

Міністерство освіти і науки України

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-  
ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ПРАКТИКУМ**  
**З ПРОВЕДЕННЯ АУДИТУ БЕЗПЕКИ**  
**ДОРОЖНЬОГО РУХУ**

Харків.  
ХНАДУ  
2018

УДК 657.6.656.05

А 93

*Рекомендовано вченою радою Харківського національного автомобільно-дорожнього університету протокол № 18/17/6.6 від 06 жовтня 2017 р.*

Рецензенти:

**В.А. Войтов**, д.т.н., професор Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка;

**В.С. Суздаль**, д.т.н., провідний співробітник Інституту сцинтиляційних матеріалів НАН України;

**І.А. Давиденко**, заступник директора науково-дослідного експертно-криміналістичного центру при МВС України, м. Харків

Колектив авторів:

Л.С. Абрамова, к.т.н., професор

І.С. Наглюк, д.т.н., професор

В.В. Ширін, к.т.н., доцент

Г.Г. Птиця, к.т.н., доцент

С.В. Капінус, асистент

О.С. Левченко, асистент

Т.В. Харченко, старший викладач

**Абрамова Л.С.**

**П** Практикум з проведення аудиту безпеки дорожнього руху./ Л.С. Абрамова, І.С. Наглюк, В.В. Ширін, Г.Г. Птиця, С.В. Капінус, О.С. Левченко, Т.В. Харченко. – Харків: ХНАДУ, 2018. – 140 с.

**ISBN**

Докладно наведено методики визначення параметрів транспортних потоків, дорожніх умов та режимів руху, які впливають на безпеку руху на всіх стадіях функціонування дороги. Наведено результати перевірок аудиторів на стадіях проектування доріг, експлуатації вулично-дорожньої мережі м. Харків, та пішохідного руху на складних перехрестях міста. Особливу увагу приділено заходам підвищення безпеки дорожнього руху на залізничних переїздах та наведено практичні розрахунки із урахуванням діючих вимог нормативної документації України.

Довідник призначений для студентів та магістрів навчальних закладів, а також для фахівців галузі транспортної інфраструктури та спеціалістів із інженерінгу та безпеки дорожнього руху відповідних організацій.

Іл. 31, табл. 34, бібліогр. 20 найм.

УДК 657.6.656.05

**ISBN**

© Колектив авторів, 2018

© ХНАДУ, 2018

## ВСТУП

Актуальність питання безпеки дорожнього руху в Україні та за її межами значно зростає одночасно зі збільшенням парку автомобільного транспорту. Згідно звітів Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) дорожньо-транспортний травматизм займає восьме місце в переліку основних причин смертності в світі і являється головною причиною смертності серед молоді у віці 15–29 років. ВООЗ зазначає, що без застосування невідкладних заходів дорожньо-транспортний травматизм стане вже п'ятою причиною смертності до 2020 року.

Найбільш дієвими заходами з підвищення стану безпеки дорожнього руху є проведення аудиту дорожньої безпеки на різних стадіях технологічної готовності дороги незалежною командою експертів з метою виявлення і усунення можливих причин дорожньо-транспортних подій.

Термін «аудит дорожньої безпеки» фахівці навмисно застосовують замість традиційного терміну «контроль дорожньої безпеки», оскільки він передбачає аналіз безпеки на дорозі з позиції її сприйняття усіма категоріями учасників дорожнього руху і, на відміну від традиційних методів підвищення безпеки руху, які засновані на статистиці ДТП, аудит дорожньої безпеки спрямований на попередження ДТП ще до того, як вони виникають. Тому, в умовах високого рівня аварійності і, найголовніше, високого рівня травматизму та смертності на дорогах України задача впровадження і розвитку аудиту дорожньої безпеки для нашої держави являється актуальною задачею.

Запропонований «Практичний довідник для проведення аудиту безпеки дорожнього руху» є другою частиною підручника «Аудит безпеки дорожнього руху» (Харків, ХНАДУ, 2016), де були викладені основні засади теоретичних положень щодо визначення показників безпеки та методів визначення параметрів, що впливають на стан безпеки дорожнього руху у цілому.

На підставі опису етапів і цілей аудиту, розробка методичних рекомендацій щодо проведення поетапної оцінки безпеки є необхідною процедурою. Обов'язковою є формування аркушів контролю аудиторам для подальшого аналізу коефіцієнтів аварійності, а також для прийняття рішень з підвищення безпеки небезпечних ділянок та усунення дефектів на дорозі.

Наданий практичний довідник містить 3 розділи, до яких увійшли методики визначення основних параметрів дорожніх умов відповідно до виділених етапів проведення аудиту безпеки дорожнього руху (БДР), а саме

– для стадії проектування дороги з метою оцінки показників безпеки концептуального проекту дороги в відповідності до стандартів;

– для стадії експлуатації дороги з метою виявлення експлуатаційних параметрів дороги, які впливають на поведінку учасників дорожнього руху та методики визначення ризиків виникнення ДТП на дорозі, де особливу увагу було приділено оцінці ступеню небезпечності проїзду залізничного переїзду.

У кожному розділі увійшли приклади практичного застосування того чи іншого методу розрахунків необхідних параметрів, що впливають на безпеку дорожнього руху. Також до кожного розділу запропоновано приклади розроблених листів контролю для проведення аудиту БДР із переліком питань щодо визначення параметрів дорожніх умов, які впливають на БДР. У якості об'єктів для практичних розрахунків були обрані ділянки вулично-дорожньої мережі м. Харків та ділянки автошляхів у Харківській області.

Питанням підвищення безпеки на підставі визначенні відповідних показників та параметрів дорожнього руху присвячені роботи таких вчених: В.Ф. Бабков, В.В. Амбарцумян, В.Н. Луканін, О.А. Дівочкін, В.В. Чванов, В.М. Сіденко, А.А. Рибальченко, В.В. Шештокас, Р.А. Насутавічус, В.П. Поліщук, В.В. Сільянов, Е.В. Гаврилов, В.А. Лукін, Г.І. Клинковштейн, І.М. Пугачов, Д. Клеббельсберг, Руне Ельвік, Нанеен Farah, В.І. Коноплянко, В.В. Лук'янов, А.П. Васильєв, Е.М. Лобанов, Я.В. Хом'як, А.Н. Должиков, А.В. Банатов та ін.

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АТЗ – автотранспортний засіб;  
АБДР – аудит безпеки дорожнього руху;  
АСУДР – автоматизована система управління дорожнім рухом;  
БДР – безпека дорожнього руху;  
ВДМ – вулично-дорожня мережа;  
ВПК – виносний пульт керування;  
ДП – диспетчерський пункт;  
МПК – місцевий пульт керування;  
НПП – нерегульований пішохідний перехід  
ОДР – організація дорожнього руху;  
ПП – пішохідний перехід  
ПШС – перехідно-швидкісна смуга;  
РПП – регульований пішохідний перехід  
ТЗ – транспортний засіб;  
ТЗРДР – технічні засоби регулювання дорожнього руху;  
ТП – транспортний потік.

# Розділ 1. АУДИТ ДОРОЖНЬОЇ БЕЗПЕКИ НА СТАДІЇ ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ

## 1.1. Визначення перспективної інтенсивності транспортного потоку між населеними пунктами

Під час аудиту дорожньої безпеки на стадії проектування запропоновано алгоритм визначення прогнозної інтенсивності руху транспортного потоку (ТП) між кореспондуючими пунктами (рис. 1.1). Особливістю алгоритму, є необхідність формування великої кількості вихідної інформації та обов'язкове врахування умов вільного руху транспортних потоків на кожному ітераційному кроці [1].

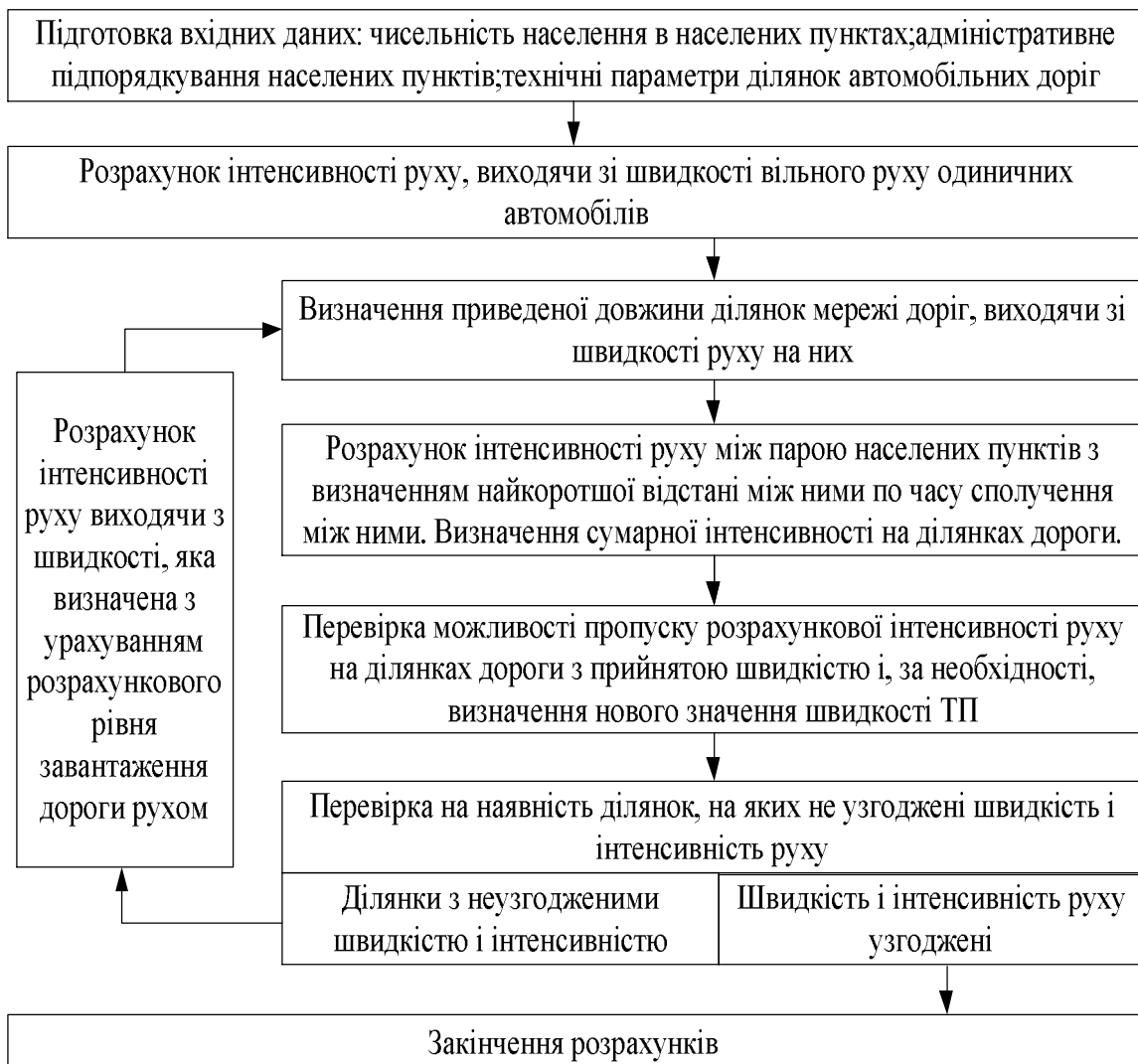


Рис. 1.1. Алгоритм розрахунку прогнозної інтенсивності руху ТП

Інтенсивність руху між парою кореспондуючих пунктів визначають за формулою [2]

$$N_{ij} = \frac{P_p \cdot K_\zeta \cdot Q_{\ddot{e}} \cdot V_{\ddot{e}} \cdot \tau_{\ddot{e}} \cdot K_{\ddot{e}}}{1000 \cdot L_{i\delta}^2} + \frac{P_p \cdot K_\zeta \cdot Q_{\hat{a}} \cdot V_{\hat{a}} \cdot \tau_{\hat{a}} \cdot K_{\hat{a}}}{1000 \cdot L_{i\delta}^2} + \frac{P_p \cdot K_\zeta \cdot Q_{\hat{a}} \cdot V_{\hat{a}} \cdot \tau_{\hat{a}} \cdot K_{\hat{a}}}{1000 \cdot L_{i\delta}^2}, \quad (1.1)$$

де  $N_{ij}$  – очікувана середньорічна добова інтенсивність руху між  $i$ -м і  $j$ -м населеними пунктами, авт./добу;

$P_p$  – сумарна приведена чисельність населення в  $i$ -м і  $j$ -м населених пунктах, чол.;

$K_\zeta$  – коефіцієнт зв'язаності  $i$ -го і  $j$ -го населених пунктів, визначений залежно від їх адміністративної значущості і підлеглості;

$Q_{\text{л}}, Q_{\text{а}}, Q_{\text{в}}$  – рівень насичення території легковими автомобілями, автобусами і вантажними автомобілями відповідно, авт./1000 чол.;

$V_{\text{л}}, V_{\text{а}}, V_{\text{в}}$  – середня швидкість руху легкових автомобілів, автобусів і вантажних автомобілів в еталонних умовах, що приймається рівною 93 км/год., 60 км/год. і 83 км/год., відповідно;

$\tau_{\text{л}}, \tau_{\text{а}}, \tau_{\text{в}}$  – середня тривалість роботи протягом доби легкових автомобілів, автобусів і вантажних автомобілів відповідно, год./добу;

$K_{\text{л}}, K_{\text{а}}, K_{\text{в}}$  – коефіцієнт, що характеризує користування легковими автомобілями, автобусами і вантажними автомобілями, відповідно;

$L_{\text{пр}}$  – приведена відстань між  $i$ -м і  $j$ -м населеними пунктами, км.

Сумарну приведену чисельність населення для  $i$ -го і  $j$ -го кореспондуючих населених пунктів визначають залежно від співвідношення чисельності населення в них. При відношенні чисельності населення в більшому населеному пункті ( $P_{\text{max}}$ ) до чисельності населення в меншому населеному пункті ( $P_{\text{min}}$ ) менш ніж 7,38 – за формулою [3]

$$P_p = \left[ \ln \frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{min}}} + 2 \right] \cdot P_{\text{min}}. \quad (1.2)$$

У всіх інших випадках – за формулою

$$P_p = 4 \cdot P_{\min} \cdot \quad (1.3)$$

Коефіцієнт зв'язаності населених пунктів в залежності від їх адміністративного значення та підпорядкування приймається у відповідності з табл. 1.1.

Таблиця 1.1

**Значення коефіцієнта зв'язаності залежно від адміністративного значення другого населеного пункту**

Адміністративне значення першого населеного пункту	Значення коефіцієнта $K_3$ залежно від адміністративного значення другого населеного пункту			
	великі міста та обласні центри	районні центри	малі міста та селища міського типу	села
Великі міста та обласні центри	–	1,0	0,7	0,4
Районні центри	1,0	0,7	0,3	0,1
Малі міста та селища міського типу	0,7	0,3	0,1	0,1
Села	0,4	0,1	0,1	0,1

Середню тривалість роботи протягом доби автобусів визначають за формулою

$$t_a = T_{\text{на}} - 2, \quad (1.4)$$

де  $T_{\text{на}}$  – середня тривалість роботи автобусів в наряді, год.;

2 – середня тривалість простою автобусів під час обіду і відпочинку водіїв.

Середню тривалість роботи протягом доби вантажних автотransпортних засобів визначають за формулою

$$t_b = T_{\text{нв}} - 1,5, \quad (1.5)$$

де  $T_{\text{нв}}$  – середня тривалість роботи вантажних автотransпортних засобів в наряді, год.;

1,5 – середня тривалість простою вантажних автотransпортних засобів під час обіду і відпочинку водіїв, год.



Для визначення  $\tau_{\text{д}}$ ,  $\tau_{\text{а}}$ ,  $\tau_{\text{в}}$  отримані години повинні розділити на 24 год.

Коефіцієнт, що характеризує користування легковими автомобілями в буденні дні, визначають за формулою

$$K_{\text{д}} = 1 - (D_{\text{н}} + D_{\text{р}}), \quad (1.6)$$

де  $D_{\text{н}}$  – частка автомобілів, врахованих в матеріалах статистичної звітності, але не використовуваних через технічні несправності (за відсутності даних можна приймати рівною 0,15);

$D_{\text{р}}$  – половина частки автомобілів, використовуваних з рекреаційною метою для виїзду на дачні ділянки в період з квітня по жовтень місяці, а також з іншою метою лише в недільні і святкові дні (за відсутності даних можна приймати рівною 0,1).

Коефіцієнт, що характеризує використання автобусів, визначають за формулою

$$K_{\text{а}} = \Gamma_{\text{а}} \cdot K_{\text{ва}}, \quad (1.7)$$

де  $\Gamma_{\text{а}}$  – коефіцієнт готовності автобусів;

$K_{\text{ва}}$  – коефіцієнт виходу автобусів на лінію.

Коефіцієнт, що характеризує використання вантажних автотransпортних засобів, визначають за формулою

$$K_{\text{в}} = \Gamma_{\text{в}} \cdot K_{\text{вв}}, \quad (1.8)$$

де  $\Gamma_{\text{в}}$  – коефіцієнт готовності вантажних автотransпортних засобів;

$K_{\text{вв}}$  – коефіцієнт виходу вантажних автотransпортних засобів на лінію.

Середню тривалість роботи в наряді, коефіцієнти готовності і виходу на лінію автобусів і вантажних автотransпортних засобів приймають згідно з територіальними статистичними даними.

На підставі отриманого значення середньорічної добової перспективної інтенсивності руху згідно табл. 1.2 призначають категорію дороги.

Інтенсивність руху між парою даних кореспондуючих пунктів визначають за формулою (1.1).

Таблиця 1.2

## Технічна класифікація автомобільних доріг у авт./добу [4]

Категорія дороги	Розрахункова перспективна інтенсивність руху	
	у транспортних одиницях	у приведених до легкового автомобіля
I-а	понад 10 000	понад 14 000
I-б	понад 10 000	понад 14 000
II	від 3 000 до 10 000	від 5 000 до 14 000
III	від 1 000 до 3 000	від 2 500 до 5 000
IV	від 150 до 1 000	від 300 до 2 500
V	до 150	до 300

*Примітки:* 1. I-а – автомагістраль. 2. Категорію дороги можна визначати за розрахунковою інтенсивністю руху у транспортних одиницях, якщо кількість легкових автомобілів становить менше 30 відсотків від загального транспортного потоку.

### Приклад визначення перспективної інтенсивності транспортного потоку між населеними пунктами

Для виконання безпосередніх розрахунків інтенсивності руху необхідно заздалегідь підготувати вихідні дані.

Таблиця 1.3

## Лист контролю

Назва дороги A – BАудит виконаний Дата «    »      20     р.

№ з/п	Найменування параметра	Значення параметра	Примітка
1	2	3	4
1.	Чисельність населення 1-го населеного пункту, чол.	1300000	
2.	Чисельність населення 2-го населеного пункту, чол.	20000	
3.	Адміністративне значення першого населеного пункту	Обласний центр	
4.	Адміністративне значення другого населеного пункту	Районний центр	
5.	Рівень насичення території легковими автомобілями	165	

1	2	3	4
6.	Рівень насичення території автобусами	7	
7.	Рівень насичення території вантажними автомобілями	45	
8.	Середня швидкість руху легкових автомобілів, км/год.	93	
9.	Середня швидкість руху автобусів, км/год.	60	
10.	Середня швидкість руху вантажних автомобілів, км/год.	83	
11.	Середня тривалість роботи протягом доби легкових автомобілів, год.	24	
12.	Середня тривалість роботи автобусів в наряді, год.	12	
13.	Середня тривалість роботи вантажних автотранспортних засобів в наряді, год.	8	
14.	Частка автомобілів, що технічно не справні	–	
15.	Частка автомобілів, що використовуються з рекреаційною метою	–	
16.	Коефіцієнт готовності автобусів (частка технічно справних автобусів, за даними держстату по звітності підприємств району)	0,78	
17.	Коефіцієнт виходу автобусів на лінію	0,74	
18.	Коефіцієнт готовності вантажних автотранспортних засобів (за даними держстату по звітності підприємств даного району)	0,68	
19.	Коефіцієнт виходу вантажних автотранспортних засобів на лінію	0,64	
20.	Приведена відстань між $i$ -м і $j$ -м населеними пунктами, км.	25	

Сумарну приведену чисельність населення для  $i$ -го і  $j$ -го кореспондуючих населених пунктів визначають залежно від співвідношення чисельності населення в них.

$$\frac{P_{\max}}{P_{\min}} = \frac{1300000}{20000} = 65.$$

При відношенні чисельності населення в більшому населеному пункті ( $P_{\max}$ ) до чисельності населення в меншому населеному пункті ( $P_{\min}$ ) більше ніж 7,38 сумарну приведену чисельність населення визначають за формулою (1.3)

$$P_p = 4 \cdot 20000 = 80000 \text{ чол.}$$

Коефіцієнт зв'язаності населених пунктів в залежності від їх адміністративного значення та підпорядкування приймається у відповідності з табл. 1.1. Так як перший населений пункт є обласним центром, а другий – районним центром, то коефіцієнт зв'язаності приймаємо  $K_3 = 1,0$ .

Середню тривалість роботи протягом доби автобусів визначають за формулою (1.4)

$$t_a = 12 - 2 = 10 \text{ год.}$$

Середню тривалість роботи протягом доби вантажних авто-транспортних засобів визначають за формулою (1.5)

$$t_b = 8 - 1,5 = 6,5 \text{ год.}$$

Середню тривалість роботи протягом доби легкових автомобілів приймаємо 24 год.

