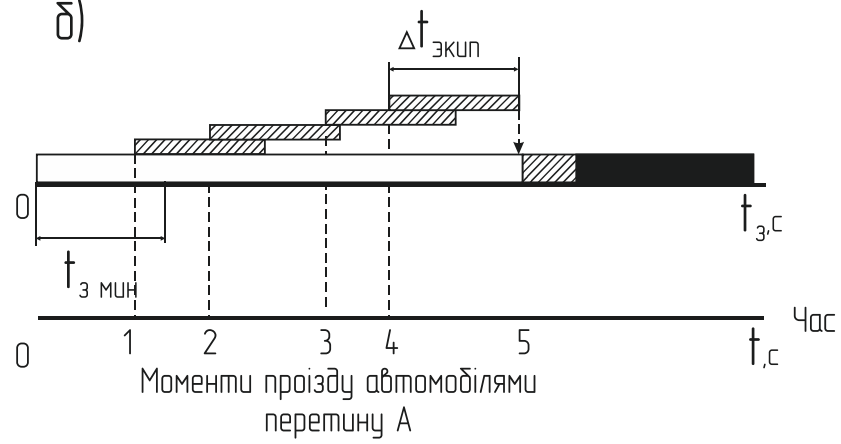
$$T_{\max} = \sum_1^n t_{3\max i} + \sum_1^n t_{\Delta i},$$

де i - число фаз [19].

а)



б)



в)

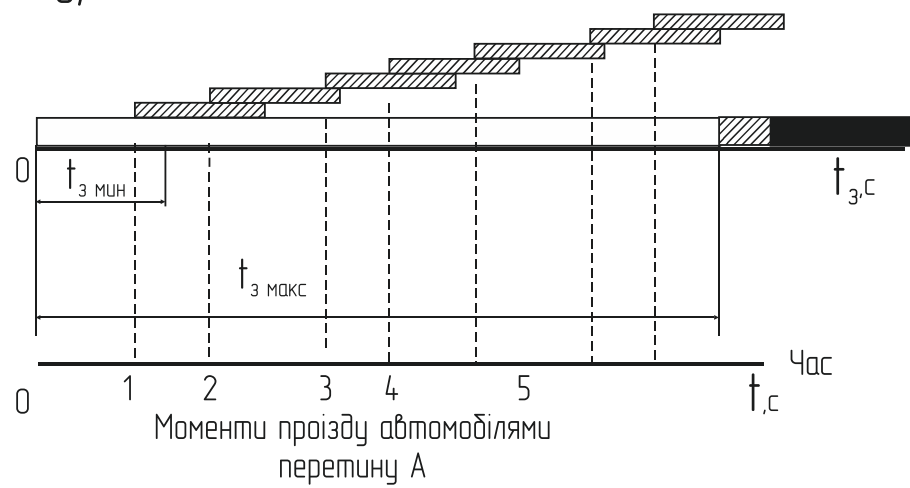


Рисунок 2.11

Величина $t_{3 \min}$, визначається з таких міркувань [1]:

- необхідного часу для роз'їзду черги ТЗ;
- необхідного часу для переходу пішоходів;

Приймається більша з величин.

Значення $t_{3 \min}$ лежить у межах від 7с. до 12с [1].

Мінімальна тривалість основного такту:

$$t_{3 \min} = 3600 n_0 / M_n, \quad (2.20)$$

$$t_{3 \min} = 5 + B_{\text{пш}} / v_{\text{пш}}. \quad (2.21)$$

де M_n – приймають рівним 2с;

$v_{\text{пш}}$ – швидкість руху пішоходів [1].

$$t_{3 \min} = 3 \cdot 2 = 6\text{с},$$

Приймаємо $t_{3 \min} = 7\text{с}$ [1].

Максимальна тривалість основного такту [1]:

$$t_{3 \max} = (1,2 \div 1,3) t_0, \quad (2.22)$$

$$t_{3 \max} = (1,2 \div 1,3) 30 = 36\text{с}.$$

Екіпажний час [1]:

$$T_{\text{ек}} = 3,6 S_{\text{дт}} / v_a, \quad (2.23)$$

$$t_{\text{ек}} = 3,6 \cdot 50 / 55 = 4\text{с}.$$

Алгоритм роботи МГР на перехресті вул. Парамонова та вул. Олександра Говорухи подано на рис. 2.12.