Для визначення  $\tau_a$ ,  $\tau_b$ ,  $\tau_{\text{л}}$  отримані години повинні розділити на 24 год.

$$\tau_a = \frac{10}{24} = 0,42; \quad \tau_{\text{л}} = \frac{24}{24} = 1; \quad \tau_b = \frac{6,5}{24} = 0,27.$$

Коефіцієнт, що характеризує користування легковими автомобілями в буденні дні, визначають за формулою (1.6)

$$K_{\text{л}} = 1 - (0,1 + 0,1) = 0,75.$$

Коефіцієнт, що характеризує використання автобусів, визначають за формулою (1.7)

$$K_a = 0,78 \cdot 0,74 = 0,58.$$

Коефіцієнт, що характеризує використання вантажних авто-транспортних засобів, визначають за формулою (1.8)

$$K_b = 0,68 \cdot 0,64 = 0,44.$$

Підставляючи отримані значення в формулу (1.1) інтенсивності руху отримуємо

$$N_{ij} = \frac{80000 \cdot 1,0 \cdot 165 \cdot 93 \cdot 1,0 \cdot 0,75}{1000 \cdot 25^2} +$$

$$+ \frac{80000 \cdot 1,0 \cdot 7 \cdot 60 \cdot 0,42 \cdot 0,58}{1000 \cdot 25^2} +$$

$$+ \frac{80000 \cdot 1,0 \cdot 45 \cdot 83 \cdot 0,27 \cdot 0,44}{1000 \cdot 25^2} = 1543 \text{ \u0430\u0431,}$$

що відповідає III технічній категорії дороги.

На основі визначення категорії автомобільної дороги та з використанням ДБН В.2.3-4:2007 [4] визначаємо мінімально допустимі значення параметрів умов руху на ділянці між даними населеними пунктами.

- Кількість смуг руху, шт. – 2;
  - Ширина смуги руху, м – 3,5;
  - Ширина проїзної частини, м – 7,0;
  - Ширина узбіччя, м – 2,5;
  - Ширина укріпленої смуги узбіччя, м – 0,5;
  - Найменша ширина земляного полотна, м – 12,0;
  - Найбільший поздовжній похил, ‰ – 60;
  - Найменший радіус кривої у плані, м – 300;
  - Найменший радіус опуклої кривої у поздовжньому профілі, м – 5000;
  - Найменший радіус увігнутої кривої у поздовжньому профілі, м – 2000;
  - Найменша відстань видимості для зупинки автомобіля, м – 150;
  - Найменша відстань видимості зустрічного автомобіля, м – 250.
- Типи перетинань – в одному рівні.

## **1.2 Розробка схеми розташування технічних засобів регулювання дорожнього руху на регульованому перехресті**

На першому етапі необхідно розробити схему пофазного роз'їзду. Вихідними даними для розробки схеми пофазного роз'їзду є характеристики дорожнього руху на перехресті. Спочатку необхідно вибрати число фаз регулювання. При цьому слід завжди прагнути

до мінімального числа фаз для забезпечення високої пропускної спроможності перехрестя, якщо це не суперечить вимогам безпеки руху.

Застосування трьох і більш фаз регулювання пов'язано, як правило, із високою інтенсивністю транспортних лівоповоротних потоків або із високою інтенсивністю пішохідного руху. У випадку застосування трифазного циклу можливі різні варіанти пофазного роз'їзду. Так, наприклад, третя фаза може обслуговувати два зустрічних лівих поворотних потоки. У іншому варіанті можливо об'єднання в третій фазі лівого поворотного потоку з потоком у прямому побіжному напрямку при його високій інтенсивності. Можливо також виділення окремої пішохідної фази або використання третьої фази для пропускання правих поворотних потоків із метою забезпечення безпеки руху пішоходів. Можуть бути застосовані й інші схеми пофазного роз'їзду [5].

При розробці схеми пофазного роз'їзду необхідно витримувати такі принципи:

1. Припускається сполучати в одній фазі лівий поворотний потік, що конфліктує із зустрічним потоком прямого напрямку, якщо інтенсивність лівого поворотного потоку не більше 120 авт./год.

2. Пішохідний і конфліктуючі з ним поворотні транспортні потоки можуть сполучатися в одній фазі, якщо інтенсивність пішохідного потоку не перевищує 900 люд./год, а інтенсивність кожного з поворотних транспортних потоків не перевищує 120 авт./год.

3. Смуги руху необхідно закріплювати за визначеними фазами. Не планувати виїзд транспортних засобів, що одержують право руху в різних фазах, з однієї смуги.

4. Прагнути до того, щоб інтенсивність руху, яка у середньому припадає на одну смугу, не перевищувала 600...700 авт./год.

5. У випадку, якщо проїзна частина має три смуги руху і більш в одному напрямку, необхідно розглядати можливість поетапного переходу пішоходами вулиці протягом двох фаз регулювання.

Після вибору кількості фаз і розробки схеми пофазного роз'їзду необхідно на окремих рисунках відобразити дозволені напрямки руху транспортних і пішохідних потоків у кожній фазі регулювання.

На другому етапі необхідно розробити схему розташування технічних засобів регулювання, світлофорних пристроїв. Необхідно

виконати схему перетину зі всіма застосованими технічними засобами регулювання дорожнього руху і розробити дислокацію світлофорів, дорожніх знаків, дорожньої розмітки, островців безпеки і спрямовуючих огорож. При цьому слід використовувати стандартні умовні позначення. Знаки, розмітка і світлофори позначаються умовними символами з вказівкою нумерації згідно правилам дорожнього руху або відповідним ДСТУ. Необхідно позначити пріоритети в русі на випадок відключення світлофорного регулювання, при необхідності, спеціалізувати по напрямках смуги руху, наказати або заборонити рух по напрямках, позначити пішохідні переходи і т.д.

### Приклад розробки схеми розташування технічних засобів регулювання дорожнього руху на регульованому перехресті

Вихідні дані: схема перехрестя, інтенсивності транспортних та пішохідних потоків (рис. 1.2).

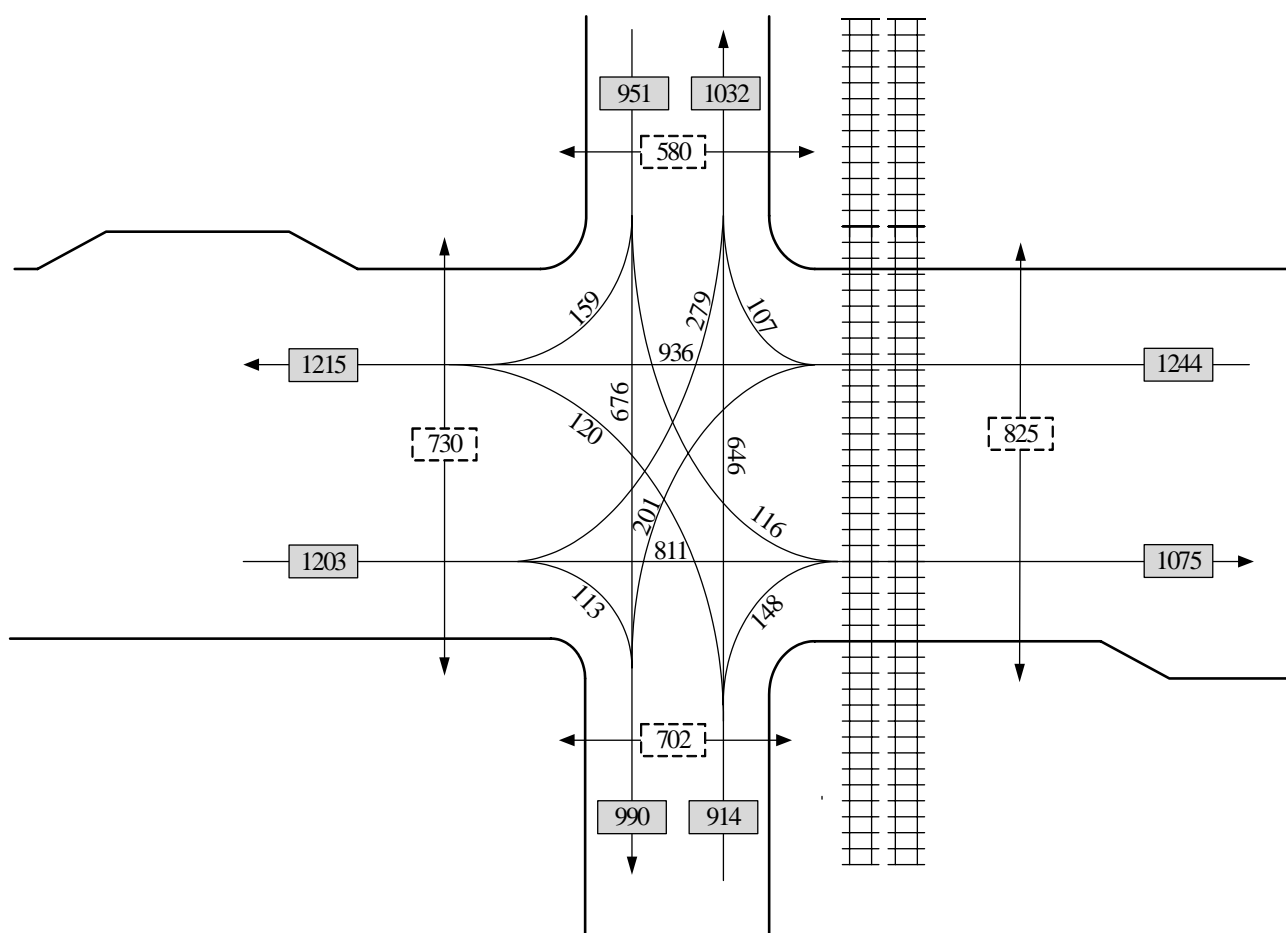


Рис. 1.2. Схема перехрестя

Користуючись принципами пофазного роз'їзду, обираємо три фази регулювання із-за високої інтенсивності лівоповоротних потоків по горизонтальній вулиці. Так як, інтенсивність лівоповоротних потоків більша за 120 авт./год., то ці потоки не можна сполучати в одній фазі із зустрічним потоком прямого напрямку. Тому друга фаза буде обслуговувати два зустрічних лівоповоротних потоки.

Так як інтенсивність пішохідного потоку не перевищує 900 люд./год, а інтенсивність кожного з поворотних транспортних потоків не перевищує 120 авт./год. по вертикальній вулиці, то пішохідний і конфліктуючі з ним поворотні транспортні потоки можуть сполучатися в одній фазі (рис. 1.3).

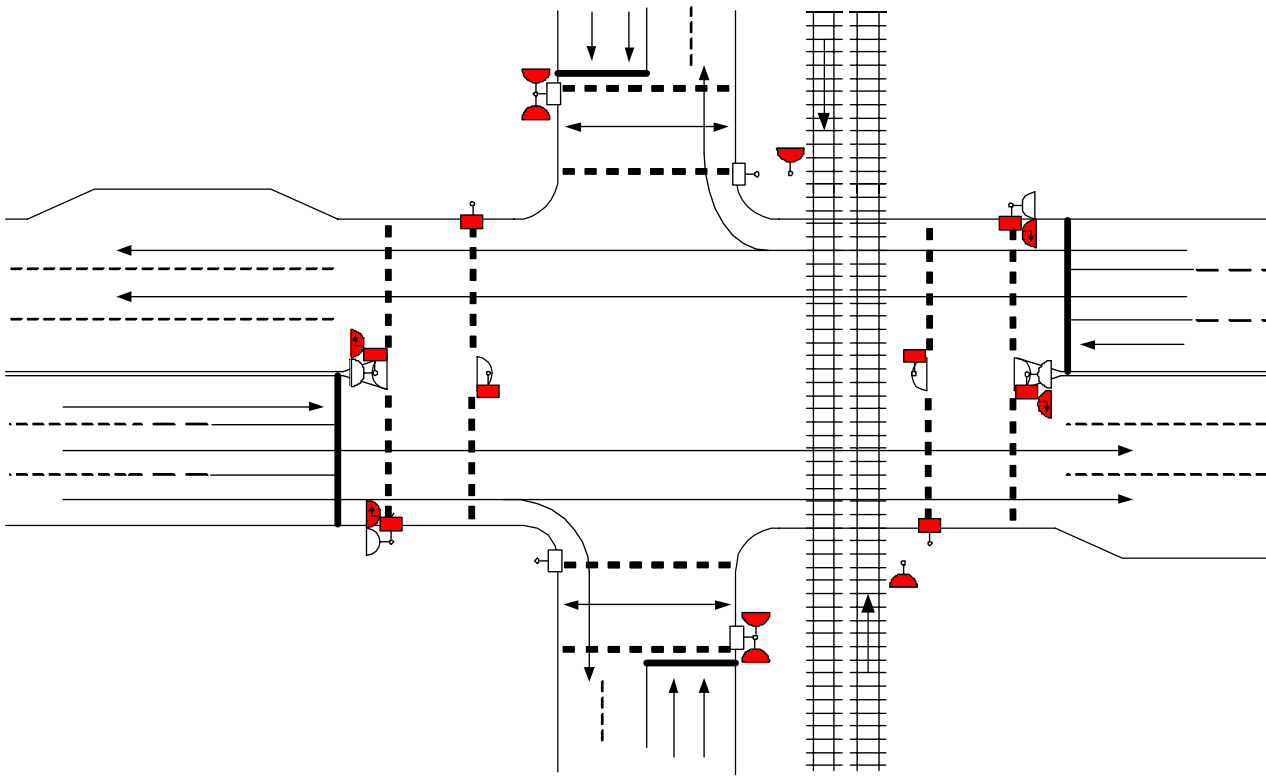


Рис. 1.3. Перша фаза регулювання

Так як проїзна частина має три смуги руху в одному напрямку, необхідно розглядати можливість поетапного переходу пішоходами вулиці протягом двох фаз регулювання (рис. 1.4 та рис. 1.5).

Для цього будуюмо острівці безпеки для пішоходів та встановлюємо відповідні технічні засоби регулювання дорожнього руху (рис. 1.6).



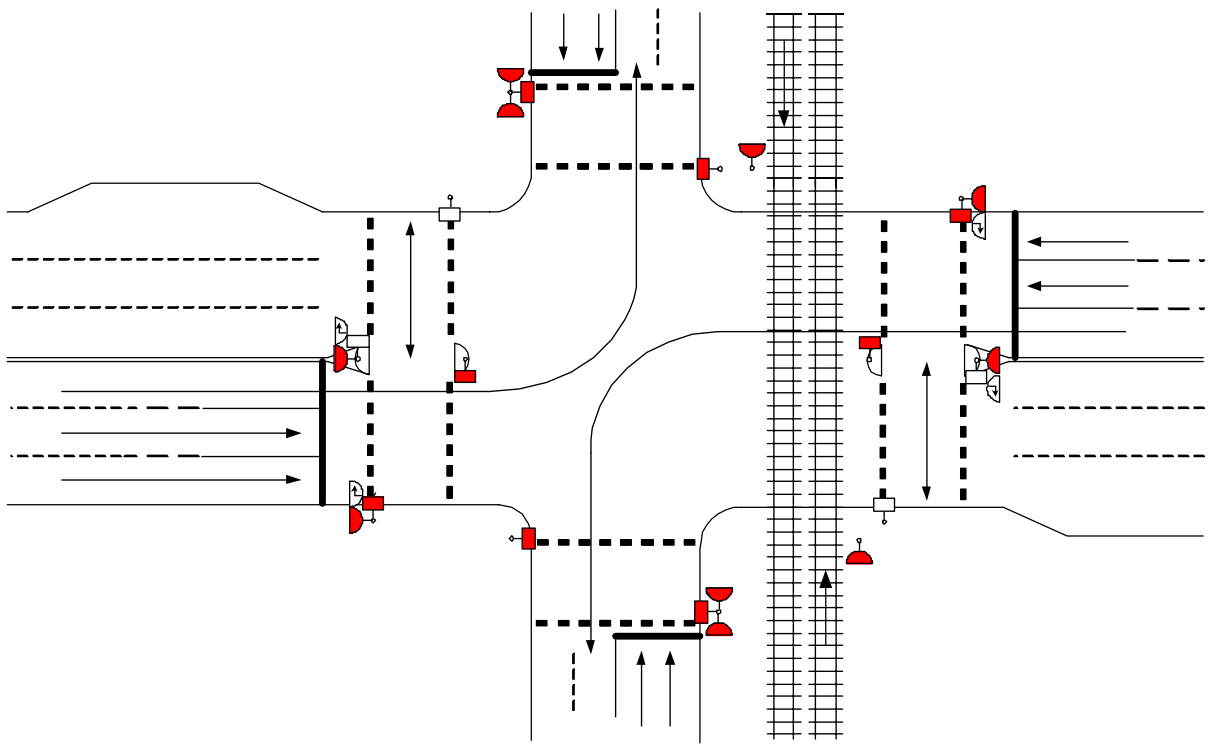


Рис. 1.4. Друга фаза регулювання

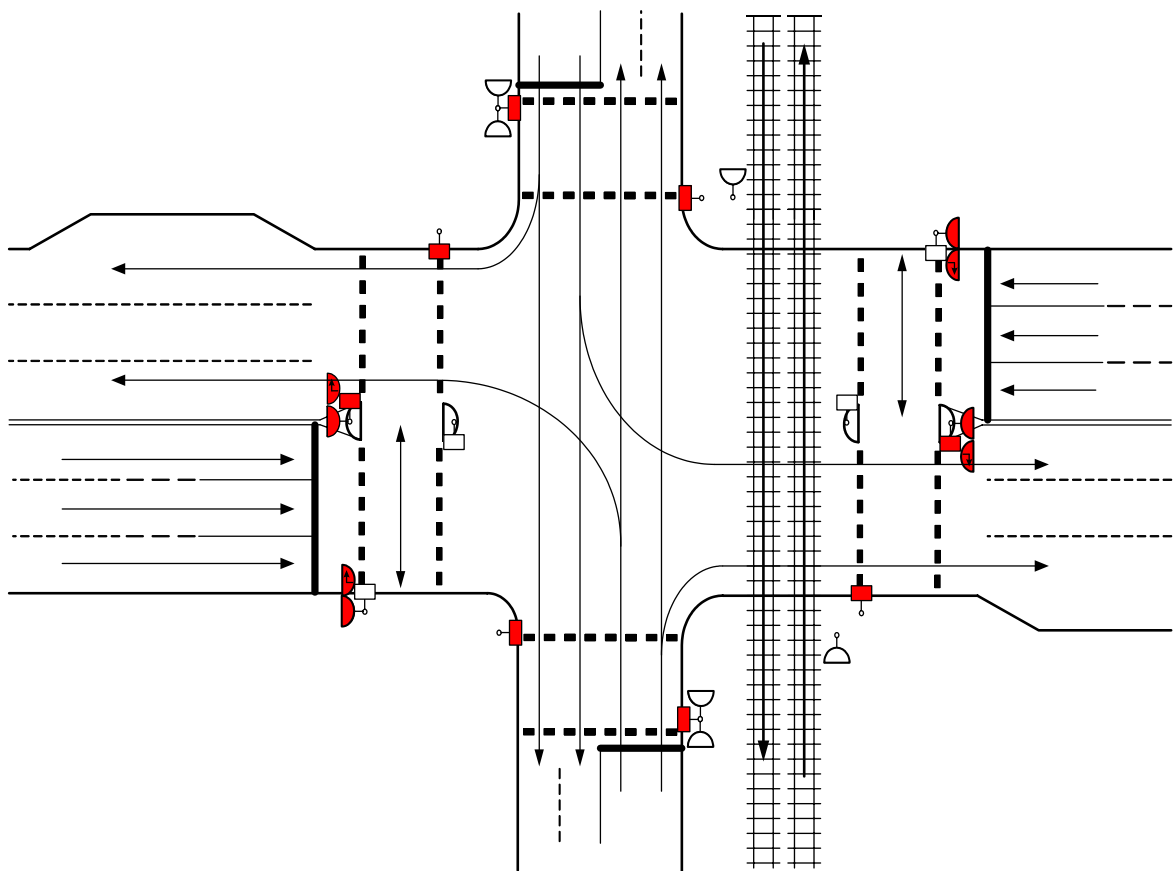


Рис. 1.5. Третя фаза регулювання

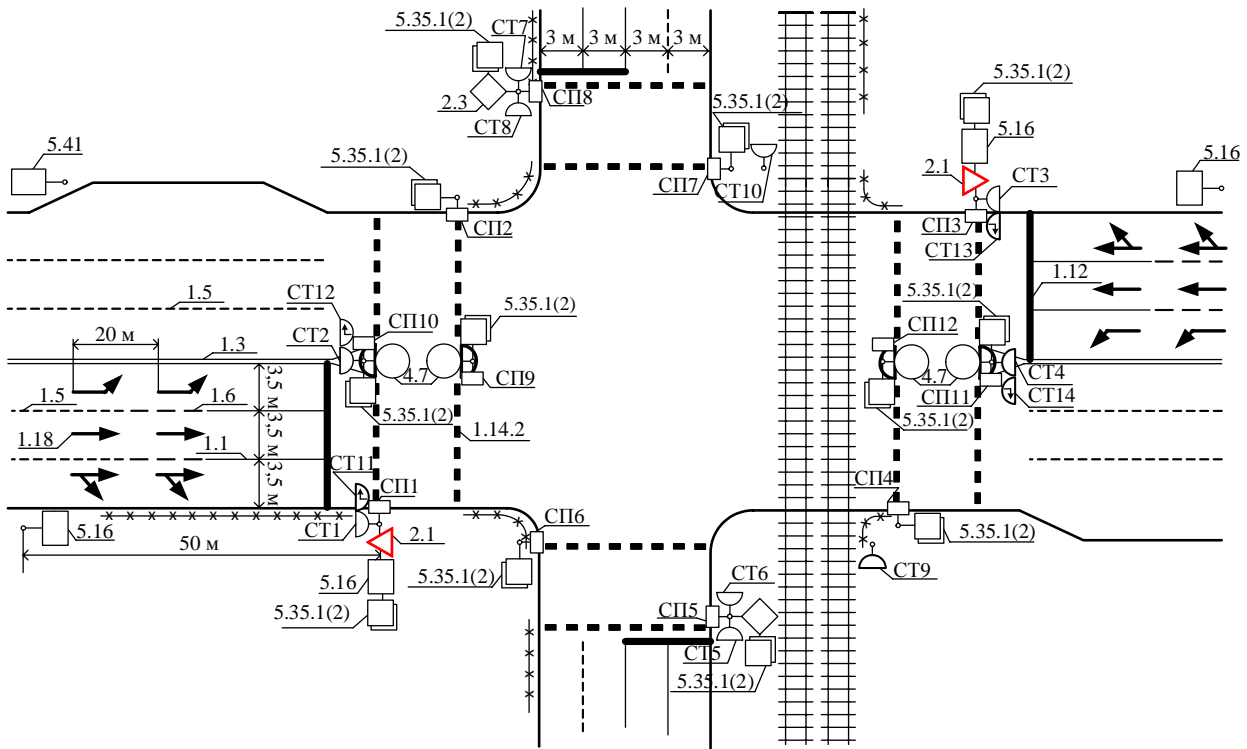


Рис. 1.6. Розташування технічних засобів регулювання руху

Наступним етапом необхідно заповнити лист контролю безпеки дорожнього руху перехрестя наданого в Додатку А.

Таблиця 1.4

**Лист контролю безпеки дорожнього руху**

Назва дороги перехрестя просп. Тракторобудівників і просп. Ювілейного  
 Аудит виконаний (дата) « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

№ з/п	Описова характеристика	Параметр задовільний	Задоволення параметра під «?»	Примітка
1	2	3	4	5
	<b>Видимість сигналізації</b>			
1.	Перевірте елементи вертикального планування з точки зору забезпечення видимості сигналів з умов зупинки автомобіля, що рухається з реальною швидкістю. Чи необхідні більш високі стійки, розміщення знаків над проїзною частиною, попереджувальні знаки?	ні		

1	2	3	4	5
2.	Перевірте елементи горизонтального планування з точки зору забезпечення мінімальної видимості. Чи нададуть допомогу водієві знаки, встановлені на розділовій смузі, на узбіччі, попереджувальні знаки?	ні		
3.	Перевірте швидкість на підходах. Чи потрібні попереджувальні знаки або введення обмеження швидкостей руху?	ні		
4.	Якщо перехід обладнаний системами автоматичного регулювання, то чим обґрунтоване їх застосування? Розгляньте режим фаз роботи систем і план включення/виключення.	Великою інтенсивністю пішохідного потоку		
5.	Чи помітні сигнали для кожного, хто під'їжджає до примикання з боку другорядної дороги?	так		
6.	Чи не занадто далеко встановлена сигналізація, розташована на узбіччі? Чи не повинна вона бути перенесена ближче до кромки проїзної частини? Чи не слід розмістити сигналізацію над проїзною частиною?	ні ні ні		
7.	Чи є якісь перешкоди (дерева, освітлювальні опори, автобусні зупинки, опори шляхопроводів), розташовані близько тротуарів вздовж доріг, що закривають сигналізацію для водіїв транспортних засобів, які рухаються?	ні		

1	2	3	4	5
8.	Чи не є перешкодами для огляду стійки, тумби на острівцях? Як можна цього уникнути?	ні		
9.	Чи є ймовірність появи тимчасових перешкод на проїжджій частині? Чи не потрібно перенести зупинку громадського транспорту? Чи не потрібно заборонити стоянку транспортних засобів вздовж дороги?	ні ні так		
10.	Перевірте обґрунтування для облаштування основної сигналізації. Чи не потрібно збільшити розмір інформаційних щитів або змінити висоту опор?	ні		
11.	Чи виникнуть проблеми, пов'язані з непомітністю сигналізації при сході/ заході сонця?	ні		
12.	Перевірте, чи не слід обладнати сигналізацією під'їзди до об'єктів, розташованих біля дороги (підприємства)?	ні		
13.	Чи буде існуюче освітлення дороги вступати в конфлікт з сигналізацією?	ні		
	<b>Попередження проїзду на червоний сигнал світлофора</b>			
14.	Чи потрібні таблички із зазначенням відстані до регульованого перехрестя на попереджувальних знаках?	так		
15.	Чи допоможе додаткова сигналізація, встановлена на розділовій смузі?	так		
16.	Чи допоможе посилення символів на покритті?	так		

1	2	3	4	5
17.	Чи необхідний розподіл транспортного потоку по смугах?	так		
18.	Чи є взаємна видимість сигналів для потоків, що перетинаються?	ні		
19.	Чи може бути збільшена фаза між включеннями зеленого сигналу світлофора для зниження ймовірності зіткнення або потрібні заходи для фізичного стримування швидкості руху (хампи, зигзаги, звуження і т.п.)?	Може бути збільшена фаза		
	<b>Попередження ДТП при лівому повороті</b>			
20.	Де розташована додаткова сигналізація? Чи допоможе більш концентроване розташування другорядної сигналізації?	На островці безпеки  ні		
21.	Чи можна передбачити окрему сигналізацію для лівоповоротного руху?	так		
22.	Чи допоможе попереднє відділення потоку транспортних засобів, що повертають наліво?	так		
23.	Чи слід заборонити лівий поворот?	ні		
	<b>Заходи з попередження ДТП за участю пішохода</b>			
24.	Чи добре позначені пішохідні переходи розміткою, чи неперервна вона від краю одного тротуару до краю іншого? Чи обладнані пішохідні переходи сигналізацією?	ні  так		

1	2	3	4	5
25.	Чи слід віднести від пішохідного переходу лінію зупинки транспорту?	ні		
26.	Чи є необхідність розміщувати написи для пішоходів на покритті?	ні		
27.	Чи знаходяться пішохідні переходи там, де це потрібно пішоходам або необхідні пішохідне огороження для напрямку руху пішоходів?	Пішохідні переходи знаходяться там, де це потрібно, але необхідно і пішохідне огороження		Порушення правил переходу проїзної частини з боку пішоходів
28.	Якщо відсутня фаза для руху пішоходів по переходу, перевірте, чи не конфліктує з пішохідним рухом транспорт, що здійснює лівий поворот або розворот?	Конфліктує		
29.	Чи є фаза червоного світла в роботі світлофора, щоб дати можливість пішоходу перейти дорогу? Надати план роботи включення/ виключення регулювання?	так		
30.	Чи є облаштований пішохідний підхід до транспортних об'єктів (зупинка громадського транспорту, пішохідний перехід)? Перевірте видимість сигналізації для пішоходів на інших ділянках пересічної дороги?	так		
31.	Чи достатні за величиною острівці безпеки для розміщення всіх пішоходів? Чи можуть вони бути розширені? Чи є огороження?	так  так ні всюди		

1	2	3	4	5
32.	Чи допомагає сигналізація пішоходам? Чи може бути перехрестя спрощене за рахунок введення одностороннього руху, щоб надати пішоходам більш тривалу фазу зеленого світла?	так  ні		
33.	Чи створює другорядна сигналізація, яка розташована поруч, проблеми для пішоходів? Чи може допомогти додаткова сигналізація для пішоходів?	ні  ні		
34.	Чи слід залишати світлофори працюючими на ніч?	так		
35.	Чи необхідно зміна штучного освітлення для підкреслення силуетів пішоходів, які переходять дорогу?	ні		
36.	Чи достатньо освітлені тротуари поблизу пішохідних переходів?	так		
37.	Чи добре бачать водії пішоходів, що стоять на острівці безпеки?	так		
38.	Чи знаходиться обладнання для регулювання руху в оптимальному місці? Чи не перешкоджає воно пішоходам і водіям бачити один одного?	так  ні		
39.	Чи не можуть дерева, опори освітлення, знаки і т.д. перешкодити водієві, який наближається до перехрестя транспорту, бачити пішоходів на тротуарі навпроти острівця безпеки?	ні		

1	2	3	4	5
40.	Чи не заважають водіям опори, тумби, знаки тощо бачити пішоходів, що стоять на острівцях безпеки? Чи є необхідність у заміні огороження на менш перешкоджаюче огляду?	ні  ні		
41.	Чи є на шляху пішоходів оглядові колодязі, дощоприймачі?	так		
42.	Чи облаштовані опущені бордюри на тротуарах у пішохідних переходах, а також, чи опущені бордюри або розриви на острівцях безпеки?	так		
43.	Чи облаштовані з'їзди (шириною як мінімум 1,5 м) з тротуару і на острівцях безпеки для інвалідних колясок?	так		
44.	Чи не є штучне освітлення облаштування острівців безпеки відволікаючим увагу водія від пішоходів?	ні		
	<b>Інші</b>			
45.	Які зміни потрібні для існуючих знаків і розмітки?	Нанести відповідну розмітку і відремонтувати знак		
46.	Чи очікується значна частка великогабаритних транспортних засобів на даному перетині/ примиканні, чи вжиті відповідні заходи?	так		
47.	Чи не потрібно оновлення поверхневої обробки?	так		
48.	Чи адекватно запроектоване перетинання/ примикання? Чи не потрібно змінити число смуг руху?	так  ні		



1	2	3	4	5
49.	Чи не виникає інша небезпека після зміни розміщення обладнання сигналізації?	ні		
50.	Чи видалена повністю існуюча розмітка (чи не нанесена нова поверх старої)? Чи є необхідність у оновленні покриття?	так  так		

### 1.3 Визначення довжини лінії маневрування

Розрахунки довжини лінії маневрування можуть бути використані при визначенні довжини віднесеного лівого повороту, довжини лінії злиття кільцевих перетинань, довжини елементів пасивного регулювання на автомобільних дорогах та міських вулицях [6, 7].

Для розрахунку довжини лінії маневрування (лінії злиття транспортних потоків) розглянемо розрахункову схему на рис. 1.7. Траєкторія руху автомобіля при зміні смуги руху складається з двох зворотних кривих змінного радіуса  $\rho$ . Такою кривою може бути

клотоїда, описувана рівнянням  $\rho S = C$  або  $RL = \frac{V^3}{J}$ . Так як кут відхилення малий (не перевищує  $4-5^\circ$ ), маємо:  $\operatorname{tg} \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha \approx \varphi = \frac{b}{2l}$

З іншого боку,  $l = 2R\varphi$ .

Тоді довжина першої половини лінії маневрування дорівнює:  
 $l = V \sqrt[3]{\frac{b}{J}}$ . Повна довжина лінії маневрування (лінії злиття)  $l_m$  складає  $2l$ , тому

$$l_m = 2V \sqrt[3]{\frac{b}{J}}, \quad (1.9)$$

де  $b$  – ширина смуги руху, м;

$J$  – величина наростання відцентрового прискорення (третя похідна від шляху за часом) дорівнює  $0,3-0,8 \text{ м/с}^3$ . Менші значення  $J$  приймаються для доріг більш високого класу.

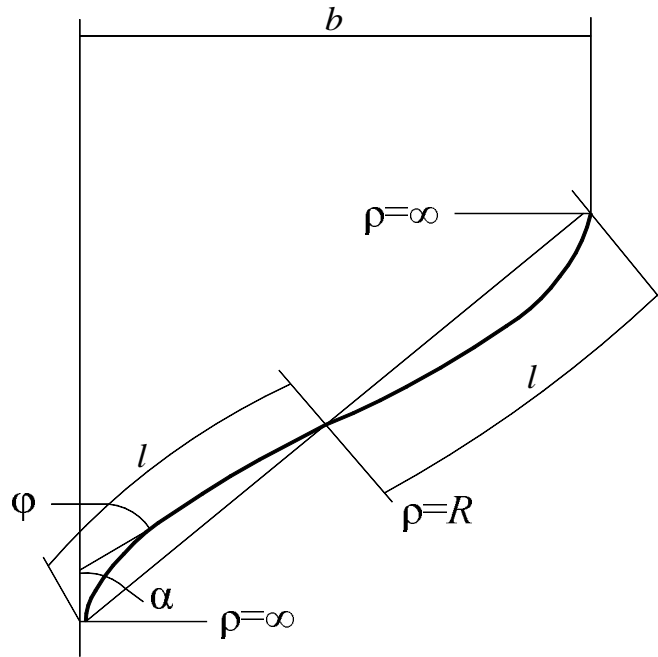


Рис. 1.7. Схема до розрахунку довжини лінії маневрування при зміні смуги руху, описуваної рівнянням клотоїди

Мінімальна величина радіусу кривої дорівнює  $R = \frac{V^2}{g(\mu + i_{\Pi})}$ , де  $\mu$  – коефіцієнт поперечної сили,  $i_{\Pi}$  – поперечний ухил проїзної частини на ділянці зміни смуги руху. З урахуванням цього отримуємо інший вид формули для визначення довжини лінії маневрування при зміні смуги руху:

$$l_m = 2V \sqrt[3]{\frac{b}{g(\mu + i_{\Pi})}}. \quad (1.10)$$

Якщо допустити, що автомобіль при зміні смуги рухається за круговою кривою (рис. 1.8), та, припускаючи, що  $\alpha \approx \beta$  та  $l = R\alpha$ , отримуємо:

$$l = \frac{V^2}{g(\mu + i_{\Pi})} \cdot \frac{b}{2l} \cdot l, \text{ або } l = \frac{V}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{b}{g(\mu + i_{\Pi})}}, \quad (1.11)$$

Після перетворювань отримуємо повну довжину лінії маневрування:

$$l_m = \sqrt{2}V \sqrt{\frac{b}{g(\mu + i_{\Pi})}}. \quad (1.12).$$

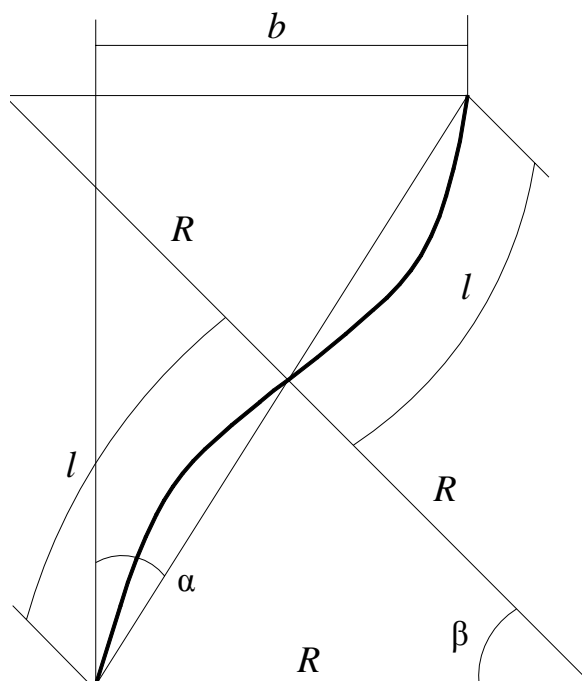


Рис. 1.8. Схема до розрахунку довжини лінії маневрування при зміні смуги руху, описуваної круговою кривою

Перехідно-швидкісна смуга (ПШС) в зоні в'їзду на автомагістраль містить три ділянки, розташованих в наступній послідовності [6, 7, 8]:

- перша ділянка, де автомобілі рухаються або з постійною швидкістю, або сповільнюючи або прискорюючи свій рух у залежності від наявності на головній дорозі прийнятних інтервалів для можливого вливання автомобілів в потік головної дороги. Ця ділянка має назву ділянки пошуку прийнятного інтервалу.

- друга ділянка (це розгінна ділянка), де автомобілі збільшують швидкість до швидкості основного потоку після того, як знайдений відповідний прийнятний інтервал на основній смузі магістралі.

- третя ділянка – ділянка сполучення ПШС з основною, влаштовується для зміни смуги руху (рис. 1.9).

### Приклад визначення довжини лінії маневрування

Вихідними даними є ділянка дороги та деякі її параметри: ширина смуги руху – 3,5 м, швидкість руху – 35 км/год, коефіцієнт поперечної сили – 0,15, поперечний ухил – 0,015, ділянка пошуку прийнятного інтервалу – 25 м, ділянка розгону 30 м.

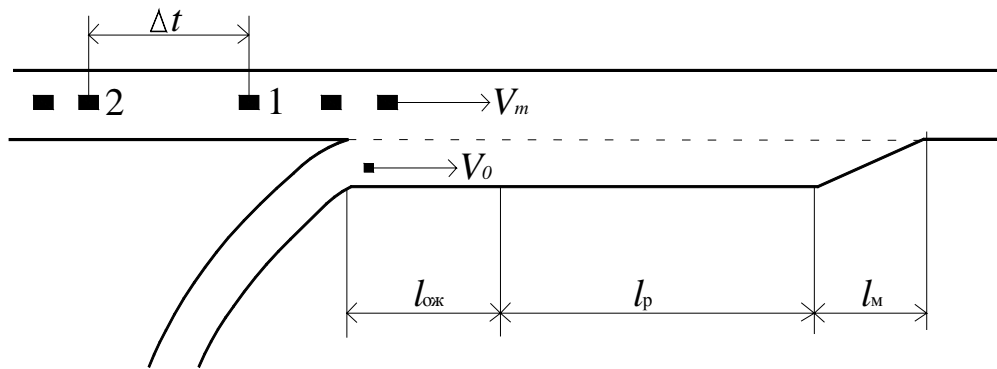


Рис. 1.9. Схема перехідно-швидкісної смуги в зоні в'їзду на автомагістраль

Повна довжина лінії маневрування при зміні смуги руху, що описується рівнянням клотоїди розраховується за формулою (1.12)

$$l_m = \sqrt{2} \cdot \frac{35}{3,6} \cdot \sqrt{\frac{3,5}{9,81 \cdot (0,15 + 0,015)}} = 20 \text{ м.}$$

Таким чином довжина ПШС в зоні в'їзду на автомагістраль складає

$$l = 25 + 30 + 20 = 75 \text{ м.}$$

#### 1.4 Визначення параметрів руху автотранспортних засобів по кільцевому перехрестю

Кільцеві перехрестя по забезпеченості безпеки руху займають проміжне положення між нерегульованими перехрестями в одному рівні і перехрестями в різних рівнях.

При проектуванні кільцевого перехрестя необхідно вирішити наступні завдання, основними з яких є:

1. Визначити розрахункову швидкість руху на кільці.
2. Розрахувати параметри кільцевого перехрестя.
3. Оцінити пропускну спроможність кільця.
4. Оцінити безпеку руху на кільці.
5. Розробити схему розміщення технічних засобів регулювання транспортними потоками на кільцевому перехресті.

Вибір розрахункової швидкості руху залежить від трьох умов, що визначають ефективність руху транспортних потоків, які приведені в табл. 1.5.

Таблиця 1.5

**Вибір швидкості руху на кільці**

Умова	Розрахункова швидкість (км/год) при швидкості руху на підходах, км/год			
	40	60	80	100
Найбільша пропускна спроможність кільця	–	25-30	–	–
Найменші транспортні втрати на перехресті	25	30	40	45
Забезпечення безпеки руху	25	45	55	70

Необхідно визначити діапазон зниження швидкостей для забезпечення основних умов руху.

Вибір розрахункової швидкості з певного діапазону проводимо на підставі величин швидкості руху на кільці, залежно від категорії дороги (табл. 1.6).

Таблиця 1.6

**Швидкості руху на кільці, залежно від категорії дороги**

Параметр	Значення			
Категорія дороги	I	II	III	IV, V
Рекомендована швидкість, км/год	50	45	40	30

Відомо, що, виходячи з умови забезпечення безпеки, швидкість руху на вході ( $V_{вх}$ ) і на самому кільці ( $V_{к}$ ) повинна відповідати умові [9]:

$$V_{к} = 0,7 \cdot V_{вх} \quad (1.13)$$

Визначення параметрів кільцевого перехрестя.

Швидкість руху по кільцю залежить також і від діаметрів кільця, числа смуг і ширини проїжджої частини. При визначенні параметрів кільцевого перехрестя потрібно розглядати зони переплетення потоків, особливо їх довжину.

Дослідним шляхом встановлено, що зміна смуг руху є безпечною при довжині смуги переплетення рівною або більше 30 м.

Внутрішній діаметр кільця визначається по залежності:

$$D = \frac{\sum L_i}{\pi}, \quad (1.14)$$

де  $L_i$  – частина кільця, в яку входить зона переплетення ( $L_{зп}$ ), ширина сусідніх під'їздів до кільця ( $b_i$ ) і довжини з'їздів, що приймаються рівними радіусам ( $r_i$ ) з'їздів.

$$L_i = L_{зп} + \sum b_i + \sum r_i. \quad (1.15)$$

Параметри переплетення, залежно від схеми об'єкту дослідження, представлені на рис. 1.10, 1.11.

Необхідно визначити рівень завантаження кільця:

$$K_3 = \frac{N}{P}, \quad (1.16)$$

де  $N$  – інтенсивність транспортного потоку, авт./год;

$P$  – пропускна спроможність, авт./год.

Необхідно провести перерахунок інтенсивностей на літній період з врахуванням сезонних поправочних коефіцієнтів, які приведені в табл. 1.7.