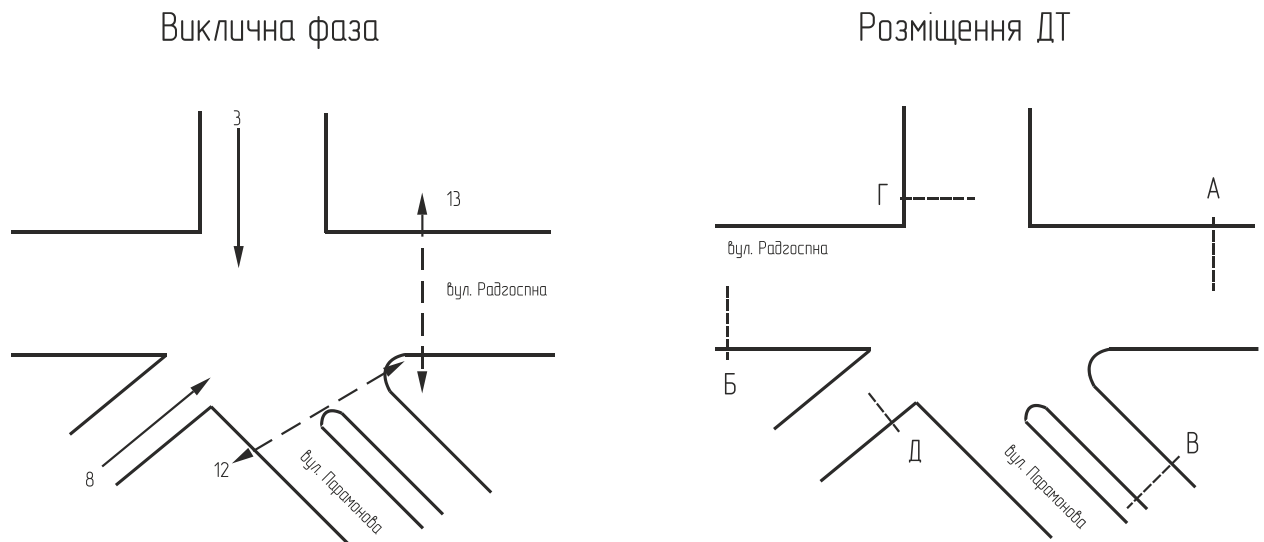


Схема пошуку разривів в транспортних потоках

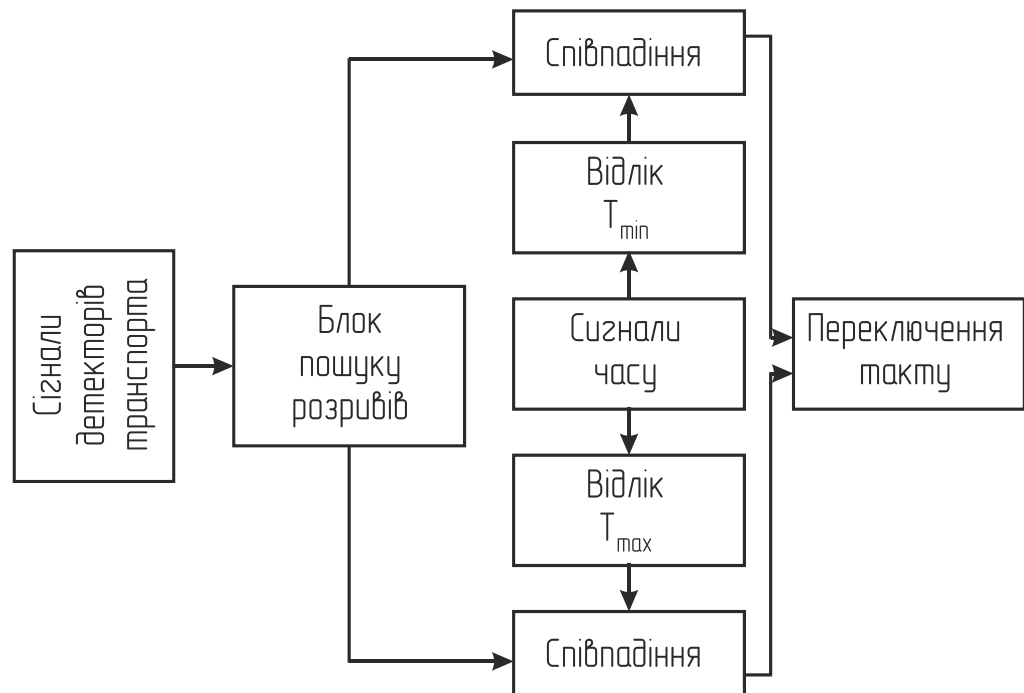


Рисунок 2.12 – Адаптивне регулювання [1]

На перехресті вул. Парамонова та вул. Олександра Говорухи застосовуємо локальну АСУДР [12].

На перехресті вул. Парамонова та вул. Олександра Говорухи встановлено ДК01ЕКП. Він відноситься до локальних контролерів [12].

Виходячи з цілей введення АСУ нам необхідно обрати на перехресті вул. Парамонова та вул. Олександра Говорухи АСУДР 1.2 та 1.3. Це дозволяє забезпечити оптимальний рух транспортних та пішохідних потоків на ВДМ та сприяє збільшенню швидкості руху до 15% та зменшенню затримок до 20% [12].

В роботі передбачено на перехресті вул. Парамонова та вул. Олександра Говорухи використати для впровадження МГР комплекти ДТ типу РЕ2001 [12].

ДТ РЕ2001 призначений для розширення можливостей серійних ДК і слугує для вимірювання інтенсивностей та швидкості руху ТЗ [1].

Схеми ТЗОДР на перехресті вул. Парамонова та вул. Олександра Говорухи наведена на рис. 2.13 (перший варіант) та рис. 2.14 (другий варіант).

Схеми ТЗОДР розроблені з дотриманням вимог [3]-[10].