Таблиця 1.7

### Сезонні поправочні коефіцієнти

Параметри	Значення поправочних коефіцієнтів для пори року		
	Осінь	Зима	Весна
Інтенсивність руху для категорії дороги			
I – II	1,4	0,7	0,8
III – V	1,2	1,0	0,9

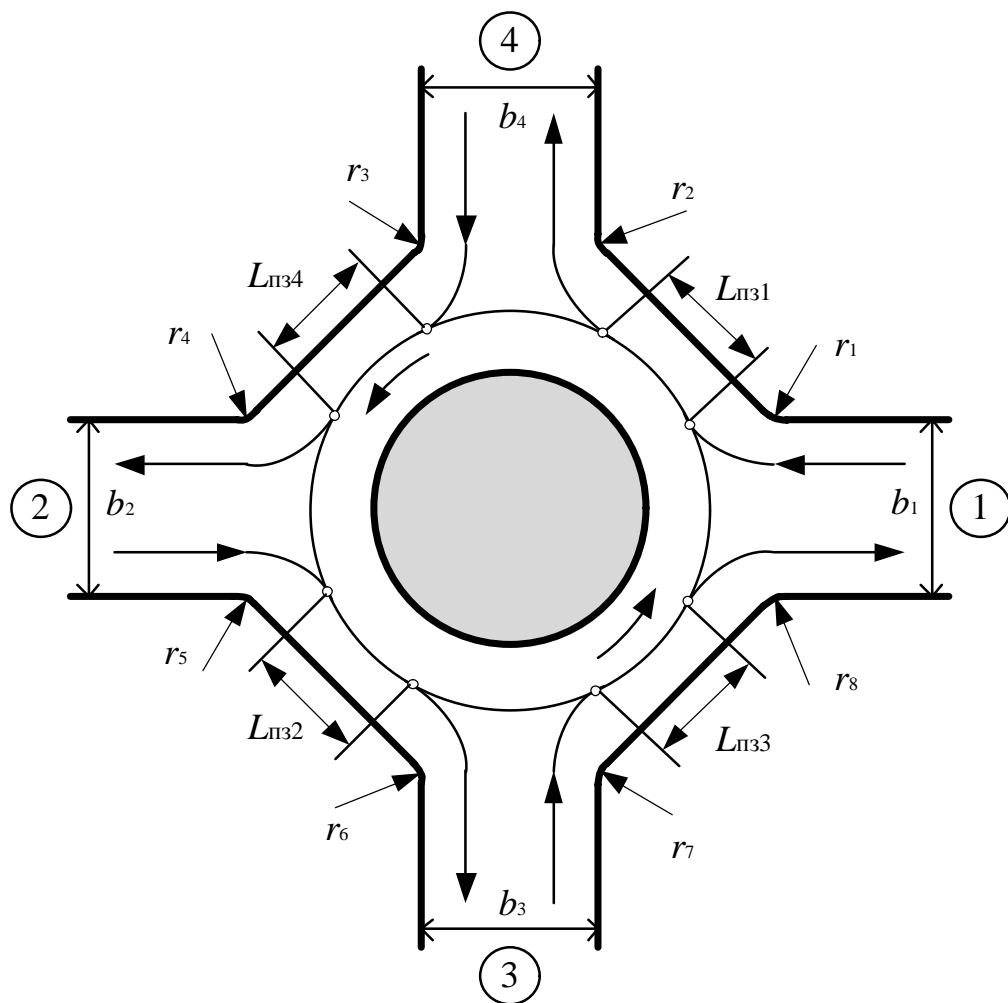


Рис. 1.10. Схема організації руху на транспортному вузлі (тип 1)

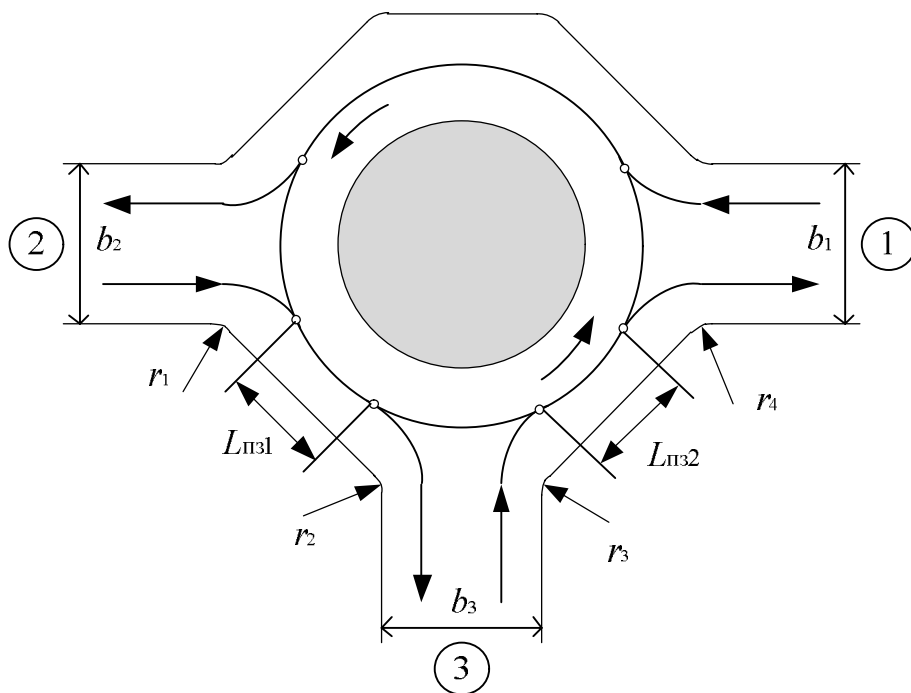


Рис. 1.11. Схема організації руху на транспортному вузлі (тип 2)

Необхідно дати характеристику по отриманому рівню завантаження дороги рухом. Чи стає небезпечним і чи можливі короткочасні затори. Розрізняють п'ять рівнів зручності руху на дорогах [10], характеристика яких приведена в табл. 1.8.

Таблиця 1.8

**Характеристика рівнів зручності руху на дорогах**

Рівень зручності руху	$K_3$	Характеристика потоку автомобілей	Стан потоку	Емоційне завантаження водія	Зручність роботи водія	Економічна ефективність роботи дороги
1	2	3	4	5	6	7
A	<0,2	Автомобілі рухаються у вільних умовах, взаємодія між автомобілями відсутня	Вільний	Низьке	Зручно	Неефективна
B	0,2-0,45	Автомобілі рухаються групами, відбувається багато обгонів	Частково зв'язане	Нормальне	Мало зручно	Мало ефективна
C	0,45-0,7	В потоці ще існують великі інтервали між автомобілями, обгони ускладнені	Зв'язане	Високе	Незручно	Ефективна
D	0,7-1	Суцільний потік автомобілів, що рухаються з малими швидкостями	Насичене	Дуже високе	Дуже незручно	Неефективна
E	>1	Потік рухається з зупинками, виникають затори	Щільне насичене	Дуже високе	Дуже незручно	Неефективна



Рівень зручності А.

Рівень зручності А відповідає умовам, при яких відсутня взаємодія між автомобілями. Водії вільні у виборі швидкостей максимальні швидкості на горизонтальній ділянці більше 70 км/год. Максимальна інтенсивність руху не перевищує 20% від пропускної спроможності.

Рівень зручності В.

При рівні зручності В виявляється взаємодія між автомобілями, виникають окремі групи автомобілів, збільшується число обгонів. При верхньому кордоні рівня В число обгонів найбільше. Максимальна швидкість на горизонтальній ділянці складає приблизно 80% від швидкості у вільних умовах, максимальна інтенсивність – 50% від пропускної спроможності.

Рівень зручності С.

При рівні зручності С відбувається подальше зростання інтенсивності руху, що призводить до появи колон автомобілів. Число обгонів скорочується у міру наближення інтенсивності до граничної для даного рівня. Максимальна швидкість на горизонтальній ділянці складає 70% від швидкості у вільних умовах; виникають коливання інтенсивності руху протягом години. Максимальна інтенсивність складає 75% від пропускної спроможності.

Рівень зручності D.

При рівні зручності D створюється колонний рух з невеликими розривами між колонами. Обгони відсутні. Між автомобілями в потоці переважають інтервали менше 2 с. Найбільша швидкість складає 50–55% від швидкості у вільних умовах. Максимальна інтенсивність руху дорівнює пропускній спроможності; спостерігається значне коливання інтенсивності протягом години.

Рівень зручності Е.

При рівні зручності Е автомобілі рухаються безперервною колоною з частими зупинками; швидкість в періоди їх руху складає 35–40% від швидкості у вільних умовах, а при заторах дорівнює нулю. Інтенсивність змінюється від нуля до інтенсивності, рівної пропускній спроможності.

### **Оцінка безпеки руху на кільці**

Для визначення рівня небезпеки перехрестя на об'єкті дослідження спочатку необхідно виявити кількість конфліктних точок різних типів.

Небезпека кожної конфліктної точки розраховується по формулі [11]:

$$q_i = \frac{K_i \cdot M_i \cdot N_i \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{K_p}, \quad (1.17)$$

де  $K_i$  – відносна аварійність (небезпека) конфліктної точки, ДТП на 10 млн. автомобілів (табл. 1.9.);

$M_i, N_i$  – інтенсивності в конфліктній точці потоків, що конфліктують, авт./доб;

$K_p$  – коефіцієнт річної нерівномірності руху,  $K_p = 0,1$ .

Залежність між добовою і годинною інтенсивністю можна розрахувати за наступним вираженням:

Для позапікового періоду:

$$N_{\text{год}} = 0,076 \cdot N_{\text{доб}}. \quad N_{\text{год}} = 0,076 \cdot N_{\text{доб}}. \quad (1.18)$$

Для години «пік»:

$$N_{\text{год}} = 0,152 N_{\text{доб}}. \quad (1.19)$$

Розрахунки провести для кожної конфліктної точки.

Загальна небезпека перехрестя розраховується за формулою

$$G_p = \sum_{i=1}^n q_i, \quad (1.20)$$

де  $n$  – число конфліктних точок на перехресті.

При радіусі центрального острівця менше 10 м конфліктні крапки оцінюються на кільцевому перехресті за схемою хрестоподібного перехрестя. При цьому відсутні конфліктні точки перетинання при лівому повороті. Загальну небезпеку кільцевого перехрестя оцінюють по формулах (1.17) і (1.20).

Тепер необхідно розрахувати рівень забезпеченості безпеки руху на перехрестях, який оцінюють показником аварійності:

$$K_a = \frac{G_p \cdot K_p \cdot 10^7}{25 \cdot (M_{\text{доб}} + N_{\text{доб}})}, \quad (1.21)$$

Таблиця 1.9

## Оцінка небезпеки конфліктних точок

Взаємодія потоків	Радіус з'їзду, м	Відносна аварійність (ДТП на 10 млн. автомобілей) при радіусі внутрішньої кромки кільця, м							
		15	20	25	30	40	50	60	>100
Злиття: на багатосмуговому кільці	15	0,0040	0,0030	0,0022	0,0018	0,0013	0,0010	0,0008	0,0003
на односмуговому кільці	Менш 15	0,0040	0,0030	0,0012	0,0015	0,0010	0,007	0,0005	0,0004
	Більш 15	0,0040	0,0025	0,0013	0,0010	0,0007	0,0005	0,0004	0,0003
Відхилення: на багатосмуговому кільці	15	0,0028	0,0020	0,0014	0,0012	0,0009	0,0007	0,0005	0,0002
на односмуговому кільці	Менш 15	0,0028	0,0020	0,0014	0,0010	0,0007	0,0006	0,0005	0,0003
	Більш 15	0,0016	0,0012	0,0010	0,0007	0,0005	0,0004	0,0003	0,0002
Перетинання потоків на багатосмуговому кільці	—	—	—	—	0,0016	0,0013	0,0010	0,0008	0,0006

де  $M_{\text{доб}}$  та  $N_{\text{доб}}$  – добові інтенсивності руху на дорогах, які перетинаються на перехресті, авт./доб;

$K_p$  – коефіцієнт річної нерівномірності руху,  $K_p = 0,1$ .

Рух по кільцевому перехрестю з точки зору безпеки руху оцінюємо по набутих значеннях і згідно з табл. 1.10.

Таблиця 1.10

### Небезпека перехресть

$K_a$	Менш 3	3–8	8–12	12
Небезпека перехрестя	Безпечне	Мало безпечне	Небезпечне	Дуже небезпечне

Безперервний (без затримки) в'їзд на кругову розв'язку можливий, якщо часові інтервали між легковими автомобілями на кільці перевищують 5–6 с. Якщо ж сумарна інтенсивність руху на кільці така, що інтервали знижуються до 2–4 с, ця умова не виконується.

У такому разі для запобігання зіткненням і утворенню затору на самому кільці необхідно вводити пріоритет для руху по кільцю, а перед в'їздами встановлювати знаки 2.1 «Дати дорогу». Якщо і при цьому спостерігаються наростаючі черги на в'їздах, доводиться вживати світлофорне регулювання.

На основі аналізу геометричних характеристик розв'язки і отриманих даних про інтенсивність і склад транспортних і пішохідних потоків з врахуванням даних про ДТП можуть бути прийняті рішення про вживання горизонтальної розмітки рядів руху, нанесенні на проїжджій частині стріл 1.18 і каналізації окремих ділянок за допомогою направляючих острівців. Якщо дозволяють місцеві умови, то доцільне розширення доріг на підходах для збільшення числа рядів на входах або побудова розділової смуги.

Розв'язки кругового типу обов'язково мають бути позначені на всіх в'їздах знаком 4.10 «Круговий рух». На центральному острівці напроти кожного в'їзду необхідна установка знаку 1.4.1 «Напрям повороту». Це практично виключає випадки наїзду на центральний острівець, що відбуваються на деяких розв'язках в умовах поганої видимості, особливо в темряві.

## Приклад визначення параметрів руху автотранспортних засобів по кільцевому перехрестю

Вихідні дані:

Вид кільцевого перехрестя – тип 1;

Швидкість руху ТЗ на підходах до перехрестя – 40 км/год.;

Категорія дороги – V;

Період проведення обстеження інтенсивності – на «піковий період»;

Пора року проведення обстеження інтенсивності – весна;

Ширина під'їздів до кільця:  $b_1 = 7,5$  м;  $b_2 = 7,5$  м;  $b_3 = 14$  м;  $b_4 = 11$  м;

Радіуси з'їздів з кільця:  $r_1 = 12$  м;  $r_2 = 8$  м;  $r_3 = 10$  м;  $r_4 = 12$  м;  $r_5 = 8$  м;  $r_6 = 2$  м;  $r_7 = 10$  м;  $r_8 = 8$  м.;

Довжина зони переплетення потоків:  $L_{зп1} = 15$  м;  $L_{зп2} = 30$  м;  $L_{зп3} = 20$  м;  $L_{зп4} = 10$  м.

У табл. 1.11 приведена матриця кореспонденцій руху по кільцевому перехрестю.

*Таблиця 1.11*

**Матриця кореспонденцій  $N_{ij}$  руху автотранспортних засобів (в годину)**

$i/j$	1	2	3	4
1	—	387	122	132
2	397	—	162	182
3	72	102	—	92
4	212	182	102	—

*Примітка:*  $N_{ij}$  – інтенсивність руху транспортних засобів, що вимірюють направлення руху з  $i$  у  $j$ .

По табл. 1.5 обираємо розрахункову швидкість руху в залежності від умов забезпечення безпеки руху та найменших транспортних втрат. При швидкості руху на підходах 40 км/год розрахункова швидкість руху становить 25 км/год.

Визначаємо діапазон зниження швидкостей для забезпечення основних умов руху. Залежно від категорії дороги (табл. 1.6) рекомендована швидкість руху становить 30 км/год.

Виходячи з умови забезпечення безпеки, швидкість руху на вході ( $V_{вх}$ ) і на самому кільці ( $V_{к}$ ) повинна відповідати умові (1.13)

$$V_{к} = 0,7 \cdot 40 = 28 \text{ км/год.}$$

Внутрішній діаметр кільця визначається по залежності (1.14)

Частина кільця, в яку входить зона переплетення ( $L_{зп}$ ), ширина сусідніх під'їздів до кільця ( $b_i$ ) і довжини з'їздів, що приймаються рівними радіусам ( $r_i$ ) з'їздів, визначається по залежності (1.15).

Параметри переплетення, залежно від схеми об'єкту дослідження, представлені на рис. 1.5.

$$L_{зп} = 15 + 30 + 20 + 10 = 75 \text{ м;}$$

$$\sum b_i = 7,5 + 7,5 + 14 + 11 = 40 \text{ м;}$$

$$\sum r_i = 12 + 8 + 10 + 12 + 8 + 12 + 10 + 8 = 80 \text{ м;}$$

$$L_i = 75 + 40 + 80 = 195 \text{ м;}$$

$$D = \frac{195}{3,14} = 62,1 \text{ м.}$$

Рівень завантаження кільця визначається по залежності (1.16).

В табл. 1.7 обираємо сезонний поправочний коефіцієнт для перерахунку інтенсивностей на літній період. Так як пора року проведення обстеження інтенсивності – весна, а категорія дороги – V, то поправочний коефіцієнт – 0,9.

Перерахована інтенсивність на літній період з врахуванням сезонних поправочних коефіцієнтів, що вимірюють направлення руху з 1 у 2 дорівнює:

$$N_{12} = 0,9 \cdot 387 = 348 \text{ авт./год.}$$

Результати перерахунку інтенсивностей на літній період з врахуванням сезонних поправочних коефіцієнтів надані в табл. 1.12.

**Матриця кореспонденцій  $N_{ij}$  руху автотранспортних засобів (в годину) на літній період**

$i/j$	1	2	3	4
1	————	348	110	119
2	357	————	146	164
3	65	92	————	83
4	191	164	92	————

Пропускнун спроможність приймаємо  $P = 750$  авт.·км.

$$N_1 = N_{14} + N_{12} + N_{13} + N_{34} + N_{32} + N_{24};$$

$$N_1 = 119 + 348 + 110 + 83 + 92 + 164 = 916 \text{ авт./год.};$$

$$K_{31} = \frac{916}{750} = 1,22;$$

$$N_2 = N_{23} + N_{21} + N_{41} + N_{43} + N_{24} + N_{13};$$

$$N_2 = 146 + 357 + 191 + 92 + 164 + 110 = 1060 \text{ авт./год.};$$

$$K_{32} = \frac{1060}{750} = 1,41;$$

$$N_3 = N_{31} + N_{34} + N_{32} + N_{21} + N_{41} + N_{43};$$

$$N_3 = 65 + 83 + 92 + 357 + 191 + 92 = 880 \text{ авт./год.};$$

$$K_{33} = \frac{880}{750} = 1,17;$$

$$N_4 = N_{42} + N_{43} + N_{41} + N_{13} + N_{12} + N_{32};$$

$$N_4 = 164 + 92 + 191 + 119 + 348 + 92 = 1006 \text{ авт./год.};$$

$$K_{34} = \frac{1006}{750} = 1,34.$$

Виходячи з рівня завантаження даного перехрестя по табл. 1.8 визначаємо рівень зручності руху та його характеристики.

При рівні зручності  $E$  автомобілі рухаються безперервною колоною з частими зупинками; швидкість в періоди їх руху складає 35–40% від швидкості у вільних умовах, а при заторах дорівнює нулю. Інтенсивність змінюється від нуля до інтенсивності, рівної пропускній спроможності. Дуже високе емоційне завантаження водія. Дуже незручні умови роботи водія. Неefективна економічна ефективність роботи дороги.

### Оцінка безпеки руху на кільці.

На кільцевому перехресті даного типу вісім конфліктних точок (рис. 1.12). Злиття потоків відбувається в наступних точках: 1, 3, 5, 7. Відхилення потоків відбувається в наступних точках: 2, 4, 6, 8.

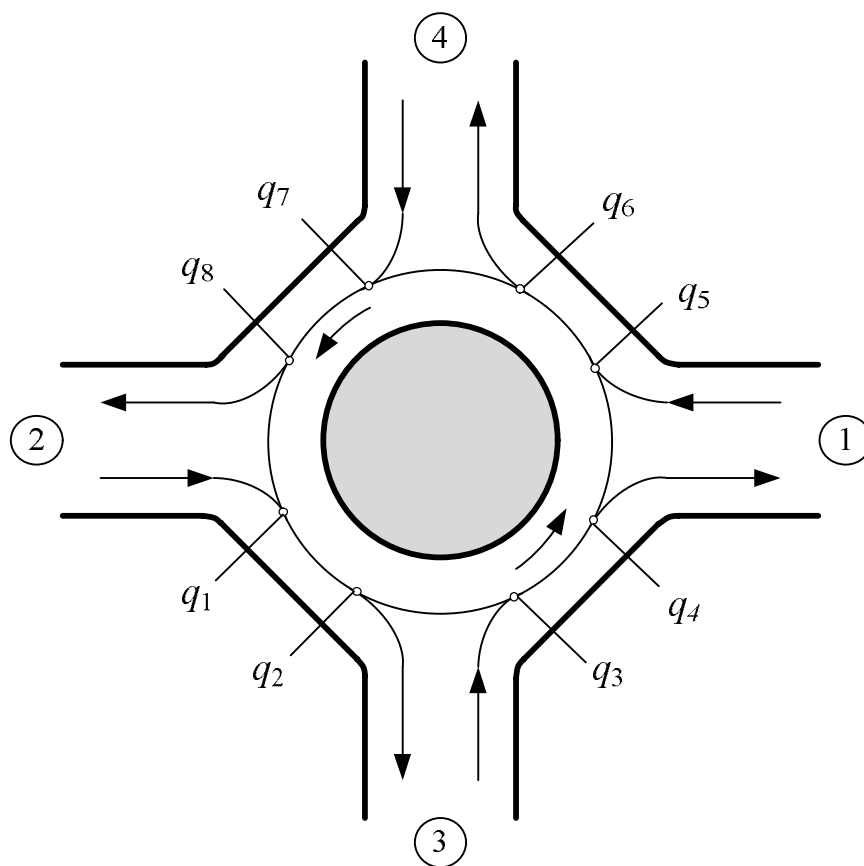


Рис. 1.12. Схема перехрестя з конфліктними точками

Небезпека кожної конфліктної точки розраховується за формулою (1.17).

Залежність між добовою і годинною інтенсивністю для позапікового періоду можна розрахувати за формулою (1.18).



Добова інтенсивність руху транспортних засобів, що вимірюють напрямлення руху з 1 у 2 дорівнює:

$$N_{\text{доб } 12} = \frac{348}{0,076} = 4583, \text{ авт./доб.}$$

Результати розрахунку добової інтенсивності надані в табл. 1.13.

Таблиця 1.13

**Добова матриця кореспонденцій  $N_{ij}$  руху автотранспортних засобів на літній період**

$i/j$	1	2	3	4
1	————	4583	1445	1563
2	4701	————	1918	2155
3	853	1208	————	1089
4	2511	2155	1208	————

Перша конфліктна точка – точка злиття, в якій конфліктують такі потоки, як 2–1, 2–3 та 2–4 з потоками 4–3, 4–1 та 1–3.

Відносна аварійність (небезпека) конфліктної точки злиття на односмуговому кільці з радіусом з'їзду менш 15 м при радіусі внутрішньої кромки кільця 30 м дорівнює 0,0015 ДТП на 10 млн. автомобілів (табл. 1.9).

Небезпека першої конфліктної точки буде визначатися наступним чином

$$q_1 = \frac{0,0015 \cdot (4701 + 1918 + 2155) \cdot (1208 + 2511 + 1445) \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,1} =$$

$$= \frac{0,0015 \cdot 8775 \cdot 5163 \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,1} = 1,699.$$

Друга конфліктна точка – точка відхилення, в якій конфліктують такі потоки, як 2–3, 4–3 та 1–3 з потоками 2–1, 4–1 та 2–4.

Відносна аварійність (небезпека) конфліктної точки відхилення на односмуговому кільці з радіусом з'їзду менш 15 м при радіусі внутрішньої кромки кільця 30 м дорівнює 0,0010 ДТП на 10 млн. автомобілів (табл. 1.9).

Небезпека другої конфліктної точки буде визначатися наступним чином

$$q_2 = \frac{0,0010 \cdot (1918 + 1208 + 1445) \cdot (4701 + 2511 + 2155) \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,1} =$$

$$= \frac{0,0010 \cdot 4571 \cdot 9367 \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,1} = 1,070.$$

Розрахунки проводяться для кожної конфліктної точки.

$$q_3 = \frac{0,0015 \cdot (853 + 1089 + 1208) \cdot (4701 + 2155 + 2511) \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,1} =$$

$$= \frac{0,0015 \cdot 3150 \cdot 9367 \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,1} = 1,106;$$

$$q_4 = \frac{0,0010 \cdot (1089 + 1208 + 2155) \cdot (853 + 4701 + 2511) \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,1} =$$

$$= \frac{0,0010 \cdot 4453 \cdot 8064 \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,1} = 0,898;$$

$$q_5 = \frac{0,0015 \cdot (1563 + 4583 + 1445) \cdot (1089 + 1208 + 2155) \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,1} =$$

$$= \frac{0,0015 \cdot 7591 \cdot 4453 \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,1} = 1,267;$$

$$q_6 = \frac{0,0010 \cdot (1563 + 1089 + 2155) \cdot (4583 + 1208 + 1445) \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,1} =$$

$$= \frac{0,0010 \cdot 4808 \cdot 7236 \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,1} = 0,870;$$

$$q_7 = \frac{0,0015 \cdot (2155 + 1208 + 2511) \cdot (4583 + 1445 + 1208) \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,1} =$$

$$= \frac{0,0015 \cdot 5874 \cdot 7236 \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,1} = 1,594;$$

$$q_8 = \frac{0,0010 \cdot (2155 + 4583 + 1208) \cdot (2511 + 1208 + 1445) \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,1} =$$

$$= \frac{0,0010 \cdot 7946 \cdot 5163 \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{0,1} = 1,026;$$

Загальна небезпека перехрестя розраховується за формулою (1.20)

$$G_p = 1,699 + 1,070 + 1,106 + 0,898 + 1,267 + 0,870 + 1,594 + 1,026 = 9,53.$$

Рівень забезпеченості безпеки руху на перехрестях, який оцінюють показником аварійності (1.21)

$$K_a = \frac{9,530 \cdot 0,1 \cdot 10^7}{25 \cdot 25389} = 15,014.$$

Рух по кільцевому перехрестю з точки зору безпеки руху оцінюємо по набутих значеннях і згідно з табл. 1.10. Так як показник аварійності більше 12, то перехрестя дуже небезпечне.

Схема розміщення технічних засобів регулювання на кільцевому перехресті приведена на рис. 1.13.

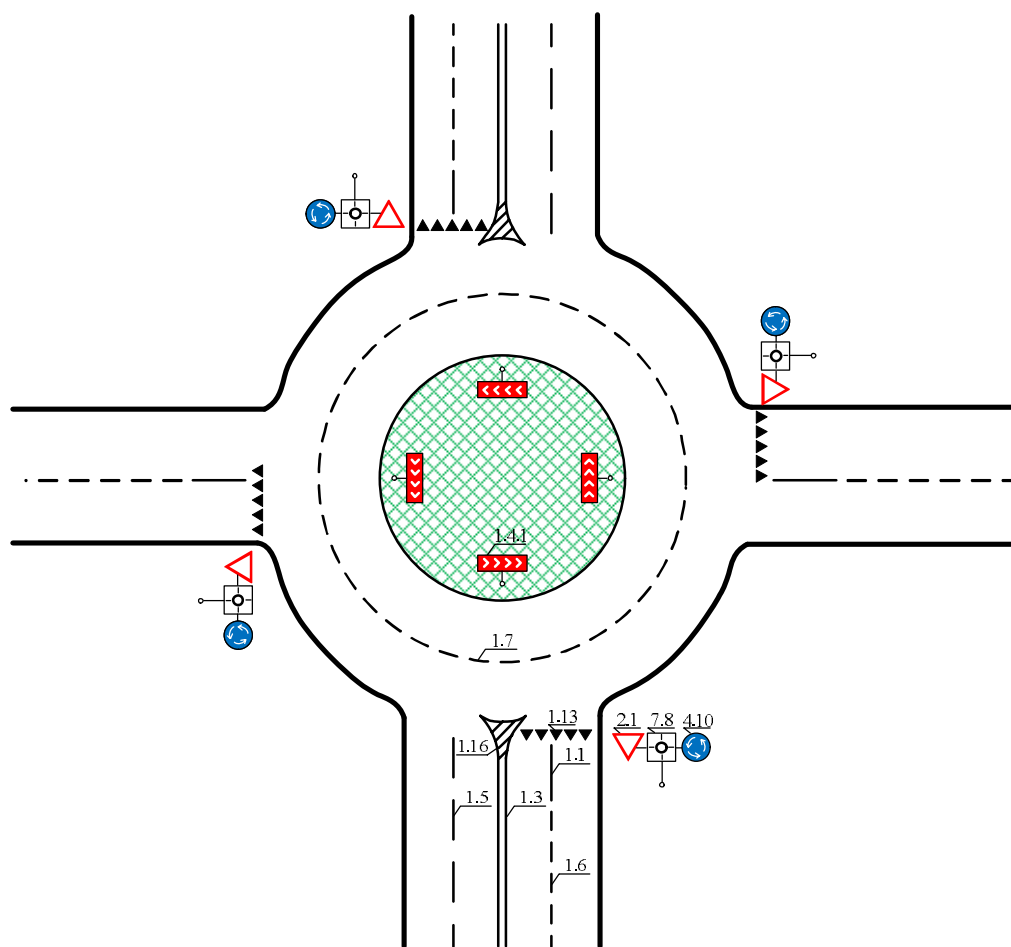


Рис. 1.13. Схема розміщення технічних засобів регулювання транспортними потоками на кільцевому перехресті.

Далі необхідно заповнити лист контролю на перехресті, зображеному в Додатку Б.

Таблиця 1.14

**Лист контролю безпеки на кільцевій розв'язці**

Назва дороги Гімназійна набережна – вул. Вернадського

Аудит виконаний (дата) «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

№ з/п	Описова характеристика	Параметр задовільний	Задоволення параметра під «?»	Примітка
1	2	3	4	5
1	Чи помітна кільцева розв'язка з усіх підходів з умов зупинки автомобіля, що рухається з реальною швидкістю?	так		
2	Чи потрібні попереджувальні знаки?	ні		
3	Чи забезпечено переривання перспективи?	так		
4	Чи висвітлена дорога? Якщо так, то чи потрібне поліпшення освітлення, контрастне освітлення на кільцевій розв'язці?	так ні		
5	Чи достатньо вказівних знаків (направляючих стрілок)? Чи потрібна формальна установка знаків «Дати дорогу»?	так ні		
6	Чи перешкоджає острівцець безпеки проїзду через нього?	ні		
7	Чи є необхідність додатково облаштувати острівцець безпеки по периметру для поліпшення сприйняття напрямку руху?	ні		
8	Чи сприяє дорожня розмітка плавному руху по огинаючій?	так		
9	Чи задовільна ширина проїжджої частини на розв'язці для пропуску великогабаритних транспортних засобів?	так		
10	Чи не погіршується видимість знаків наявністю будь-яких постійних перешкод або відволікаючих увагу предметів (дерев, опор освітлення) на тротуарах?	ні		

1	2	3	4	5
11	Чи не погіршують видимість тимчасові об'єкти (зупинки громадського транспорту, транспортні засоби, що стоять)?	ні		
12	Чи потрібно облаштування пішохідного переходу по типу «зебра»?	ні		
	Чи потрібні огороження на тротуарах для пішоходів?	ні		
	Чи не погіршують вони видимість?	ні		
13	Чи достатньо освітлення?	так		
14	Перевірте відповідність п.п. 1, 3, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 15 в години пік, в світлий і темний час доби?	Всі параметри задовільні		
15	Який стан покриття на підходах?	Задовільний		

### **1.5 Визначення параметрів дорожнього руху на ділянках з особливими дорожніми умовами**

В окремих випадках, коли ділянка вулично-дорожньої мережі характеризується особливими дорожніми умовами, застосування дорожньої розмітки вимагає визначення додаткових параметрів. Прикладами особливих дорожніх умов слід виділити подовжні ухили проїжджої частини (підйоми, спуски), криві в плані (особливо малого радіусу), зони розташування зупинних пунктів громадського пасажирського транспорту, наземних пішохідних переходів. Для таких ділянок повинні розроблятися комплекси інженерних і організаційних заходів, що дозволяють забезпечити допустимий рівень безпеки руху. Дорожня розмітка, в рішенні такої задачі, займає особливу роль.

Розміткою слід вважати лінії, написи і інші позначення на проїжджій частині, бордюрах, елементах дорожніх споруд і обстановці доріг, що встановлюють порядок дорожнього руху, показуючі габарити дорожніх споруд або що вказують напрям дороги, виконані відповідно до діючого стандарту «Розмітка дорожня». Розмітка може застосовуватися самостійно або у поєднанні з дорожніми знаками і світлофорами.

Вимоги і правила застосування дорожньої розмітки у вітчизняній практиці регламентуються відповідним стандартом, а визначувані розміткою умови руху є обов'язковими для водіїв і пішоходів. Якщо призначення дорожніх знаків і лінії розмітки суперечать один одному, водії повинні керуватися знаками.

Розмітка ділиться на дві групи: горизонтальну і вертикальну. Кожному виду розмітки присвоєний номер, що складається з цифр. Перше число – номер групи, до якої належить розмітка (1 – горизонтальна, 2 – вертикальна); друге – порядковий номер розмітки в групі; третє – різновид розмітки. Числа в номері розділені точками.

У горизонтальну розмітку входить подовжня, поперечна і інші види розмітки (острівці, написи, що означають назви населених пунктів, маршрутів прямування, світловідбиваючі елементи і т. п.), що наносяться на поверхню проїжджої частини доріг. У вертикальну розмітку входять лінії, що наносяться на елементи дорожніх споруд, обстановки доріг і бордюри, а також світловідбиваючі елементи.

Горизонтальна розмітка використовується для нанесення позначень на проїжджій частині і має, в основному білий колір, крім того для виконання застосовуються жовтий (горизонтальна – 1.4, 1.10.1, 1.17, 1.22 і 2.7 – вертикальна), червоний (горизонтальна – 1.14.3–1.14.5, 1.15, 1.2–1.27 і 2.3 вертикальна), а також блакитний і синій кольори (1.28). Вертикальна розмітка використовується для позначення вулиць, що виступають над проїжджою частиною елементів, і доріг – бордюрів, дорожніх споруд і обстановки доріг.

Застосування дорожньої розмітки на ділянках з особливими дорожніми умовами

Зміна параметрів проїжджої частини, розташування на ділянках окремих елементів транспортної інфраструктури призводить до збільшення ризику виникнення ДТП. Застосування відповідної дорожньої розмітки дозволяє ввести необхідні параметри руху, що нівелюють вказаний ризик.

У місцях, де заборонена зупинка транспортних засобів, у поєднанні зі знаком 3.34 «Зупинка заборонена» або самостійно у краю проїжджої частини, або по верху бордюру повинна наноситися розмітка 1.4, 1.10.1, 1.10.2.

У населених пунктах у випадках, коли цього вимагають умови руху, місця зупинок транспортних засобів загального користування, що рухаються по встановлених маршрутах (автобуси і тролейбуси), і

стоянок автомобілів–таксі позначаються зигзагоподібною лінією 1.17, яка виконується жовтим кольором.

Протяжність зони, позначеної розміткою 1.17 визначається з урахуванням кількості транспортних засобів, що одночасно зупиняються або стоять, по формулі

$$L = n \cdot l_T + (n - 1) \cdot l_G + 2 \cdot l_M, \quad (1.22)$$

де  $n$  – кількість транспортних засобів, що одночасно зупиняються або стоять;

$l_T$  – довжина транспортного засобу, м (для автобусів і тролейбусів її можна приймати рівною 1,1 м, для автомобілів–таксі рівної 5 м);

$l_G$  – відстань безпеки між транспортними засобами, що стоять, що приймається рівним 3 м;

$l_M$  – довжина ділянок маневрів транспортних засобів на початку і кінці зупинної зони: 10 м – для автобусів і тролейбусів; 5 м – для автомобілів–таксі.

Слід зазначити, що в умовах вулично–дорожньої мережі населених пунктів, розташування зупинок громадського пасажирського транспорту, як правило, здійснюється в зоні перетинів, де здійснюється взаємодія транспортних і перехідних потоків. З метою забезпечення безпеки пішоходів здійснюється позначення трас їх проходження через проїжджу частину. Такі позначення виконуються дорожньою розміткою (1.14.1–1.14.5), яка наноситься на проїжджу частину перпендикулярно її осі, незалежно від наявності у переходу знаку 5.35.1 (5.35.2) «Пішохідний перехід».

На автомобільних дорогах поза населеними пунктами розмітку пішохідних переходів слід віддаляти від перехресть і наносити її у автобусних зупинок.

На перехрестях в населених пунктах пішохідні переходи, як правило, влаштовуються за лінією 1.12 «СТОП» на відстані не менше 1 м від неї.

У всіх випадках при виборі місця розмітки пішохідних переходів необхідно забезпечувати видимість транспортних засобів, що наближаються, на відстані не менше 30 м.

На перехрестях з регульованим рухом пішохідні переходи мають бути передбачені, по можливості, на усіх підходах.

Ширина пішохідного переходу визначається виходячи з інтенсивності пішохідного руху по формулі

$$P = \frac{N_{\text{п}} \cdot b}{n_{\text{р}}}, \quad (1.23)$$

де  $P$  – ширина пішохідного переходу, м;

$N_{\text{п}}$  – інтенсивність пішохідного руху, чол./год.;

$n_{\text{р}}$  – розрахункова пропускна спроможність однієї смуги пішохідного руху, рівна 500 чол./год.;

$b$  – ширина однієї смуги пішохідного руху, рівна 1 м.

Незалежно від отриманого в результаті розрахунків значення  $P$  ширина наземного пішохідного переходу не може бути менше 4,0 м.

Для створення вільних від руху транспортних засобів зон, використовуваних пішоходами, що не встигли безупинно перейти проїжджу частину, по осі дороги на пішохідному переході облаштовуються острівці безпеки. Вони повинні виконуватися, як правило, в одному рівні з проїжджою частиною. Виняток становлять острівці, що є частиною подовжньої розділової смуги.

При виконанні острівців безпеки в одному рівні з проїжджою частиною захист пішоходів здійснюється за допомогою розмітки або бетонними елементами, що захищають, у поєднанні з розміткою.

Острівці безпеки із захистом пішоходів за допомогою однієї розмітки можуть влаштовуватися, якщо між острівцем і краєм проїжджої частини залишається не менше двох смуг руху. Крім того, розмічені острівці слід застосовувати при використанні центральної смуги проїжджої частини як реверсивна. Для кращої видимості їх межі позначаються лінією 1.1, а поверхня розмічається суцільними паралельними лініями 1.16.1.

Острівці безпеки з бетонними елементами, що захищають, повинні влаштовуватися, якщо між острівцем і краєм проїжджої частини залишається не менше трьох смуг руху, а також за наявності розділової смуги, що не використовується як реверсивна. В цьому випадку острівець не розмічається, а робиться вертикальна розмітка бетонних елементів, що захищають.

Ширина острівців безпеки приймається рівною 1,5 м. При інтенсивності пішохідного руху, що перевищує 3 тис. чол./год., ширина визначається розрахунком за формулою

$$B_o = 0,00015 \frac{B \cdot N_{\text{п}}}{P}, \quad (1.24)$$



де  $B_0$  – ширина зупинки безпеки, м;

$B$  – ширина проїжджої частини від краю проїжджої частини до острівця, м;

$N_{\text{п}}$  – інтенсивність пішохідного руху в обидва правління, чол/год;

$P$  – ширина пішохідного переходу, м.

Довжина майданчика очікування острівця безпеки повинна бути рівна ширині пішохідного переходу  $P$ .

Складними, з позиції безпеки, вважають умови руху на ділянках з викривленнями плану траси (крива в плані) і поздовжнього профілю (опукла крива) автомобільних доріг.

Розмітка доріг на ділянках підйомів залежить від довжини підйому і наявності додаткової смуги для вантажного руху в бік підйому, яка повинна бути передбачена на дорогах вищих категорій. Якщо така додаткова смуга відсутня, то розмітка на ділянці підйому повинна забезпечувати можливість обгону тихохідних транспортних засобів, що рухаються в напрямку підйому, і забороняти обгони в напрямку спуску. Для цього на всьому протязі підйому, включаючи ділянки вертикальних кривих, наноситься бар'єрна лінія 1.11, яка суцільною лінією звернена до смуги руху в напрямку спуску, а пунктирною – до смуги руху в напрямку підйому.

З боку вершини підйому цієї лінії повинна передувати лінія наближення 1.6 довжиною 50 м і більше при швидкості руху менше 60 км / год або 100 м і більше при швидкості понад 60 км / год. При довжині підйому менше 200 м на всьому протязі підйому, включаючи ділянки вертикальних кривих, наноситься суцільна осьова лінія 1.1, якій з двох сторін передує лінія наближення 1.6.

У разі, коли на підйомі є додаткова смуга для вантажного руху, вона відокремлюється від основної смуги за допомогою переривчастої лінії 1.5, а в зоні опуклої вертикальної кривої, де видимість менше допустимої за допомогою подвійної лінії 1.11 з тим, щоб заборонити в цій зоні виїзд вантажних автомобілів на основну смугу. Лінії 1.11 повинна передувати переривчаста лінія наближення 1.6. За вершиною підйому після проїзду зони з обмеженою видимістю водіям вантажних автомобілів дозволяється виїзд на основну смугу руху. Тут додаткова смуга до кінця розширення відділяється від основної смуги за допомогою переривчастої лінії 1.8. На цій ділянці можуть бути нанесені напрямні стріли 1.19, що попереджають водіїв про зменшення числа смуг руху в даному напрямку. Крім того, перед

початком і кінцем розширення проїжджої частини в бік підйому встановлюються дорожні знаки, що інформують водія про порядок і напрямку руху транспортних засобів по смугах.

Зустрічні потоки на всьому протязі розширення відокремлюються одна від одної за допомогою суцільної лінії 1.1, якій з двох сторін передує переривчаста лінія наближення 1.6. Лінія 1.6 повинна наноситися на протязі не менше 50 (100) м перед лінією 1.1. Рекомендована довжина лінії наближення 150 м біля підніжжя спуску і 100 м за вершиною підйому. По краях проїзної частини повинна бути нанесена крайова лінія 1.1.

При розмітці автомобільних доріг на ділянках опуклих кривих, крім поділу транспортних потоків зустрічних напрямків, позначення смуг руху і краю проїжджої частини, необхідно заборонити обгони в зонах з фактичної видимістю менше розрахункового відстані видимості  $M$  зустрічного автомобіля (табл. 1.15).

Таких зон на ділянці опуклих кривих буває дві, одна з яких розташована з одного боку підйому, а інша – з іншого. При цьому зони з видимістю менше допустимої можуть заходити за вершину кривої і перекривати один одного або розташовуватися окремо по обидва боки від вершини, не доходячи до вершини кривої.

Порядок визначення наявності і протяжності зон з видимістю менше допустимого розрахункового значення на кривій полягає в наступному. Шляхом попередніх спостережень на даній ділянці заміряють швидкості 100–150 автомобілів і, побудувавши кумулятивну криву, встановлюють 85%-ве значення швидкості. Потім по табл. 1.15 визначається відповідне їй значення найменшої відстані видимості  $M$ . Фактичну видимість на кривій  $M_{\phi}$  визначають виходячи з її радіусу і ухилів на підходах (рис. 1.14). Значення фактичної видимості підраховується за формулою

$$M_{\phi} = \sqrt{8 \cdot R \cdot d}, \quad (1.25)$$

де  $R$  – радіус вертикальної кривої, м;

$d$  – розрахункова висота очей водія над рівнем поверхні дороги, рівна 1,2 м.