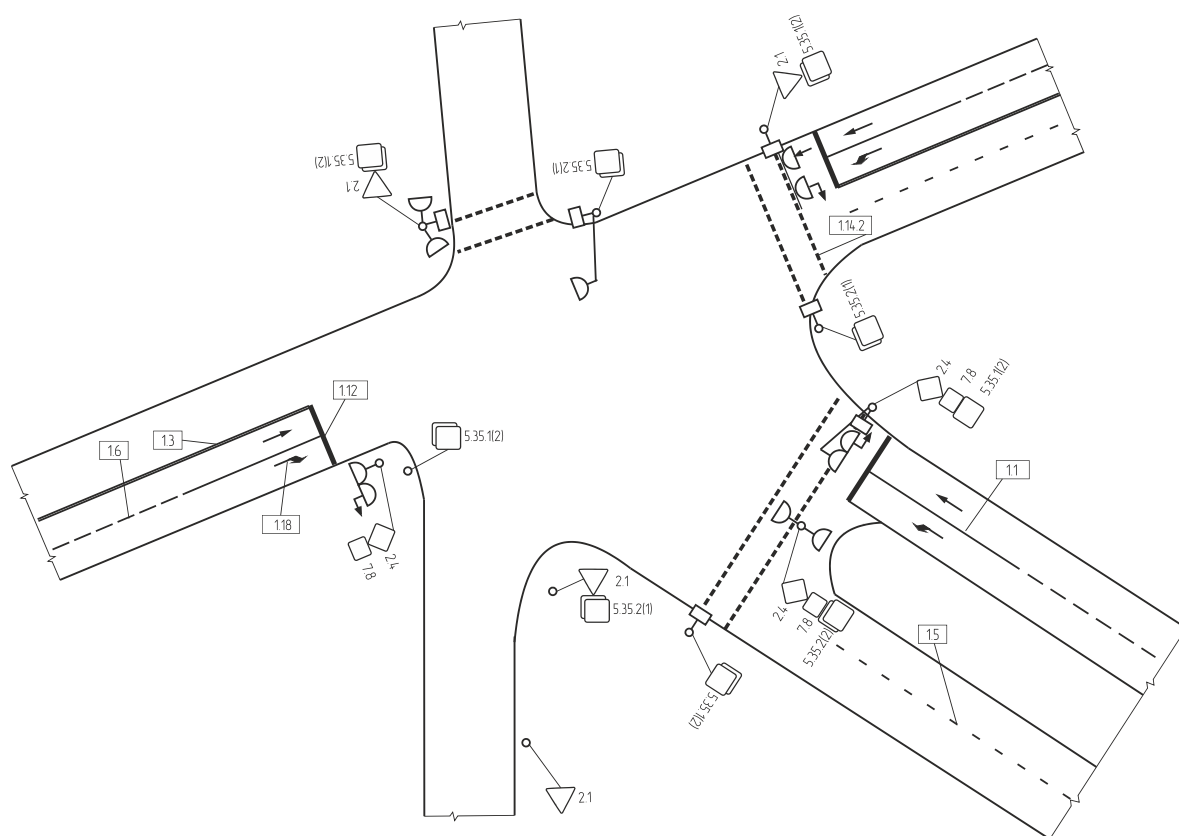


Рисунок 2.13

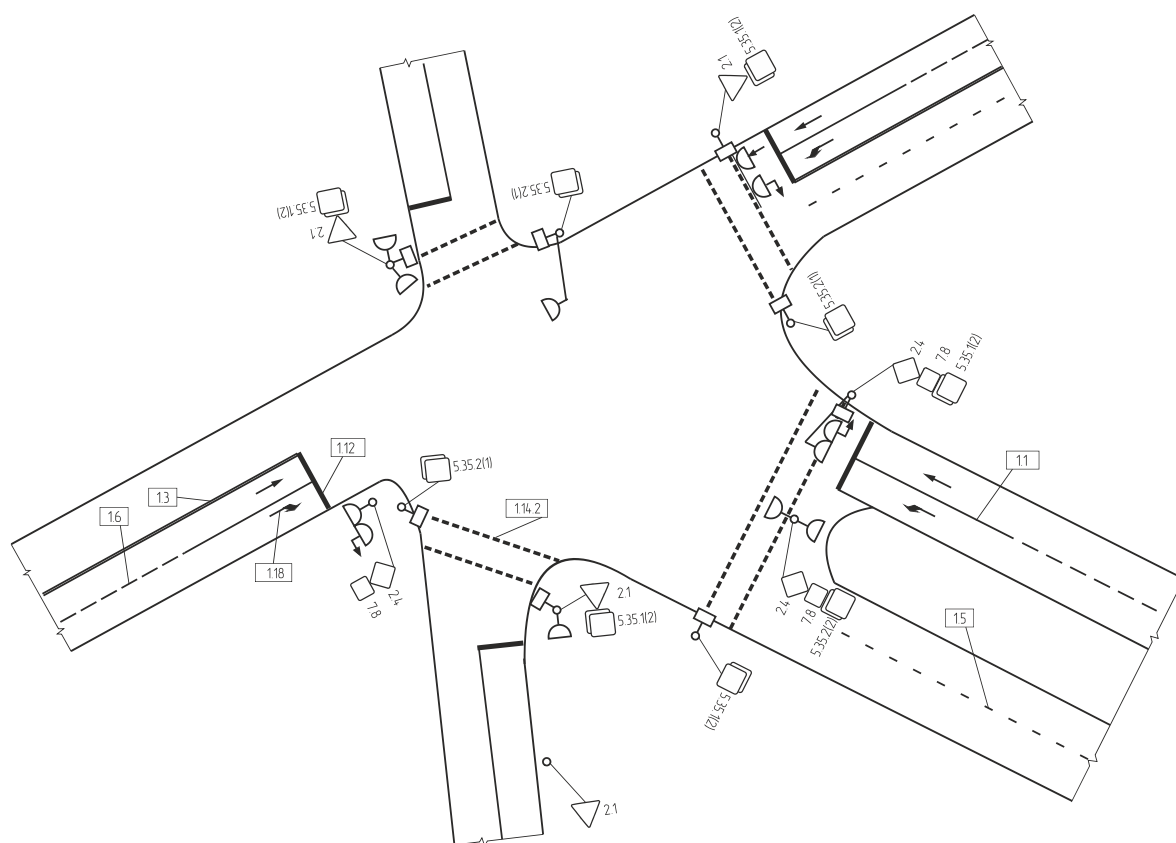


Рисунок 2.14

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В розділі визначається економічний ефект реалізації багатопрограмного регулювання в першому варіанті та гнучкого в другому на перехресті вул. Парамонова та вул. Олександра Говорухи.

Капіталовкладення на ТЗОДР:

$$K = K_{ТЗ} + K_p, \quad (3.1)$$

де $K_{ТЗ}$ – капітальні вкладення на проєкт АСУДР, грн.;

K_p – на виконання робіт, грн [2].

ТЗОДР за першим варіантом: придбання 11 ДЗ, 28 м.п. кабелю, дві стійки для світлофорів, кабельні роботи - 28 м.п., демонтаж/монтаж 3-х світлофорів, демонтаж 1-ї та монтаж 3-х стійок, демонтаж 5-ти та монтаж 12-ти дорожніх знаків.

Придбання 2-х стійок, грн:

$$K_{св} = 2 \cdot 11400 = 22800.$$

Довжина кабелів - 28м, вартість кабелю - 32,4 грн/м, отож витрати становлять:

$$K_k = 28 \cdot 32,4 = 907,2 \text{ грн.}$$

Кошторис ДЗ розраховано у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Кошторис ДЗ

ДЗ	Вартість 1-го ДЗ	Кількість ДЗ	Усього
Квадратний	951	6	5706
Круглий	951	1	951
Прямокутний	1344	3	4032
Табличка	471	1	471
Всього		11	11160

Прокладання кабелю, грн:

$$K_n = 20 \cdot 22,8 + 8 \cdot 182,4 = 1915,2 .$$

Витранти з демонтажу/монтажу 6-ти світлофорів та демонтажу/монтажу 4-х стійок:

$$K_c = 6 \cdot 816 + 4 \cdot 506,4 = 6921,6 \text{грн.}$$

Демонтаж/монтаж 17 ДЗ, грн:

$$K_z = 17 \cdot 174 = 2958.$$

Кошторис становитиме, грн:

- на ТЗ ОДР:

$$K_1 = 22800 + 11160 + 907,2 = \textcolor{red}{34867,2}.$$

- виконання робіт:

$$K_p = 6921,6 + 2958 + 1915,2 = 11794,8.$$

Загалом:

$$K = 34867,2 + 11794,8 = 46662 \text{ грн.}$$

ТЗОДР за другим варіантом: два транспортні світлофори, 5-ть детекторів транспорту, 36-ть м.п. кабелю, одна консоль для світлофорів, 13-ть ДЗ, кабельні роботи - 36 м.п. кабелю, демонтаж/монтаж 3-х світлофорів, демонтаж 1-ї та монтаж 3-х стійок, демонтаж 5-ти та монтаж 14-ти ДЗ.

Витрати на СФР, грн

$$K_{сф} = 2 \cdot 15904 + 5 \cdot 5840 + 14350 = 75358.$$

Довжина кабелів - 36м, вартість кабелю - 32,4 грн/м, відповідно:

$$K_k = 36 \cdot 32,4 = 1166,4 \text{ грн.}$$

Прокладання кабелю, грн:

$$K_n = 20 \cdot 22,8 + 16 \cdot 182,4 = 3374,4 \text{ грн.}$$

Кошторис ДЗ розраховано у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Кошторис ДЗ

ДЗ	Вартість 1-го ДЗ	Кількість ДЗ	Усього
Квадратний	951	6	5706
Круглий	951	1	951
Прямокутний	1344	3	4032
Табличка	471	3	1413
Всього		13	12102

Демонтаж/монтаж 3-х світлофорів, монтажу однієї стійки та однієї консолі, грн:

$$K_c = 3 \cdot 816 + 1 \cdot 506,4 + 1 \cdot 2821,2 = 5775,6.$$

Демонтаж/монтаж 19-ти ДЗ (вартість монтажу 434 грн./од.):

$$K_z = 19 \cdot 174 = 3306 \text{ грн.}$$

Встановлення п'яти ДТ:

$$K_{dt} = K_z = 5 \cdot 816 = 4080 \text{ грн}$$

Кошторис становитиме:

- на ТЗ ОДР:

$$K_2 = 75358 + 1166,4 + 12102 = 88626,4 \text{ грн.}$$

- на роботи:

$$K_p = 3374,4 + 5775,6 + 3306 + 4080 = 16536 \text{ грн.}$$

Загалом:

$$K = 88626,4 + 16536 = 105162,4 \text{ грн.}$$

Експлуатація ТЗОДР становитиме [13], грн:

$$C_{\text{експл}} = C_p + C_a + C_e, \quad (3.2)$$

де C_p – кошторис на ремонт;
 C_a – амортизаційні витрати;
 C_e – електроенергія [2].

На амортизацію:

$$C_a = K \cdot n_a / 100, \quad (3.3)$$

де K – вартість ТЗОДР;
 n_a – відсоток на амортизацію ТЗОДР, % [2].

Ремонт, грн:

$$C_p = K_{\delta} \cdot n_p / 100, \quad (3.4)$$

де n_p – відсоток на ремонт ТЗОДР, % [2].

Витрати на електроенергію, грн:

$$C_e = 365 \cdot 24 \cdot K_e \cdot S_e \cdot P_e, \quad (3.5)$$

де K_e – коефіцієнт використання потужності ТЗОДР;

S_e – ціна 1 кВт енергії;

P_e – сумарна потужність ТЗОДР, кВт-год [2].

$$P_e = P_{\text{дт}} n_{\text{дт}} + P_{\text{св}} n_{\text{св}}, \quad (3.6)$$

де $n_{\text{дт}}$, $n_{\text{св}}$ – кількість ДТ та світлофорів, од.;

$P_{\text{дт}}$, $P_{\text{св}}$ – потужність ДТ та світлофорів, кВт [2].

За першим варіантом кількість світлофорів така ж сама як і в існуючому.

Амортизація, грн:

$$A = 46662 \cdot 0,24 = 11198,88.$$

Витрати на ремонт ТЗОДР, грн:

$$C_p = 46662 \cdot 0,05 = 2333,1.$$

Витрати на розмітку, грн:

$$C_{розм} = 3,2 \cdot 238,23 = 762,34.$$

Загальні витрати, грн:

$$C_1 = 11198,88 + 2333,1 + 762,34 = 14294,32.$$

Витрати на електроенергію за другим варіантом:

$$P_{\epsilon} = 0,03 \cdot 5 + 0,014 \cdot 2 = 0,18 \text{ кВт-год.},$$

$$C_{\partial m} = 365 \cdot 24 \cdot 0,90 \cdot 4,40 \cdot 0,18 = 6244,13 \text{ грн/рік.}$$

Амортизація, грн:

$$A = 105162,4 \cdot 0,24 = 25238,98 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт ТЗОДР, грн:

$$C_p = 105162,4 \cdot 0,05 = 5258,12.$$

Додаткові витрати на розмітку, грн:

$$C_{розм} = 3,9 \cdot 238,23 = 929,10.$$

Загалом (другий варіант), грн:

$$C_2 = 6244,13 + 25238,98 + 5258,12 + 929,10 = 37670,33.$$

Економія на затримках ТЗ та пішоходів [11]:

$$E_{затр} = Z_e \cdot C_{затр}. \quad (3.7)$$

Економія часу, год. [18]:

$$Z_e = Z_{\sigma} - Z_{np}, \quad (3.8)$$

де Z_{σ} – затримки для існуючого варіанта;

Z_{np} – затримки для проектних варіантів.