Якщо  $M_{\phi} > M$ , то зони з видимістю менше допустимої відсутні. У разі  $M_{\phi} < M$  розрахунки продовжують і визначають довжину

тангенса. Якщо його значення не вказано в документації і немає спеціальних таблиць,

$$T = \frac{R \cdot (i_1 + i_2)}{2}, \quad (1.26)$$

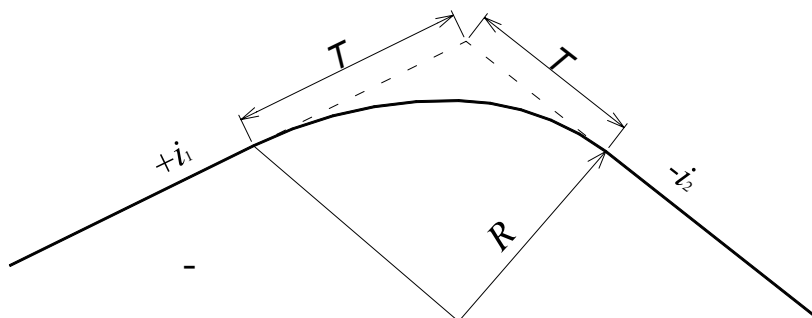


Рис. 1.14. Елементи вертикальної опуклою кривою

Таблиця 1.15

**Нормовані значення видимості на автомобільних дорогах**

Швидкість руху, км/год	Мінімальна відстань видимості, що забезпечує безпеку руху при даній швидкості, м
1	2
30	80
40	100
50	120
60	150
80	200
100	280
120	350

*Примітка.* Під відстанню видимості мається на увазі відстань, на якому предмет, встановлений на висоті 1,2 м над рівнем проїжджої частини, видно спостерігачеві, очей якого також знаходиться на висоті 1,2 м.

Далі визначають величину  $X$ , яка ніколи, наскільки зони з видимістю менше допустимої не доходять до вершини кривої або заходять за неї

$$X = T - (M - \sqrt{M^2 - M \cdot M_{\phi}}), \quad (1.27)$$

Величина  $X$  може бути позитивною або від'ємною. Якщо величина  $X$  позитивна, то зони з видимістю менше за припустиму заходять за вершину кривої на величину  $X$  (рис. 1.15), якщо  $X$  є від'ємним – не доходять до вершини кривої на ту ж величину (рис. 1.16).

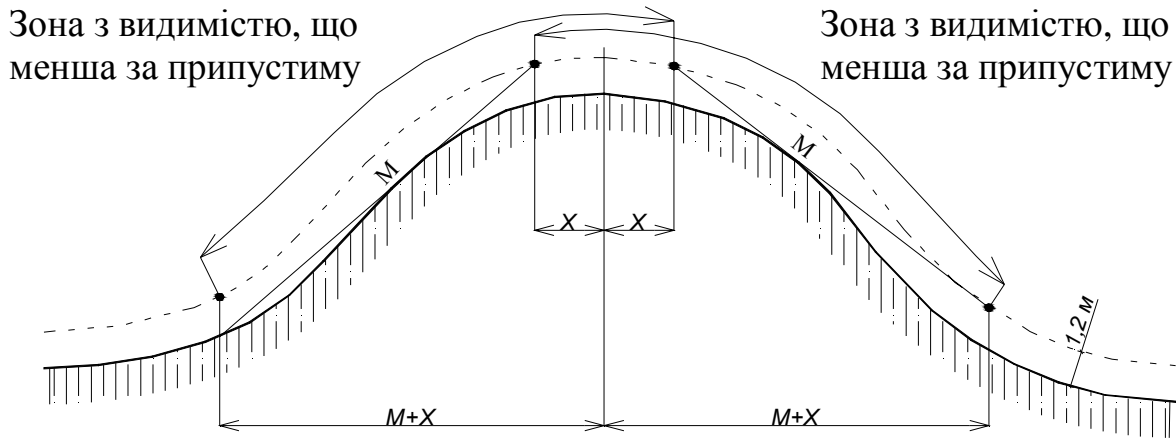


Рис. 1.15. Вертикальна крива з зонами видимості менше допустимої, що заходять за вершину кривої і частково перекривають один одного



Рис. 1.16. Вертикальна крива з зонами видимості менше допустимої, що не доходять до вершини кривої

Наявність і протяжність зон з видимістю менше допустимої можна також визначати графічним методом за допомогою спеціальної лінійки і поздовжнього профілю дороги відповідно до ВСН.

Розмітка автомобільних доріг на ділянках горизонтальних кривих малого радіуса з забезпеченої видимістю залежить від геометричних параметрів дороги (радіус кривої, кут повороту траси, відстань видимості, ширина проїжджої частини, наявність розширення проїжджої частини, ухил віражу), а також від характеристик транспортного потоку (інтенсивність, склад, швидкість).

При цьому найбільш істотний вплив мають такі параметри, як кут повороту траси і радіус кривої, які характеризують умовну плавність заокруглення  $P$ , яка визначається за формулою

$$P = \frac{R}{d \cdot 100}, \quad (1.28)$$

де  $R$  – радіус кривої, м;

$d$  – кут повороту траси, радий.

Поділ транспортних потоків протилежних напрямків на кривій в плані здійснюється за допомогою суцільної лінії 1.1 при умовній плавності заокруглення кривої  $P \leq 19,0$ . В інших випадках поділ потоків здійснюється за допомогою переривчастої лінії 1.5.

На багатосмугових дорогах з організацією руху в зоні кривої смуги руху одного напрямку позначаються за допомогою переривчастої лінії 1.5.

В разі відсутності даних про величину радіусу кривої визначення його може бути виконано наступним чином. На внутрішній кромці проїзної частини вибирають дві точки, розташовані на відстані  $S$ . Потім посередині виміряного відрізка по перпендикуляру до нього заміряють стрілку  $h$  (рис. 1.17). Для підвищення точності проміри рекомендується зробити в двох-трьох місцях на кривій і взяти середні значення  $S$  і  $h$ . Радіус обчислюють за формулою

$$R = \frac{S^2}{8 \cdot h}, \quad (1.29)$$

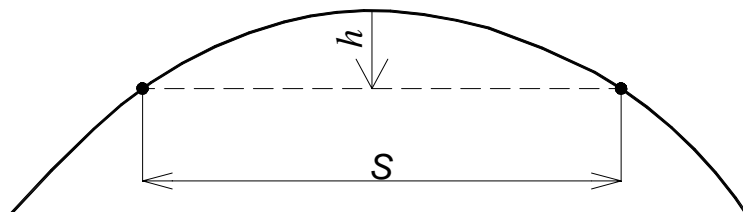


Рис. 1.17. Схема до визначення радіуса заокруглення

Якщо на дорозі з двома смугами руху в межах кривої в плані є розширення проїзної частини, виконане відповідно до вимог будівельних норм і правил (величини розширення проїжджої частини для різних радіусів кривих в плані визначаються СНіП), то на кривих, які характеризуються умовною плавністю заокруглень  $P = 0,1-1,0$ , лінія

поділу транспортних потоків протилежних напрямків наноситься у вигляді двох перехідних кривих з круговою вставкою, а при  $P = 1,0-5,0$  в вигляді двох сполучаються перехідних кривих.

При відсутності на двосмуговій дорозі розширення лінія поділу транспортних потоків протилежних напрямків повинна наноситися по осі проїжджої частини у вигляді кругової кривої.

На двосмугових дорогах, що мають розширення, а також на ділянках трьохсмугових доріг з організацією руху в зоні кривої по двох смугах лінія поділу транспортних потоків протилежних напрямків в середині кривої повинна бути зміщена в бік зовнішньої кромки покриття.

Відношення ширини внутрішньої смуги проїжджої частини до ширини зовнішньої слід призначати відповідно до табл. 1.16 виходячи з величини радіуса кривої.

Таблиця 1.16

**Вибір співвідношення ширини смуг проїзної частини на кривих в плані**

Радіус по внутрішній кромці проїзної частини, м	Відношення ширини внутрішньої смуги проїжджої частини до ширини зовнішньої смуги на кривих в плані $B_1/B_2$
10–15	1,4
15–20	1,3
20–30	1,2
30–50	1,1
>50	1,0

Таблиця 1.16 складена без врахування впливу віражу. Для визначення остаточної величини відносини ширини внутрішньої смуги до ширини зовнішньої отриманий раніше результат множать на коефіцієнт, що враховує наявність віражу (табл. 1.17) з ухилом, більшим чи меншим 40%.

Довжину суцільної лінії 1.1, що розділяє транспортні потоки зустрічних напрямків, що наноситься від середини кривої в обидві сторони, слід призначати по табл. 1.18.

Таблиця 1.17

**Вибір співвідношення ширини смуг проїзної частини  
на кривих в плані з урахуванням віражу**

Умовна плавність заокруглення, $p$	Величина виражу, ‰				
	-20	0	+20	+40	+60
	Коефіцієнт				
1	2	3	4	5	6
0,1	1,16	1,11	1,07	1,00	0,97
0,5	1,10	1,07	1,05	1,00	0,95
0,8	1,08	1,06	1,04	1,00	0,98
1	2	3	4	5	6
1,0	1,06	1,04	1,03	1,00	0,99
2,4	1,04	1,03	1,02	1,00	0,99
>3,2	1,03	1,02	1,01	1,00	0,99

Таблиця 1.18

**Довжина зон заборони маневрів на кривих в плані**

Умовна плавність заокруглення, $p$	Інтенсивність	Довжина зон заборони маневрів на кривих в плані, м		
		при кількості легкових автомобілів	при кількості легкових автомобілів	при кількості легкових автомобілів
		от 0 до 20 %	от 20 до 50 %	от 50 до 100 %
0,1–0,5	<1100	700	700	700
	≥ 1100	¥	¥	¥
0,5–5,0	<900	550	600	650
	≥ 900	¥	¥	¥
5,0–19,0	<700	400	500	600
	≥ 700	¥	¥	¥

Отриманий по табл. 1.18 результат множать на коефіцієнт, що враховує наявність віражу (табл. 1.17) з ухилом, більшим чи меншим 40% о, і на коефіцієнт приведення до ширини проїзної частини 7,5 м (табл. 1.19).

Якщо виходить, що довжина зони заборони маневрів (суцільний розділової лінії 1.1) дорівнює нескінченності, то розділова суцільна лінія 1.1 повинна бути нанесена не тільки на кривих, а й на всьому

протязі дороги. З обох сторін суцільний розділової лінії 1.1 повинна передувати лінія наближення 1.6 довжиною 50 (100) м.

Таблиця 1.19

**Коефіцієнт приведення до ширини проїзної частини**

Умовна плавність заокруглення $P$	Ширина проїжджої частини, м			
	6,0	9,0	10,5	12,0
	Коефіцієнт приведення			
0,1–0,5	1,19–1,18	0,92–0,93	0,86–0,87	0,77–0,78
0,5–5,0	1,18–1,10	0,93–0,95	0,87–0,92	0,78–0,90
5,0–19,0	1,10–1,06	0,95–0,97	0,92–0,93	0,90–0,92
>19,0	1,05	0,98	0,94	0,93

Позначення краю проїзної частини за допомогою суцільної лінії 1.1 проводиться з двох сторін, якщо аналогічні лінії наносяться на ділянках дороги, що примикають до кривої.

У разі, коли на сусідніх ділянках дороги не проводиться позначення краю проїзної частини (недостатня інтенсивність руху або ширина проїжджої частини), його необхідно виконувати в зоні кривої тільки з її зовнішньої сторони.

Нанесення крайової розмітки слід починати на відстані  $L_1$  до початку зони заборони маневрів (початку розділової лінії 1.1) і закінчувати на відстані  $L_2$  за кінцем цієї зони. Величини  $L_1$  і  $L_2$  слід приймати відповідно до табл. 1.20.

На двосмугових дорогах перед лінією 1.1, що розділяє на кривій потоки протилежних напрямків, наносяться напрямні стріли 1.19. Розмітка автомобільних доріг на кривих малого радіусу повинна бути ув'язана з розміткою на прямих ділянках дороги.

Таблиця 1.20

**Параметри розмітки на ділянках заборони маневрів**

Довжина зон заборони маневрів на кривих в плані, м	Протяжність крайової розмітки, м	
	$L_1$	$L_2$
700	120	75
650	110	72
600	105	70
550	100	68
500	95	66
400	90	64



## Приклад визначення параметрів дорожнього руху на ділянках з особливими дорожніми умовами

### 1. Визначення параметрів розташування зупиночних пунктів

Вихідні дані:

Кількість транспортних засобів, що одночасно зупинились або що стоять – 2 од.

Довжина транспортного засобу – 11 м.

Довжина безпеки між ТЗ, що стоять – 3 м.

Довжина ділянок маневрів транспортних засобів на початку і кінці зупиночної зони – 10 м.

Протяжність зони, що позначається зигзагоподібною лінією 1.17, яка визначається з урахуванням кількості транспортних засобів, що одночасно зупинились або стоять за формулою (1.22)

$$L = 2 \cdot 11 + (2 - 1) \cdot 3 + 2 \cdot 10 = 45 \text{ м.}$$

Вихідні дані для визначення параметрів пішохідного переходу:

Інтенсивність пішохідного руху – 3200 чол./год.

Розрахункова пропускна здатність однієї смуги пішохідного руху – 500 чол./год.

Ширина однієї смуги пішохідного руху – 1 м.

Ширина проїзної частини від краю проїзної частини до острівця – 11,25 м.

Ширину пішохідного переходу визначаємо виходячи з інтенсивності пішохідного руху за формулою (1.23)

$$P = \frac{1 \cdot 3200}{500} = 6,4 \text{ м.}$$

Приймаємо ширину пішохідного переходу 6 м.

При інтенсивності пішохідного руху, що перевищує 3 тис. чол./год., ширина острівця безпеки визначається розрахунком за формулою (1.24)

$$B_o = 0,00015 \frac{13,25 \cdot 3200}{6} = 1,06 \text{ м.}$$

Приймаємо 1 м.

Зображуємо на рис. 1.18 зупинку громадського транспорту та нерегульований пішохідний перехід відповідною розміткою.

## 2. Визначення параметрів автомобільних доріг на ділянках з поздовжнім ухилом

Вихідні дані:

Радіус вертикальної кривої – 600 м.

Розрахункова висота очей водія над рівнем поверхні дороги – 1,1 м.

Поздовжній ухил – 3%.

Швидкість руху – 60 км/год.

Значення фактичної видимості розраховується за формулою (1.25)

$$M_{\phi} = \sqrt{8 \cdot 600 \cdot 1,1} = 73 \text{ м.}$$

Так як  $M_{\phi} < M$  визначаємо довжину тангенса за формулою (1.26)

$$T = \frac{600 \cdot (0,03 + 0,03)}{2} = 18 \text{ м.}$$

Далі визначаємо величину  $X$ , яка вказує, наскільки зони з видимістю менше допустимої не доходять до вершини кривої або заходять за неї

$$X = 18 - (150 - \sqrt{150^2 - 150 \cdot 73}) = -27 \text{ м.}$$

На рис. 1.19 зображуємо вертикальну криву з зонами видимості менш допустимими, які не доходять до вершини кривої, так як  $X$  має від'ємне значення та наносимо відповідну дорожню розмітку.

## 3. Визначення параметрів автомобільних доріг на ділянках горизонтальних кривих малого радіусу

Вихідні дані:

Відстань між двома точками на внутрішній кромці проїзної частини – 200 м.

Довжина стрілки – 20 м.

Кут повороту траси – 2,53 рад.

Визначаємо радіус кривої за формулою (1.27):

$$R = \frac{200^2}{8 \cdot 20} = 250 \text{ м.}$$

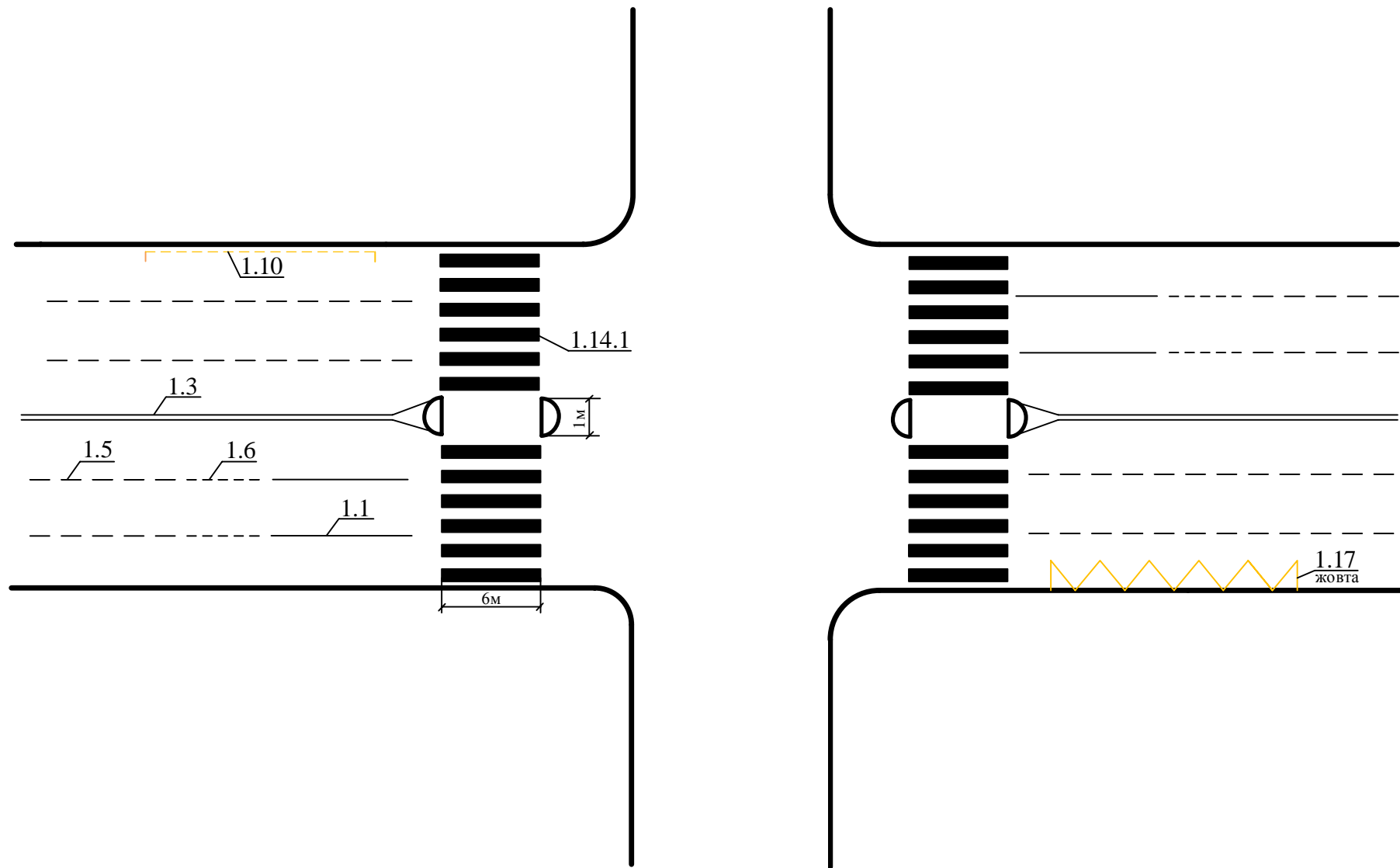


Рис. 1.18. Перехрестя з зупинкою громадського транспорту та нерегульованим пішохідним переходом з нанесенням відповідною розмітки

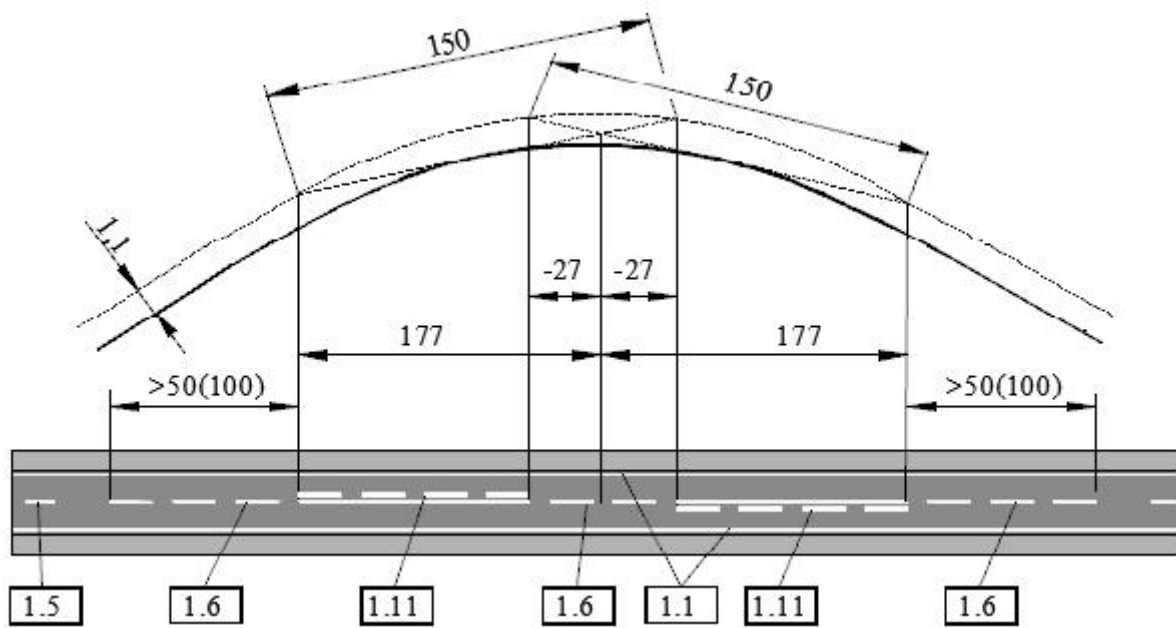


Рис. 1.19. Вертикальна крива з зонами видимості менше допустимої, що не доходять до вершини кривої та нанесена дорожня розмітка

Умовну плавність заокруглення визначаємо за формулою (1.28):

$$P = \frac{250}{2,53 \cdot 100} = 0,99 \text{ м.}$$

На рис. 1.20 зображуємо горизонтальну криву і наносимо відповідну дорожню розмітку.