Розрахунок ЕОМ показав базову затримку у 6838 год/рік.

За першим варіантом затримка розрахована на ЕОМ - 6062 год/рік.

$$Z_e = 6838 - 6062 = 776 \text{ год./рік.}$$

Вартість цієї різниці визначається таким чином [18]:

$$C_{mз} = \frac{Z_e \cdot D_i \cdot S}{K_{зг}}, \quad (3.9)$$

де Z_e - затримки ТЗ, год/рік;

D_i - відсоток ТЗ, %;

$K_{зг}$ - коефіцієнт ТЗ в потоці;

S - ціна маш.-год. ТЗ, грн.

Вартість затримок пасажирів ТЗ, грн. [15]:

$$C_n = \frac{3_z \cdot D_i \cdot \Pi \cdot K_m \cdot S_z}{K_{3z}}, \quad (3.10)$$

де Π – пасажиромісткість ТЗ, чол.;

K_m – коеф. пасажиромісткості ТЗ;

S_z – ціна години часу, грн.

Результати розрахунку наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Кошторис вартості затримок

Показник	Тип ТЗ				Всього
	легкові	вантажні	автобуси	мікроавт.	
Відсоток в ТП, %	77	6	3	14	100
Місткість, чол.	4	0	50	18	0
Коеф. використ. місткості	0,40	0	0,75	0,75	0
Ціна маш.-год., грн	182,59	263,87	532,46	354,97	0
Ціна чол.-год., грн	36,11	36,11	36,11	36,11	0
Затримки ТЗ, год./рік	597,52	46,56	23,28	108,64	776,00
Вартість затримок пасажирів, грн/рік	34522,32	0,00	31524,03	52960,37	119006,72
Вартість маш.-год., грн	109101,18	12285,79	12395,67	38563,94	172346,57
Усього, грн/рік	143623,49	12285,79	43919,70	91524,31	291353,29

Отже економія, грн:

$$E_{затр} = 291353,29 \cdot 0,5 = 145676,64.$$

За другим варіантом затримка розрахована на ЕОМ - 5856 год/рік.

$$З_e = 6838 - 5856 = 982 \text{ год./рік.}$$

Розрахунок економії на затримках наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Кошторис вартості затримок

Параметр	Тип транспортного засобу				Разом
	легкові	вантажні	автобуси	мікроавт.	
Відсоток в ТП, %	77	6	3	14	100
Місткість, чол.	4	0	50	18	0
Коеф. використ. місткості	0,40	0	0,75	0,75	0
Ціна маш.-год., грн	182,59	263,87	532,46	354,97	0
Ціна чол.-год., грн	36,11	36,11	36,11	36,11	0
Затримки ТЗ, год./рік	756,14	58,92	29,46	137,48	982,00
Вартість затримок пасажирів, грн/рік	43686,74	0,00	39892,52	67019,44	150598,70
Вартість маш.-год., грн	138063,60	15547,22	15686,27	48801,28	218098,37
Усього, грн/рік	181750,35	15547,22	55578,79	115820,71	368697,08

Отже економія, грн:

$$E_{затр} = 368697,08 \cdot 0,5 = 184348,54.$$

Умовна економія за варіантами, грн:

$$E_1 = 145676,64 - 14294,32 = 131382,33,$$

$$E_2 = 184348,54 - 37670,33 = 146678,21 \text{ грн.}$$

Термін окупності, грн [2]:

$$T_{ок} = \frac{K}{E}. \quad (3.11)$$

За першим варіантом, рік:

$$T_{ок} = \frac{14294,32}{131382,33} = 0,36.$$

За другим варіантом, рік:

$$T_{ок} = \frac{37670,33}{146678,21} = 0,72.$$

Введення АСУДР в обох варіантах є доцільним.

Техніко-економічні показники проекту наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 3.5 – Показники проекту за варіантами

Показник	Значення по варіантам		
	Базовий	Перший проектний	Другий проектний
1. Затримки ТЗ, год/рік	6838	6062	5856
2. Економія втрат від затримок пасажирів, грн/рік	-	119006,72	150598,70
3. Загальна економія втрат, грн/рік	-	291353,29	368697,08
4. Капітальні вкладення на ТЗОДР, грн	-	46662	105162,4
5. Експлуатація ТЗОДР, грн/рік	-	14294,32	37670,33
6. Умовна економія, грн/рік	-	131382,33	146678,21
7. Термін окупності, рік	-	0,36	0,72

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В роботі з оптимізації регулювання дорожнього руху на перехресті вул. О. Говорухи та вул. Парамонова м. Запоріжжя передбачено виконання дорожньо-будівельних робіт з розділення транспортних потоків на вказаній ділянці. Під час виконання дорожньо-будівельних на робітника потенційно можуть вплинути небезпечні та шкідливі виробничі чинники.

В роботі проаналізовані потенційні небезпеки, запропоновані заходи по забезпеченню безпеки, виробничої санітарії та гігієни праці, з пожежної безпеки під час виконання робіт та заходи по забезпеченню безпеки в надзвичайних ситуаціях [18].

Детально запропоновані заходи приведені у додатку А.

ВИСНОВКИ

Робота передбачала оптимізацію регулювання ДР на перехресті вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова м. Запоріжжя.

В роботі передбачено АСУДР, що реалізує контур адаптивного регулювання та АСУДР багатопрограмного регулювання на окремому перехресті.

Виконано зібрано та проаналізовано даних про ДТП на перехресті вул. Олександра Говорухи та вул. Парамонова.

Досліджено склад ТП, швидкості ТЗ, інтенсивності руху ТЗ, режим роботи СФР.

На базі проведеного аналізу розраховано параметри, необхідні для проектування АСУДР рівня 1.2 та АСУДР рівня 1.3.

Обрано тип детектора транспорту – ДТ РЕ2306. На ВДМ запропоновано встановити 5 комплектів апаратури детекторів транспорту РЕ2001 та замінити дорожній контролер на РЕ2000 в другому проектному варіанті.

Капітальні вкладення на ТЗОДР 46662 грн та 105162,4 грн.

Загальна економія втрат 291353,29 грн та 368697,08 грн.

Введення АСУДР 1.2 та 1.3 на перехресті вул. Парамонова та вул. Олександра Говорухи дозволить отримати економічний ефект 131382,33 грн та 146678,21 грн.

Терміни окупності складуть менше одного року.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения [Текст]/ Кременец Ю.А. - М: Транспорт, 1990. -255 с.
2. Кременец Ю.А. Технические средства регулирования дорожного движения [Текст]/ Ю.А. Кременец, М.П. Печерский - М.: Транспорт, 1981. - 252 с.
3. Руководство по регулированию дорожного движения в городах. - М.: Стройиздат, 1974.-97 с.
4. ДСТУ 4158-2003. Безпека дорожнього руху. Автоматизовані системи керування дорожнім рухом. Загальні вимоги. - К.: Держстандарт України..
5. ДСТУ 4157-2003. Безпека дорожнього руху. Засоби технічні периферійні автоматизовані системи керування дорожнім рухом. Типи, загальні технічні вимоги та вимоги безпеки дорожнього руху. - К.: Держстандарт України.
6. ДСТУ 4100:2014. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування. - БЗ№12 2001/530 - К.: Держстандарт України.
7. ДСТУ 2587:2010. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови. Правила застосування. - К.: Держстандарт України.
8. СОУ 45.2-00018112-048:2010. Безпека дорожнього руху дороги загального користування. Проект (схема) організації дорожнього руху на автомобільній дорозі. – К.: Держстандарт України.
9. Руководство по проектированию и внедрению автоматизированной системы управления дорожным движением на базе АССУД. – М.: ВНИИБДД МВД СССР, 1981. – 232 с.
10. ДСТУ 4092-2002. Безпека дорожнього руху. Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги, правила застосування та вимоги безпеки. . – К.: Держстандарт України.

11. Полищук В.П. Проектирование автоматизированной системы управления дорожным движением на автомобильных дорогах [Текст]/ Полищук В.П. – К.: УМК ВО, 1990. – 55 с.
12. Єресов В.І. Автоматизовані системи управління дорожнім рухом [Текст]/ В.І. Єресов, П.П. Кулай – Полтава: Друкарня УМВСУ, 2004. – 152 с.
13. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения [Текст]/ Г.И. Клинковштейн – М.: Транспорт, 2001. – 240 с.
14. Самойлов Д.С. Организация дорожного движения [Текст]/ Д.С. Самойлов, В.А. Юдин, П.В. Рушевский – М.: Высшая школа, 1981. – 256 с.
15. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения [Текст]/ В.Ф.Бабков – М.: Транспорт, 1982. – 288 с.
16. Хомяк Я.В. Организация дорожного движения [Текст]/ Я.В. Хомяк – К.: Высшая школа, 1986. – 271 с.
17. Капитанов В.Т. Управление транспортными потоками в городах [Текст]/ В.Т. Капитанов - М.: Транспорт, 1980. – 189 с.
18. Бортницкий Л.И. Охрана труда на автотранспортном предприятии [Текст]/ Л.И. Бортницкий – К.: Выща школа, 1988. – 250 с.
19. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения [Текст]/ Ю.А. Кременец, М.П. Печерский, М.Б. Афанасьев - М: Академкнига, 2005. -279 с.

ДОДАТОК А

ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

А.1 Аналіз потенційних небезпек

1. На даній ділянці по вул. Парамонова та вул. Олександра Говорухи відбуваються попутні (5 од.) та зустрічні (3 од.) зіткнення через недоліки в організації дорожнього руху пов'язані з завузькою проїзною частиною, відсутністю направляючих островків з розділення транспортних потоків та бар'єрного огороження, які призводять до травмування, а також до загибелі, як водіїв, пасажирів, так і інших громадян, а також до зіпсування транспортних засобів.

2. Під час виконання дорожньо-будівельних робіт з облаштування направляючих островків на ділянці по вул. Парамонова та вул. Олександра Говорухи відбуваються наїзди на пішоходів, через відсутність дорожньої розмітки та дорожніх знаків, що позначають пішохідні переходи, обмежену видимість при правому повороті на вул. Олександра Говорухи, які призводять до травмування, а також до загибелі, як водіїв, пасажирів, пішоходів, а також до зіпсування транспортних засобів

3. Виникнення аварійно-небезпечної ситуації, яка може стати причиною ДТП в результаті несвоєчасного або взагалі відсутнього повідомлення водіїв стосовно проведення дорожніх робіт з облаштування направляючих островків по вул. Парамонова. Що призводить до травмування, а також до загибелі, як водіїв, пасажирів, так і інших громадян, а також до зіпсування транспортних засобів.

4. Монтажні роботи на висоті, що пов'язані з встановленням дорожніх знаків та світлофорів, у випадку недостатньої кваліфікації робітників працюючих з порушенням правил безпеки може призвести до падіння з драбини, з якої виконуються монтажні роботи та травмування.

5. Є небезпека поразки електричним струмом персоналу під час

виконання робіт під час встановлення дорожніх світлофорів по вул. Парамонова та вул. Олександра Говорухи з застосуванням генератора, що викликано відсутністю заземлення, використанням не ізольованого інструмента, та може призвести до травмування.

6. Робітники що виконують роботи пов'язані з роботами по встановленню дорожніх знаків та світлофорів на відкритому повітрі можуть зазнати теплового удару при проведенні робіт влітку, тому що роботи проводяться на відкритому повітрі.

7. Негативно на працівників також можуть впливати підвищена запиленість повітряного середовища, що перевищує припустимі значення яка виникає внаслідок робіт з демонтажу та монтажу стійок знаків та світлофорів та призводить до захворювань.