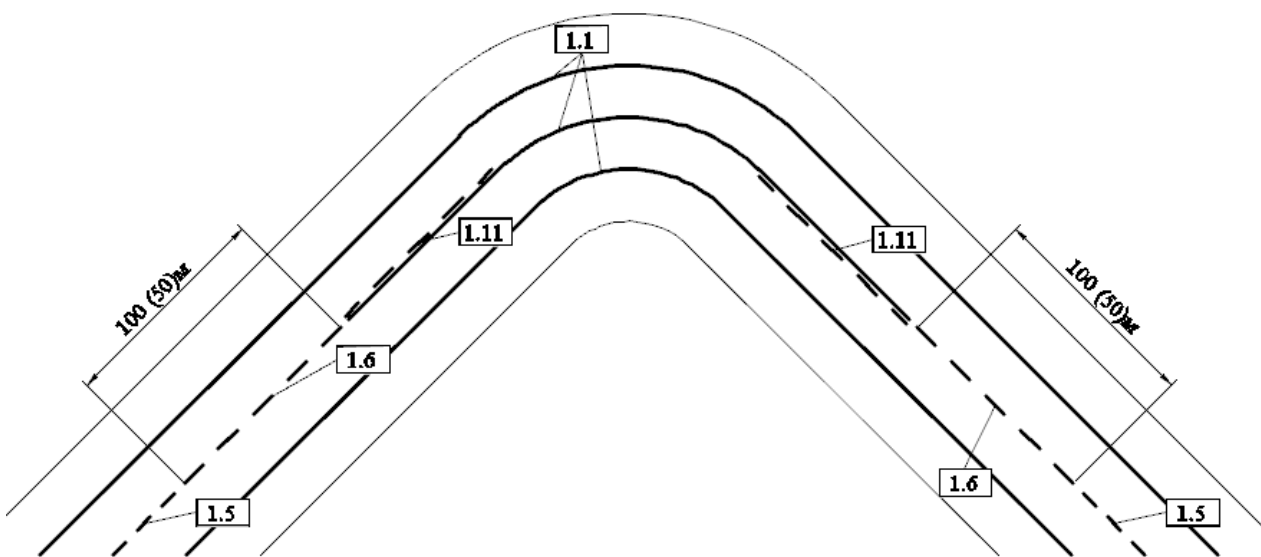


Рис. 1.20. Горизонтальна крива та нанесена дорожня розмітка

## Розділ 2. АУДИТ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ РЕГУЛЮВАННЯ

### 2.1 Визначення типорозміру та параметрів розташування дорожніх знаків

Залежно від умов застосування для дорожніх знаків однієї і тієї самої групи передбачено чотири типорозміри знаків (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Типорозміри дорожніх знаків

Типорозмір	Умови застосування знаків		Сторона трикутника, мм	Діаметр кола, сторона квадрата, мм	Сторони прямокутника, мм
	Поза населеним пунктом	В населеному пункті			
1	Дороги з 1-ю смугою руху	Вулиці місцевого призначення	700	600	600 × 900
2	Дороги з 2-ма і 3-ма смугами руху	Магістральні вулиці	900	700	700 × 1050
3	Дороги з 4-ма смугами руху	Швидкісні дороги	1200	900	900 × 1350
4	Ділянки автомагістралей, на яких виконуються ремонтні роботи, інші небезпечні ділянки доріг	—	1500	1200	—

Визначення розміру знаку можливе лише на основі розрахунків, що враховують особливості зорового сприйняття знаків у різних дорожніх умовах і при різних режимах руху автомобілів. Розрахунки виконують послідовно для денних і нічних умов руху. При цьому орієнтуються не на розрахункові швидкості руху для доріг різних категорій, а на середні швидкості автомобілів, що швидко рухаються  $V_{сер}$  (табл. 2.2).

Головним критерієм оцінки видимості знаків є кутовий розмір  $\alpha$ . Таким чином, якість сприйняття інформації залежить від часу, протягом якого водій бачить знак та його кутового розміру  $\alpha$ , хв:

$$\alpha = \arctg \frac{h_{\text{зн}}}{l_0}, \quad (2.1)$$

де  $h_{\text{зн}}$  – розмір знаку, мм;

$l_0$  – відстань, на якій водій розпізнає знак, м.

Таблиця 2.2

**Вплив швидкості руху на поріг зорового сприймання**

Забезпеченість	Швидкість руху, км/год			
	40	60	80	100
	Кутовий поріг, $\alpha_{\text{пор}}$ , кутові хвилини			
85%	8,6	8,6	9,1	9,4
95%	10,2	10,5	11,0	11,6
Умови зорового комфорту	11,6	12,3	12,9	13,8

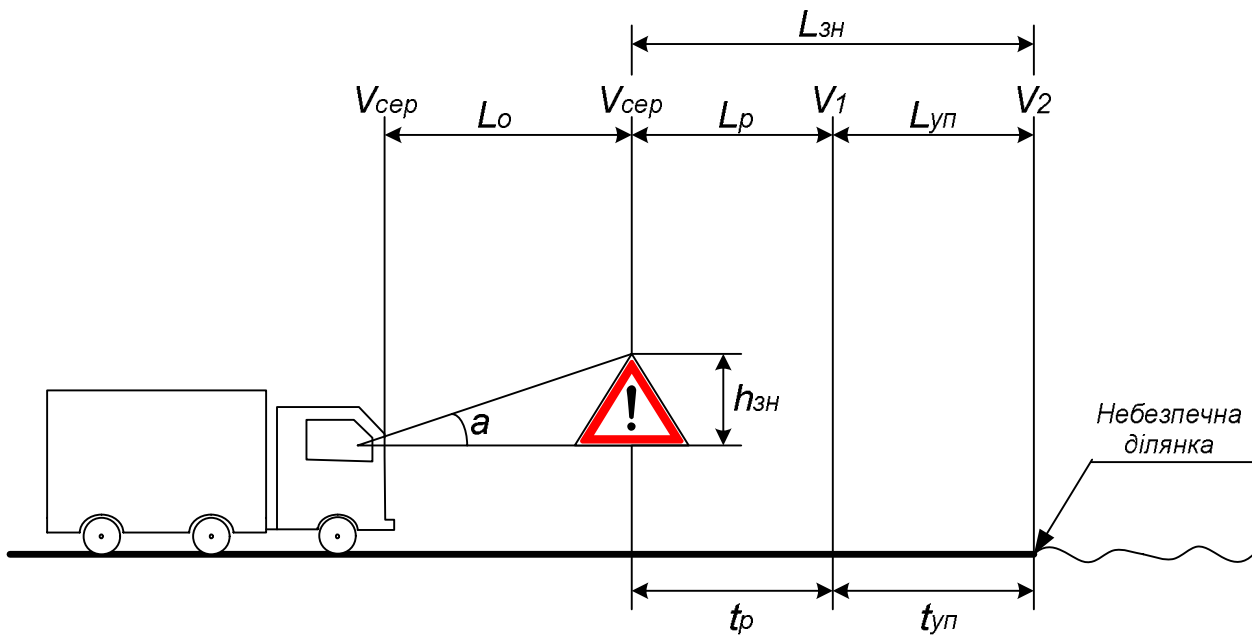


Рис. 2.1. Визначення розміру і відстані установки знаків [12]

Розрізняють кілька різновидів порогових кутових розмірів:

- поріг виявлення знаку, за якого водій виявляє пляму, схожу на знак;
- поріг розрізнення контуру, за якого водій нечітко розрізняє контур знаку;
- поріг розпізнання контуру знаку, за якого водій точно визначає форму знаку.

Для оцінки видимості дорожніх знаків зручно користуватись кутовим розміром контурів знаків, оскільки символи мають несиметричну форму. Таким чином, розмір знаку  $h_{\text{зн}}$ , мм, залежить від кутового порога його розпізнання водіями  $\alpha_{\text{пор}}$  і необхідної за умовами комфорту мінімальної відстані від автомобіля до знаку  $l_0$ , на якій знак розпізнається водієм:

$$h_{\text{зн}} = 1000 \cdot l_0 \cdot \text{tg} \alpha_{\text{пор}}. \quad (2.2)$$

Для кутових розмірів 5...30 хв. з достатньою ступеню точності можливо вважати, що

$$\text{tg} \alpha_{\text{пор}} = 0,000287 \alpha_{\text{пор}}. \quad (2.3)$$

Відстань  $l_0$  дорівнює:

$$l_0 = V_{\text{сер}} \cdot t_{\text{Е}} / 3,6, \quad (2.4)$$

де  $V_{\text{сер}}$  – середня швидкість транспортного потоку, км/год.;

$t_{\text{Е}}$  – мінімальна тривалість експозиції – час, протягом якого водій бачить знак,  $t_{\text{Е}} = 8$  с.

Вночі кутові пороги розпізнавання знаків залежать від інтенсивності освітлення світлом фар:

$$\alpha_{\text{пор}} = A + B \cdot l_0, \quad (2.5)$$

де  $A$ ,  $B$  – коефіцієнти, які враховують якість світлоповертаючих плівок знаків (табл. 2.3).

Необхідно провести розрахунки при денному освітленні  $h_{\text{зн}}^{\text{вдень}}$  та у темну пору доби  $h_{\text{зн}}^{\text{вночі}}$ . Під час розрахунків необхідно звернути особливу увагу на різницю складників розрахунків для денних та нічних умов руху.

Для кінцевого порівняння розрахованих даних необхідно розрахувати можливі розміри знаків різних форм на основі кутового розміру знаку  $h_{\text{зн}}$ . Для прямокутних сторона прямокутника дорівнює кутовому розміру знаку, для круглих знаків діаметр дорівнює кутовому розміру знаку, а для трикутних знаків необхідно розрахувати довжину сторони трикутника за наступною формулою

$$a = \frac{h_{\text{сі}}}{\sin 60^\circ} = \frac{2 \cdot h_{\text{сі}}}{\sqrt{3}} = 1,15 \cdot h_{\text{сі}}, \quad (2.6)$$

де  $a$  – сторона трикутника.

Таблиця 2.3

**Коефіцієнти, що залежать від режиму освітлення доріг і типу світлоповертальної плівки**

Режим освітлення дороги	Світлоповертальні плівки			
	Ростовського-на-Дону заводу (Росія)		«Скочлайф» фірми ЗМ (США)	
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>
Дальнє світло	11,6 / 7,0	0,0435 / 0,008	10,2 / 6,0	0,0300 / 0,0050
Ближнє світло	24,0 / 7,0	0,0250 / 0,020	20,0 / 6,0	0,0266 / 0,1700
Те ж саме з засліпленням	26,0 / 10,5	0,0350 / 0,010	22,0 / 6,0	0,033 / 0,0135

*Примітка.* В чисельнику наведені значення коефіцієнтів для визначення кутових порогів упізнання дорожніх знаків із складними символами, в знаменнику – літер, цифр та просто символів.

З результатів розрахунків розмірів знаків для дня та нічних умов обирають більше значення, порівнюють з рекомендованими в табл. 2.1 довідкових даних і назначають найближче більше значення з табл. 2.1 довідкових даних для кожного з форм дорожніх знаків.

ДСТУ 4100-2014 «Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування» передбачає наступні правила установки:

1) усі заборонні та наказові знаки, а також знаки пріоритету встановлюють безпосередньо перед ділянками доріг, на яких змінюється порядок руху або вводиться обмеження.

2) інформаційно-вказівні і знаки сервісу встановлюють перед початком ділянки з характерними умовами або перед об'єктом, про який знак інформує.

Виняток становлять знаки попереднього вказання напрямків.

Згідно ДСТУ 4100-2014 знак 5.51 «Попередній покажчик напрямків» має бути установлений на відстані:

– 300 м до перехрестя чи початку гальмівної смуги – поза населеним пунктом;



- 50 м – у населеному пункті;
- 800 м – на автомагістралі.

Знак 5.52 «Попередній покажчик напрямку» встановлюють над проїзною частиною:

- безпосередньо перед початком смуги гальмування;
- за її відсутності – на відстані:
- 150 м до перехрестя – поза населеним пунктом;
- 50 м – у населеному пункті.

3) попереджувальні знаки встановлюють:

150–300 м поза населеним пунктом (рекомендовано приймати 200 м);

50–100 м в населеному пункті (рекомендовано приймати 70 м) від початку небезпечної ділянки.

Але при встановленні попереджувальних знаків в кожному конкретному випадку необхідно визначати місце установки по розрахунку.

В основу розрахунку покладено найбільш несприятливу ситуацію – коли водій розпізнає символ лише в мить проїзду знаку.

При русі по дорозі від знаку (швидкість руху автомобіля, що наближається до небезпечної ділянки складає  $V_{сер}$ ), водій розпізнає ситуацію, приймає рішення і виконує ряд визначених дій.

Тривалість цього періоду ( $t_p$ , час реакції водія) складає 2,5 с (при цьому швидкість  $V_{сер}$  зменшується до  $V_1$ ,  $V_1 = 0,9V_{сер}$ ). Після водій знижує швидкість від  $V_1$  до  $V_2$  ( $V_2$  – швидкість автомобіля при досягненні небезпечної ділянки).

Загальна відстань  $l_{зн}$ , на яку знак повинно бути встановлено від небезпечної ділянки, розраховують за формулою [12]

$$l_{зн} = l_p + l_{уп}, \quad (2.7)$$

де  $l_p$  – відстань, яку проходить автотранспортний засіб (АТЗ) за час реакції водія;

$l_{уп}$  – відстань, яку проходить автомобіль за час уповільнення.

$$l_p = \frac{(V_{сер} + V_1) \cdot t_p}{2 \cdot 3,6}, \quad (2.8)$$

$$l_{\text{уп}} = \frac{a \cdot t_{\text{уп}}^2}{2}, \quad (2.9)$$

де  $a$  – відносне прискорення автомобіля;  
 $t_{\text{уп}}$  – тривалість уповільнення АТЗ.

Відносне прискорення залежить від швидкості:

$$a = 0,0125 \cdot V_1 + 1,24, \quad (2.10)$$

Розрахувати прискорення враховуючи, що  $V_1 = 0,9V_{\text{сер}}$ .

Тривалість уповільнення АТЗ  $t_{\text{уп}}$  розраховується за наступною залежністю:

$$t_{\text{уп}} = \frac{V_1 - V_2}{3,6a}. \quad (2.11)$$

### **Приклад визначення типорозміру та параметрів розташування дорожніх знаків**

Умови руху: забезпеченість – 85 %, швидкість,  $V_{\text{сер}}$ , 80 км/год,  $V_2$ , 30 км/год.

Розмір знака визначають за формулою (2.2).

Відстань, на якій водій розпізнає знак визначають за формулою (2.4)

$$l_0 = V_{\text{сер}} \cdot t_E / 3,6 = 2,22V_{\text{сер}}.$$

Отже, формула розрахунку розміру знаку приймає кінцевого вигляду

$$h_{\text{зі}} = 0,637 \cdot V_{\text{пад}} \cdot \alpha_{\text{ііδ}}.$$

Кутовий поріг визначаємо по табл. 2.2 в залежності від швидкості та забезпеченості сприйняття,  $\alpha_{\text{ііδ}} = 9,1$  кутових хвилин. Тоді розмір знака буде дорівнювати

$$h_{\text{зн}} = 0,637 \cdot 80 \cdot 9,1 = 464.$$

Вночі кутові пороги розпізнавання знаків залежать від інтенсивності освітлення світлом фар:

$$h_{\text{зн}} = 0,637 \cdot V_{\text{сер}} (A + 2,22 B \cdot V_{\text{сер}}).$$

Приклад розрахунків приводимо для нічних умов при дальньому світлі та складних знаків, використовуючи табл. 2.3.

$$h_{\text{зн}} = 0,637 \cdot 80 \cdot (11,6 + 2,22 \cdot 0,0435 \cdot 80) = 985.$$

Решту розрахунків зводимо до таблиці.

З результатів розрахунків розмірів знаків для дня та нічних умов обираємо більше значення, порівнюємо з рекомендованими в таблиці довідкових даних і назначаємо найближче більше значення з таблиці довідкових даних.

Таблиця 2.4

**Результати розрахунків значень розміру знаків  
в темну пору доби**

Режим освітлення дороги	Світлоповертальні плівки	
	Ростовського-на-Дону заводу (Росія)	
	Для знаків із складними символами	Для знаків з: літер, цифр та просто символів
Дальнє світло	985	429
Ближнє світло	1449	538
Те ж саме з засліпленням	1642	626

Для кінцевого порівняння розрахованих даних розраховуємо можливі розміри знаків різних форм на основі кутового розміру знаку  $h_{\text{зн}}$ . Для прямокутних сторона прямокутника дорівнює кутовому розміру знаку, для круглих знаків діаметр дорівнює кутовому розміру знаку, а для трикутних знаків необхідно розрахувати довжину сторони трикутника за формулою (2.6)

$$a = 1,15 \cdot 1642 = 1888,3.$$

Після проведених розрахунків можна визначити типорозміри знаків різних форм для заданих умов:

- прямокутні знаки = третій типорозмір;
- круглі знаки = четвертий типорозмір;
- трикутні знаки = четвертий типорозмір.

Визначення відстані встановлення попереджувальних дорожніх знаків від небезпечної ділянки здійснюється за формулою (2.7).

Відстань, яку проходить АТЗ за час реакції водія розраховують за формулою (2.8). Враховуючи, що  $V_1 = 0,9V_{\text{сер}}$

$$l_p = \frac{(V_{\text{сер}} + 0,9V_{\text{сер}}) \cdot 2,5}{2 \cdot 3,6} = 0,66 \cdot V_{\text{сер}}.$$

Відносне прискорення водія розраховують за формулою (2.10). Враховуючи, що  $V_1 = 0,9V_{\text{сер}}$

$$a = 0,0112 \cdot V_{\text{сер}} + 1,24.$$

Тривалість уповільнення АТЗ  $t_{\text{уп}}$  розраховується за формулою (2.11). Враховуючи, що  $V_1 = 0,9V_{\text{сер}}$

$$t_{\text{уп}} = \frac{0,9V_{\text{сер}} - V_2}{3,6a}.$$

А відстань, яку проходить автомобіль за час уповільнення (2.9) дорівнює:

$$l_{\text{уп}} = \frac{(0,9 \cdot V_{\text{сер}} - V_2)^2}{25,92 \cdot (0,0112 \cdot V_{\text{сер}} + 1,24)}.$$

Отже, відстань  $l_{\text{зн}}$ , на яку знак повинно бути встановлено від небезпечної ділянки розраховують за наступною залежністю:

$$\begin{aligned} l_{\text{зн}} &= 0,66 \cdot V_{\text{сер}} + \frac{(0,9 \cdot V_{\text{сер}} - V_2)^2}{25,92 \cdot (0,0112 \cdot V_{\text{сер}} + 1,24)} = \\ &= 0,66 \cdot 80 + \frac{(0,9 \cdot 80 - 30)^2}{25,92 \cdot (0,0112 \cdot 80 + 1,24)} = 85 \end{aligned}$$

## 2.2 Визначення параметрів розташування світлофорів

Розташування дорожніх світлофорів (окрім транспортних типу 3 та пішохідних) повинна забезпечувати видимість їх сигналів на відстані не меншій ніж 100 м з будь-якої смуги руху, на яку

поширюється їх дія, за будь-яких погодних умов. У іншому випадку треба попередньо встановити дорожні знаки 1.24 «Світлофорне регулювання» [13].

Для визначення параметрів розташування світлофорів провести наступні дії:

1. Розрахувати шлях, що проїде автомобіль за час реакції водія.
2. Розрахувати шлях, що проїде автомобіль за час гальмування.
3. Визначити мінімальну відстань видимості сигналів світлофора.
4. Зобразити схему розміщення світлофорів.
5. Заповнити лист контролю безпеки дорожнього руху.

Шлях, що проїде автомобіль за час реакції водія розраховують за формулою

$$L_p = V_d \cdot t, \quad (2.12)$$

де  $L_p$  – шлях, що проїде автомобіль за час реакції водія, м;

$V_d$  – максимальна дозволена швидкість руху на дорозі, м/с;

$t$  – тривалість часу усвідомлювання водієм необхідності гальмування й приведення в дію гальмівної системи, с.

Шлях, що проїде автомобіль за час гальмування розраховують за формулою

$$L_{\bar{a}} = \frac{V_{\bar{a}}^2}{2 \cdot g \cdot (\varphi \pm i)}, \quad (2.13)$$

де  $L_T$  – шлях, що проїде автомобіль за час гальмування, м;

$g$  – пришвидшення сили тяжіння, м/с<sup>2</sup>;

$\varphi$  – коефіцієнт зчеплення;

$i$  – повздовжній ухил, ‰.

Мінімальну відстань видимості сигналів світлофора розраховують за формулою

$$L \geq L_p + L_T + L_c, \quad (2.14)$$

де  $L$  – відстань видимості світлофора, м;

$L_c$  – відстань від світлофора до розмітки 1.12 «Стоп-лінія», м.

Схему розміщення світлофорів зобразити відповідно ДСТУ 4092–2002 «Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги, правила застосування та вимоги безпеки».

Світлофори треба встановлювати на спеціальних колонках, кронштейнах, прикріплюваних до існуючих опор або стін будинків, на консольних чи рамних опорах, на стояках, а також підвішувати на тросах-розтяжках.

Спеціальні колонки та опорні елементи консольних або рамних опор треба розташовувати поза проїзною частиною дороги.

Висота встановлених світлофорів від нижньої точки корпусу до поверхні проїзної частини (рис. 2.2) повинна становити:

а) для транспортних світлофорів (окрім типу 3):  
– у разі розташування над проїзною частиною – від 5,0 до 6,0 м;  
– у разі розташування збоку від проїзної частини – від 2,0 до 3,0 м;

б) для транспортних світлофорів типу 3 – від 1,5 до 2,0 м;

в) для пішохідних світлофорів – від 2,0 до 2,5 м.

Розташовувати на одній опорі транспортні світлофори типів 1 або 2 не можна нижче пішохідних світлофорів.

Уздовж однієї дороги висота встановлених світлофорів та їх віддаленість від проїзної частини повинна бути за можливості однаковою.

За наявності на дорозі декількох проїзних частин, призначених для руху в одному напрямку й відокремлених одна від одної розділювальними смугами, для регулювання руху по кожній із них треба застосовувати окремий світлофор (рис. 2.2 ).