8. Вплив шуму, вібрації на працівників від робіт на компресорі, що виконують демонтаж та монтаж знаків та світлофорів, дорожніх знаків на ділянці по вул. Парамонова та вул. Олександра Говорухи в основному залежить від кількісної характеристики (концентрація рівня, інтенсивність та від міста впливу). Під впливом цих факторів знижується гострота зору, порушується рівновага нервових процесів як збудження і гальмування. В зв'язку з цим виникає роздратованість, головні болі, зменшується пильність і як наслідок - ДТП.

9. Під час нанесення розмітки за допомогою розмічальної машини на ділянці вул. Парамонова та вул. Олександра Говорухи, може виникнути займання, яке належить до надзвичайних ситуацій техногенного характеру, які супроводжуються виходом з ладу машин та механізмів і доволі часто приводить до загибелі чи травмуванню людей і значним матеріальним збиткам, викликається несправністю електрообладнання розмічальної машини, застосування легкозаймистих і горючих рідин для нанесення розмітки (фарба або пластик); куріння поблизу ділянки нанесення розмітки та ін.

10. Небезпеки техногенного, природного та військового характеру можуть призвести до виникнення заторів та затримання евакуаційних колон і завадить розгортанню спеціальної техніки

А.2 Заходи по забезпеченню безпеки

1. Для попередження попутних та зустрічних зіткнень по вул. Пармонова та вул. Олександра Говорухи м. Запоріжжя проектом передбачено розширення проїзної частини та встановлення бар'єрного огородження.

Організаційні заходи: проводимо навчання персоналу при роботі на існуючих автомобільних дорогах виконуємо на основі НПАОП 6.4.14-1.02-00 «Правила безпеки під час проведення будівництва автомобільних доріг» та ИНУВ 3.2-218-051-95 «Инструкция по обеспечению безопасности дорожного движения в местах проведения дорожных работ на автомобильных дорогах».

Ділянки існуючих автомобільних доріг, на яких намічається проведення робіт, згідно з ИНУВ 3.2-218-051-95, погоджуємо з місцевими органами Державної автомобільної інспекції (ДАІ) і дорожньо-експлуатаційними організаціями. Виконання дорожньо-будівельних робіт на цих ділянках проводимо згідно з НПАОП 6.4.14-1.02-00 «Правила безпеки під час проведення будівництва автомобільних доріг».

Технічні заходи: схеми організації дорожнього руху в місцях проведення робіт виконуємо строго у відповідності з СОУ 45.2-00018112-048:2010 «Безпека дорожнього руху. Проект (схема) організації дорожнього руху. Правила розроблення, побудови, оформлення та вимоги до змісту» та СОУ 45.2-00018112-006:2006. Безпека дорожнього руху. Порядок огородження та організація дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт з будівництва, реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг». Встановлюємо тимчасові переносні знаки 5.55 «Схема руху», 4.7 – 4.8

«Об'їзд перешкоди», 1.37 «Дорожні роботи», 3.29 «Обмеження швидкості руху», тимчасове огороження.

2. Для попередження наїзду на пішоходів необхідні:

Організаційні заходи: обладнуємо ділянки дороги всіма необхідними тимчасовими переносними дорожніми знаками 1.37 «Дорожні роботи», 3.29 «Обмеження швидкості руху», 1.32, 5.35.1 та 5.35.2 «Пішохідний перехід» у відповідності з вимогами ДСТУ 4100-2002 «Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування». В усіх випадках встановлення попереджувючих пристроїв, на ділянках проведення робіт виконуємо після встановлення дорожніх знаків.

Технологічні заходи: розмітка проїзної частини виконується у відповідності з вимогами ДСТУ 2587:2010 «Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Методи контролювання. Правила застосування». Наносимо тимчасову розмітку 1.1 «Вісьова суцільна лінія», 1.18 «Позначення напрямків руху», 1.19 «Звуження проїзної частини».

3. Для попередження виникнення ДТП необхідні:

Організаційні заходи: попередження водіїв тимчасовими переносними дорожніми знаками і попереджувючими пристроями встановленого зразку у відповідності з вимогами ДСТУ 4100-2002 «Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування». В усіх випадках встановлення попереджувючих пристроїв, на ділянках проведення робіт виконуємо після встановлення дорожніх знаків.

Технічні заходи: огороження місць виконання робіт виконуємо відповідно до вимог ГСТУ 218-03449261-095-2002 «Безпека дорожнього руху. Огороження дорожні тимчасові. Загальні технічні умови. Правила застосування». Встановлюємо знаки 5.56 «Схема об'їзду» та 5.55 «Схема руху» а також знак індивідуального проектування (рисунк А.1).

Металеві частини дорожньо-будівельних машин і механізмів з електроприводом, які можуть опинитися під напругою, заземлюємо згідно з СН 38-58 «Инструкция по заземлению передвижных строительных механизмов и электрифицированного инструмента».

6. Для попередження теплового удару при проведенні робіт влітку на місці виконання робіт передбачене приміщення пересувного типу, в якому є гардеробні, вмивальні та інші санітарно-побутові приміщення обладнані у відповідності до СНиП 2.09.04-87 (2000) "Административные и бытовые здания". Згідно з ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны" забезпечується швидкість переміщення повітря в робочій зоні приміщень – 0,2 - 0,3 м/с, в теплий період року температура в приміщенні становить 20° – 23° С.

Згідно з вимогами СНиП 2.04.85-91*У "Отопление, вентиляция, кондиционирование", для підтримки необхідних режимів температури та відносної вологості у приміщенні в теплий період року працюватиме система кондиціювання.

Незалежно від пори року приміщення періодично провітрюється.

А.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

7. Для попередження негативного впливу дуже запиленого повітря на працівників під час дорожніх робіт передбачається використання засобів індивідуального захисту робітників (респіратор BLS мод. 120B FFP1 NR D).

8. Рівень шуму від роботи генератора може перевищувати допустимі норми, тому відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» передбачаємо використання навушників H510A-401-GU OPTIME I.

Згідно з ГОСТ 12.1.012 – 90 "ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования" вібрація від роботи перфоратора може перевищує допустимі

норми тому передбачаємо використання віброзахисних рукавичок із шкіри з внутрішнім гелевим шаром.

А.4 Заходи з пожежної безпеки

Для можливості боротьби з вогнем в місцях проведення дорожніх робіт передбачається використання вогнегасників. Кожен вогнегасник підвішується або встановлюється на видному місці на такій висоті, щоб людина могла вільно, легко і швидко його зняти (але не вище 1,5 м від підлоги до днища вогнегасника).

Згідно НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки України» та ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» при виконанні монтажних робіт повинно застосовувати порошкові вогнегасники ВП-5, які використовуються для боротьби з загорянням електрообладнання розмічальної машини. Як засоби для пожежогасіння маркувальних матеріалів під час нанесення дорожньої розмітки використовуються вогнегасники ВП-5, ВУВ-7, ВВ-5, а також пісок та азбестове полотно.

У організаціях, що займаються дорожніми роботами, передбачається проведення навчання робочих, службовців, інженерно-технічних працівників правилам пожежної безпеки за розробленими адміністрацією програмами, узгодженими з органами пожежного нагляду. В програму навчання включають наступні питання: попередження і гасіння пожеж з урахуванням засобів пожежогасіння, що є на об'єкті; правила пожежної безпеки (вміст в протипожежному стані електромереж, опалювальних приладів, робочих місць, виробничих комор, складів, проходів і т. д.); пожежна небезпека окремих матеріалів (бітум, негашене вапно, паливо і ін.), норми, місця і порядок їх зберігання; пожежна небезпека окремих видів робіт (зварювальні роботи, заправка машин паливом, порядок зберігання паливно-змащувальних матеріалів, допустимі місця куріння).

А.5 Заходи по забезпеченню безпеки в надзвичайних ситуаціях

Місце інженера з організації дорожнього руху у разі виникнення небезпеки техногенного, природного та військового характеру може бути перепрофільоване для виконання функцій командного пункту цивільної оборони у частині організації евакуації населення, організації руху військових колон та механізованих частин військ цивільної оборони.

Зважаючи на вищезазначене, діючи за допомогою технічних заходів та оперативного зв'язку та застосовуючи для збору інформації периферійне телеметричне обладнання, інженер, у разі потреби, може взяти на себе керування евакуацією населення із зони ураження.

Зважаючи на наявність вузьких місць у вулично-дорожній мережі міста (складні перехрестя доріг загальноміського значення, ДГЕС, мости Преображенського, шляхопроводи), відсутність оперативного керування під час проведення евакуаційних заходів призведе до виникнення заторів та затримання евакуаційних колон і завадить розгортанню спеціальної техніки, за допомогою засобів оперативного радіозв'язку координується робота міського електротранспорту з метою організації об'їзду ділянок, де рух неможливий через пошкодження лінійних споруд або заблокований через ДТП та затори.

Для забезпечення безперебійної роботи пункту передбачаються такі організаційно-апаратні заходи.

1. Цілодобове чергування диспетчера та аварійної бригади.
2. Багатоканальний прямий зв'язок з органами місцевої влади, МВС, ДСНС.
3. Захист ліній зв'язку від руйнування та пошкодження: прокладання ліній під землею, «бронювання» кабелів, заземлення апаратури, встановлення розрядників для недопущення перенапруги внаслідок замикання, дії атмосферної електрики або електромагнітної хвилі.

Застосування запропонованих технічних та організаційних заходів дозволить покращити роботу в таких напрямках:

- збільшення ступеню безпеки для персоналу та учасників руху під час контактування з технічними заходами системи;
- можливість переорієнтації роботи для забезпечення евакуаційних заходів та інших спеціальних умов роботи вулично-дорожньої мережі;
- вдосконалення регуляторного впливу на дорожній рух під час зміни його параметрів та дорожніх умов.

А.6 Висновки до розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»

1. Для попередження попутних та зустрічних зіткнень розробляємо схеми організації дорожнього руху строго у відповідності з СОУ 45.2-00018112-048:2010 «Безпека дорожнього руху. Проект (схема) організації дорожнього руху. Правила розроблення, побудови, оформлення та вимоги до змісту» та СОУ 45.2-00018112-006:2006. Безпека дорожнього руху. Порядок огороження та організація дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт з будівництва, реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг».

2. Для попередження наїзду на пішоходів обладнуємо ділянки дороги у відповідності з вимогами ДСТУ 4100-2002 «Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування» та ДСТУ 2587:2010 «Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Методи контролювання. Правила застосування».

3. Для попередження виникнення аварійно-небезпечних ситуацій огороження місць виконання робіт виконуємо відповідно до вимог ГСТУ 218-03449261-095-2002 «Безпека дорожнього руху. Огороження дорожні тимчасові. Загальні технічні умови. Правила застосування».

4. Для запобігання травм при виконанні робіт на висоті працівники забезпечуються спеціальними засобами індивідуального захисту згідно ГОСТ 12.4.001-89 «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация».

5. Для попередження травмування, забезпечуємо персонал відповідно з вимогами ГОСТ 12.2.007.0-75 «Изделия электротехнические. Общие требования». Заземлюємо обладнання згідно з СН 38-58 «Инструкция по заземлению передвижных строительных механизмов и электрифицированного инструмента».

6. Для попередження втоми працівників передбачене приміщення пересувного типу у відповідності до СНиП 2.09.04-87 (2000) "Административные и бытовые здания".

7. Для захисту від запилення передбачається використання засобів індивідуального захисту робітників.

8. Для захисту від шуму та вібрації передбачені заходи згідно ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку», ГОСТ 12.1.012 – 90 “ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования”.

9. Для можливості боротьби з вогнем при виконанні дорожніх робіт передбачено застосовувати порошкові вогнегасники ВП-5 згідно з НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки України» та ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об’єктів будівництва».