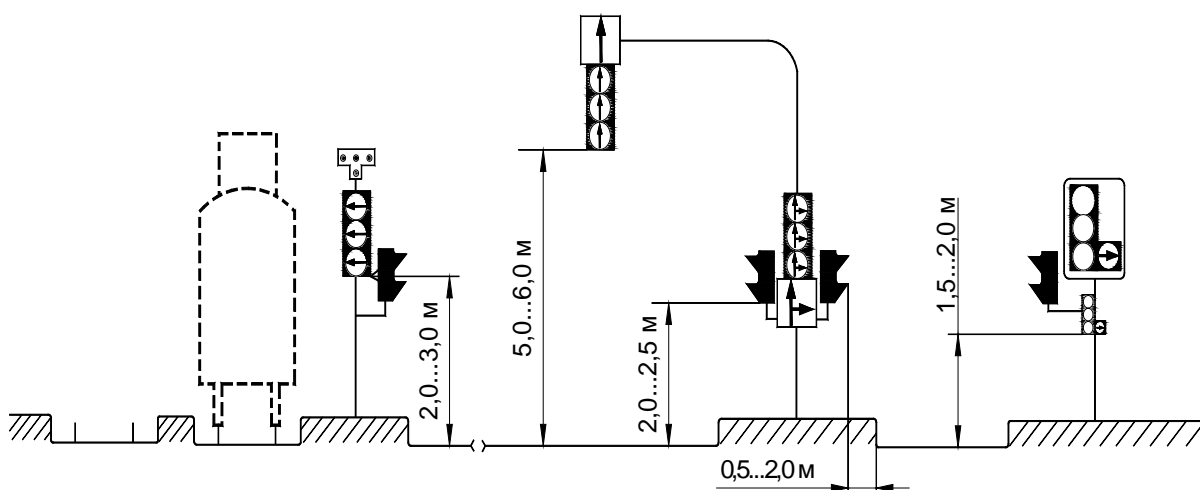


Рис. 2.2. Розміщення світлофорних об'єктів на багатосмугових проїжджих частинах з розділювальною смугою

Відстань від краю проїзної частини до світлофора, встановленого збоку від проїзної частини, повинна становити від 0,5 до 2,0 м (рис. 2.2).

Розташування світлофорів відносно розмітки 1.12 «Стоп-лінія» повинна забезпечувати розпізнаваність їхніх сигналів водіями перших транспортних засобів, що стоять біля неї (рис. 2.3).

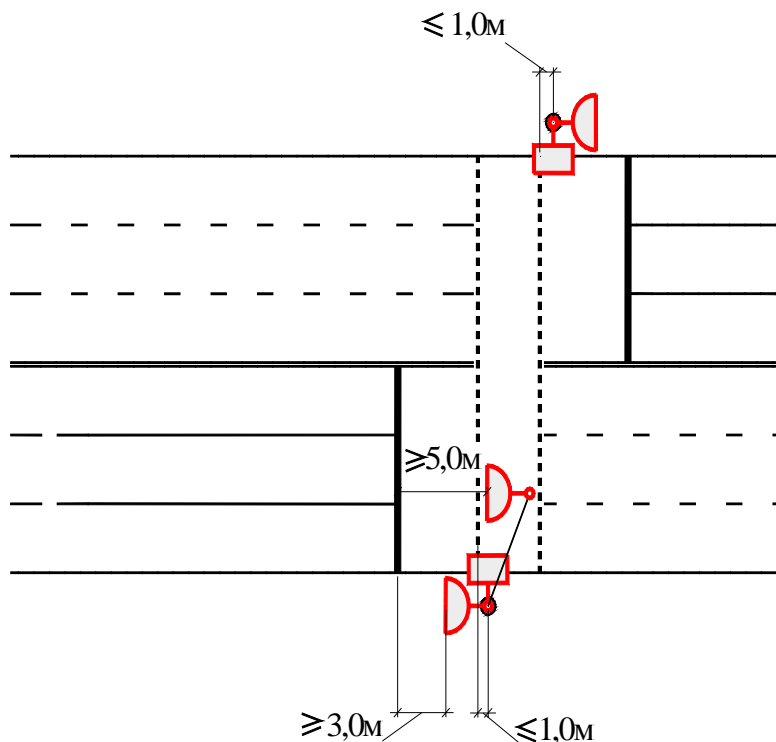


Рис. 2.3. Рекомендована відстань у горизонтальній площині від транспортних світлофорів до розмітки 1.12 «Стоп-лінія»

Рекомендована відстань у горизонтальній площині від транспортних світлофорів до розмітки 1.12 «Стоп-лінія» на підході до регульованої ділянки повинна бути не менша ніж 5,0 м у разі встановлення їх над проїзною частиною й не менша ніж 3,0 м у разі встановлення збоку від проїзної частини. Використовуючи світлофори типу 3 відстань у горизонтальній площині від транспортного світлофору, встановленого збоку від проїзної частини, до стоп-лінії на підході до регульованої ділянки можна зменшувати до 1,0 м.

Світлофори не можна встановлювати на відстані меншій ніж 1,0 м від контактних дротів трамвая чи тролейбуса до будь-якої точки корпусу світлофора.

## Приклад визначення параметрів розташування світлофорів

Вихідні дані для визначення параметрів розташування світлофорів:

Максимальна дозволена швидкість руху на дорозі 60 км/год, що дорівнює 16,7 м/с.

Тривалість часу усвідомлювання водієм необхідності гальмування й приведення в дію гальмівної системи 0,8 с.

Коефіцієнт зчеплення становить 0,8.

Повздовжній нахил – 16 ‰

Відстань від світлофора до розмітки 1.12 становить 6 м.

Шлях, що пройде автомобіль за час реакції водія розраховують за формулою (2.12)

$$L_p = 16,7 \cdot 0,8 = 13,36.$$

Шлях, що пройде автомобіль за час гальмування розраховують за формулою (2.13)

$$L_{\tilde{a}} = \frac{16,7^2}{2 \cdot 9,8 \cdot \left(0,8 - \frac{16}{1000}\right)} = 18,15.$$

Мінімальну відстань видимості сигналів світлофора розраховують за формулою (2.14)

$$L = 100 \geq 13,36 + 18,15 + 6 = 37,51 \text{ м.}$$

Далі необхідно заповнити лист контролю для перехрестя, зображеного в Додатку В.



## Лист контролю безпеки на регульованому перехресті

Назва дороги \_\_\_\_\_ вул. Ярослава Мудрого – вул. Алчевських \_\_\_\_\_

Аудит виконаний (дата) « 6 » жовтня \_\_\_\_\_ 2015 р.

№ з/п	Описова характеристика	Параметр задовільний	Задоволення параметра під «?»	Примітка
1	2	3	4	5
1	Чи помітне перехрестя з усіх підходів з умов зупинки автомобіля, що рухається з реальною швидкістю?	так		
2	Чи потрібні попереджувальні знаки?	не потрібні		
3	Чи висвітлена дорога? Якщо так, то чи потрібне поліпшення освітлення, контрастне освітлення на перехресті?	так не потрібне		
4	Чи достатньо вказівних знаків (направляючих стрілок)?	достатньо		
5	Стан ТЗРДР на перехресті?	задовільний		
6	Чи достатньо забезпечено перехрестя ТЗРДР, з позиції ОДР?	достатньо		
7	Чи вірні типорозміри знаків?	вірні		
8	Чи вірно нанесена розмітка?	вірні		
9	Чи не погіршується видимість знаків наявністю будь-яких постійних перешкод або відволікаючих увагу предметів (дерев, опор освітлення ) на тротуарах?	погірш.		дерева погіршують видимість
10	Чи не погіршують видимість тимчасові об'єкти (зупинки громадського транспорту, транспортні засоби, що стоять)?	погірш.		ТЗ, що стоять
11	Який стан покриття на підходах?	задовільний		
12	Чи потрібно облаштування пішохідного переходу по типу «зебра»? Чи потрібні огороження на тротуарах для пішоходів? Чи не погіршують вони видимість?	огороження для пішоходів необхідно		

1	2	3	4	5
13	Чи достатня ширина проїжджої частини для облаштування – прямого (звичайного) переходу з/ без острівців безпеки	достатня		
14	Чи є обмеження швидкісного режиму на дорозі?	не має		
15	Чи знаходиться пішохідний перехід там, де його хотіли б бачити пішоходи?	так		
16	Перевірте вертикальне планування, щоб переконатися в тому, що сигнали світлофорів/ маячків помітні з відстані більшого, ніж відстань видимості для зупинки при швидкості потоку від 60 км/год. до реальної. Чи вирішують проблему більш високі опори пристроїв сигналізації, розміщення сигналізації над проїзною частиною, збільшення площі зони розмітки? Чи можна перенести перехід? Чи потрібні попереджувальні знаки?	так  вирішить,  перенести перехід не потрібно, попереджувальні знаки не потрібні		
17	Перевірте горизонтальне планування на забезпечення мінімальної відстані видимості? Чи вирішує проблему встановлення додаткових попереджувальних знаків?	вирішує		
18	Перевірте швидкість на підходах. Чи не будуть доцільні заходи для фізичного стримування швидкості або установка попереджувальних знаків?	не будуть доцільні		
19	Чи є перешкоди на тротуарах (дерева, опори освітлення, знаки), що заважають водієві бачити сигналізацію/ світлофори?	є		дерева

1	2	3	4	5
20	Чи можуть виникнути тимчасові перешкоди на проїжджій частині? Чи потрібно перенести автобусну зупинку? Чи слід заборонити стоянку? Чи заважають огляду великогабаритні автомобілі, які зупиняються біля перехрестя?	так не слід перенести  так  ні		слід заборонити стоянку ТЗ
21	Чи потрібно заборонити паркування/ зупинку біля світлофорів визивної дії	так		
22	Перевірте обґрунтованість установки знаків і маячків. Чи не слід збільшити розміри інформаційних щитів, змінити висоту установки сигналів або маячків?	не слід		
23	Чи немає необхідності в перенесенні опор штучного освітлення для підкреслення силуетів пішоходів, які переходять дорогу?	ні		
24	Чи поширюється світло ліхтарів на тротуари біля пішохідного переходу?	Поширюється		
25	Чи не допоможе поліпшити видимість установка прожекторів на переході або контрастне освітлення?	не треба		
26	Чи приверне увагу до «зебри» пристрій маячків? Де повинні бути розташовані ці маячки: по ходу або проти ходу руху?	не потрібні		
27	Чи потрібно залишати світлофори визивної дії включеними в нічний час доби?	не потрібно		
28	Чи достатня ширина тротуару для пішоходів?	достатня		
29	Чи не перешкоджає обладнання регулювання пішоходам і водіям бачити один одного?	не перешкоджає		
30	Чи є необхідність у зміні розмітки проїзної частини?	необхідності не має		

1	2	3	4	5
31	Чи мають тротуари опущений бордюри на пішохідних переходах?	є		
32	Чи є з'їзди для інвалідних колясок?	не має		
33	Чи є на шляху руху пішоходів по перехрестю оглядові колодязі?	не має		
34	Чи потрібна установка огорожень, якщо перехід розташований не там, де хотілося б пішоходам? Чи слід замінити існуючі огороження на нові, що забезпечують кращий огляд?	не потрібна		
35	Перевірте ще раз п.п. 3,4,5,8,9,10,12,22 в години пік, світлий/ темний час доби.	задовільно		
36	Який стан покриття на підходах до перетину? Чи немає необхідності в улаштуванні поверхневої обробки, кольорового контрасту?	задовільний не має		
37	Чи не слід збільшити фазу зеленого сигналу для даного переходу?	не слід збільшувати		
38	Чи прийнято в розрахунок рух дітей, престарілих, інвалідів?	ні		
39	Чи достатня ширина дороги для розміщення острівця безпеки шириною 1,5 м (переважна ширина 2,0 м, якщо острівець розташований на пішохідному переході)?	не достатня		
40	Чи можна поліпшити безпеку примикань другорядних доріг за допомогою острівців?	ні		
41	Чи не перешкоджають дерева, опори освітлення і т.д. водіям бачити пішоходів на тротуарі навпроти острівців безпеки на пішохідних переходах?	ні		

### 2.3. Визначення параметрів світлофорного регулювання пішохідного руху

Введення світлофорного регулювання на пішохідному переході необхідно при наявності наступних умов:

- на регульованому перехресті сумарна інтенсивність право- і лівоповоротних транспортних потоків, що виходять з перехрестя в одному напрямку, становить 120 авт./год. і більше, а інтенсивність пішохідного руху по переходу, що перетинає зазначеним транспортним потоком, не менше 900 чол./год.;

- протягом робочого дня інтенсивність руху транспортних засобів становить не менше 600 од./год. (для вулиць з розділювальною смугою в 1000 од./год.) в обох напрямках, а інтенсивність пішохідного руху в одному напрямку в ті ж години доби становить не менше 150 чол./год. У цьому випадку необхідне застосування світлофорної сигналізації, що працює в жорсткому одно- або багатопрограмному режимі;

- інтенсивність пішохідного руху по переходу в одному напрямку становить не менше 50 чол./год. (при наявності острівця безпеки – 100 чол./год.) і має епізодичний характер (різко і багаторазово змінюється протягом доби). Інтенсивність руху транспортних засобів при цьому становить величину не менше 600 авт./год. (при наявності острівця безпеки – 800 авт./год.). У цьому випадку необхідне застосування виключної пішохідної сигналізації;

- пішохідний перехід розташований на магістральній вулиці, де дозволено рух зі швидкістю більше 60 км/год.;

- за останні 12 місяців на пішохідному переході скоєно не менше трьох наїздів на пішоходів або інших дорожньо–транспортних пригод з вини пішоходів, а інтенсивність руху транспортних засобів і пішоходів становить не менше 30 % від зазначеної у цьому пункті.

Проміжок часу, необхідний для перетинання пішоходами проїзної частини, розраховують за формулою [13]

$$t_{\text{піш}} = 5 + \frac{B_{\text{пч}}}{V_{\text{піш}}}, \quad (2.15)$$

де  $t_{\text{піш}}$  – проміжок часу, необхідний для перетинання пішоходами проїзної частини, с;

$B_{\text{пч}}$  – ширина проїзної частини, що перетинається пішоходами, м;

$V_{\text{піш}}$  – швидкість руху пішоходів, м/с.

Час циклу визначаємо в залежності від загального часу проміжних тактів за формулою

$$T_{\text{ц}} = \frac{t_{\text{піш}} + T_{\text{п}}}{1 - \frac{N_{\text{т}}}{M_{\text{н}}}}, \quad (2.16)$$

де  $T_{\text{ц}}$  – тривалість світлофорного циклу, с;

$T_{\text{п}}$  – сума проміжних тактів, с;

$N_{\text{т}}$  – інтенсивність транспортних потоків, авт./год.;

$M_{\text{н}}$  – потік насичення, авт./год.

Тривалість зеленого сигналу транспортного світлофора, слід визначати за формулою

$$t_{\text{т}} = \frac{N_{\text{т}} \cdot T_{\text{ц}}}{M_{\text{н}}}, \quad (2.17)$$

де  $t_{\text{т}}$  – тривалість зеленого сигналу транспортного світлофора, с.

Якщо в результаті розрахунку за формулою (2.17) тривалість зеленого сигналу транспортного світлофора становить більше 30 с, то слід розглянути можливість улаштування острівця безпеки. В цьому випадку може бути запроєктована тривалість дозволяючого сигналу пішохідного світлофора ( $t_{\text{піш}}$ ) з умови подолання пішоходами протягом одного світлофорного циклу відстані від тротуару до острівця безпеки.

Ширину острівців слід приймати рівною ширині піднятих розділових смуг, а при їх відсутності – не менше 2 м [9]. Довжина майданчика острівця безпеки повинна бути рівною ширині пішохідного переходу.

Якщо на регульованих пішохідних переходах тривалість такту світлофорної сигналізації, що дозволяє рух пішоходів, розрахована з умови перетинання пішоходами менше половини проїзної частини від тротуару до острівця безпеки, то ширину острівця безпеки слід визначати за формулою:

$$b_{\text{о}} = \frac{N_{\text{п}} \cdot T_{\text{ц}} \cdot f \cdot K_4}{3600 \cdot b_{\text{п}}}, \quad (2.18)$$

де  $b_0$  – ширина острівця безпеки, м;

$N_{\text{п}}$  – інтенсивність пішохідного руху в обох напрямках в годину пік, чол./год;

$b_{\text{п}}$  – ширина пішохідного переходу, м;

$f$  – площа, яку займає один пішохід на острівці безпеки,  $\text{м}^2$ ;

$T_{\text{ц}}$  – тривалість циклу світлофорного регулювання, с;

$K_4$  – коефіцієнт внутрішньогодинної нерівномірності руху.

### Приклад визначення параметрів світлофорного регулювання пішохідного руху

Вихідні дані для визначення параметрів світлофорного регулювання пішохідного руху: ширина проїзної частини 22,5 м, потік насичення – 3100 авт./год. Інтенсивність транспортних потоків  $N_{\text{т1}}$  – 1820 авт./год,  $N_{\text{т2}}$  – 1850 авт./год. Інтенсивність пішохідних потоків  $N_{\text{п1}}$  – 950 піш./год,  $N_{\text{п2}}$  – 1170 піш./год. Швидкість руху пішоходів, приймається рівною 1,3 м/с. Тривалість проміжних тактів світлофору приймається рівною 6 с. Ширина пішохідного переходу – 4 м. Площа, яку займає один пішохід на острівці безпеки –  $0,3 \text{ м}^2$ . Коефіцієнт внутрішньогодинної нерівномірності руху приймаємо рівним 1,1.

Проміжок часу, необхідний для перетинання пішоходами проїзної частини, розраховують за формулою (2.15)

$$t_{\text{піш}} = 5 + \frac{22,5}{1,3} = 22,3 \approx 23.$$

Час циклу визначаємо в залежності від загального часу проміжних тактів за формулою (2.16)

$$T_{\text{ц}} = \frac{23 + 6}{1 - \frac{1850}{3100}} = 72,5 \approx 73.$$

Тривалість зеленого сигналу транспортного світлофора, слід визначати за формулою (2.17)

$$t_{\text{т}} = \frac{1850 \cdot 73}{3100} = 43,56 \approx 44.$$

Тривалість зеленого сигналу транспортного світлофора становить більше 30 с, то слід розглянути можливість улаштування острівця безпеки. Ширину острівця безпеки слід визначати за формулою (2.18)

$$b_o = \frac{950 \cdot 73 \cdot 0,3 \cdot 1,1}{3600 \cdot 4} + \frac{1170 \cdot 73 \cdot 0,3 \cdot 1,1}{3600 \cdot 4} = 1,58 + 1,95 = 3,53.$$

Далі слід заповнити лист контролю безпеки на пішохідних переходах (ПП), зображених в Додатку Г.

Таблиця 2.6

**Лист контролю безпеки на пішохідному переході**

Назва дороги Перехрестя пр. Льва Ландау – вул. Камишева

Перехрестя пр. Ювілейний – пр. Тракторобудівників

Аудит виконаний (дата) «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ р.

№ з/п	Описова характеристика	Параметр задовільний	Задоволення параметра під «?»	Примітка
1	2	3	4	5
	Нерегульований пішохідний перехід (НПП)			
I.	Дорожні знаки			
1	Чи позначений пішохідний перехід дорожніми знаками (1.32, 1.33, 5.35.1, 5.35.2, 5.37.1, 5.37.2)?	так		Знаками 5.35.1, 5.35.2
2	Чи встановлено на під'їзді до ПП попереджувальні дорожні знаки 1.32 або 1.33?	ні		
3	В якому стані знаходяться дорожні знаки на ПП?	в задовільному		
4	Чи не обмежена оглядовість дорожніх знаків деревами або рекламними конструкціями тощо?	ні		
II.	Дорожня розмітка			
5	Чи позначений ПП дорожньою розміткою типу «зебра»?	ні		
6	Чи існує перед ПП «Стоп-лінія»? На якій відстані вона знаходиться від переходу?	ні		



1	2	3	4	5
7	В якому стані знаходиться дорожня розмітка? Чи добре видно її водіям?	в незадовільному		Розмітки не має
8	Чи існує на ПП розмітка для незрячих?	ні		
III.	Освітлення			
9	Чи забезпечено освітлення ПП?	так		
10	Чи відрізняється колір освітлення ПП від джерел освітлення на вулицях і дорогах?	ні		
	Регульований пішохідний перехід (РПП)			
IV.	Робота світлофорів			
11	Чи існують на ПП світлофори для пішоходів?	так		
12	Чи існує на ПП кнопка виклику зеленого світла?	ні		
13	Чи існує на світлофорах табло зворотного відліку часу?	ні		
14	Чи забезпечена безконфліктна робота транспортних і пішохідних світлофорів?	так		
15	Чи всі секції світлофорів знаходяться у робочому стані?	так		
16	Чи існує на ПП звукова сигналізація для незрячих пішоходів?	ні		
17	Чи не обмежується видимість світлофорів іншими конструкціями?	ні		
18	Чи достатній інтервал між змінами світла для переходу ПП людьми похилого віку?	так		
V.	Дорожні умови			
19	Чи достатня ширина тротуару на підходах до ПП?	так		
20	Чи забезпечений на ПП трикутник видимості для пішоходів і водіїв?	так		

1	2	3	4	5
21	Чи існує на ПП пониження бордюрного каменя?	так		
22	Чи є необхідність у облаштуванні на ПП острівця безпеки?	ні		
23	Чи існує біля ПП бар'єрне огородження для запобігання виходу пішоходів на дорогу у невстановлених місцях?	ні		
24	Чи існує біля ПП засоби примусового зниження швидкості ТЗ?	ні		
25	На якій відстані знаходиться найближчий пішохідний перехід?	100 м		
26	Чи переходять пішоходи ПП на червоне світло світлофора?	так		
27	Чи завжди водії зупиняються перед ПП щоб пропустити пішоходів?	так		
28	В якому стані на ПП знаходиться дорожнє покриття?	в задовільному		
29	Фото (відео) матеріали з місця аудиту?	є		
VI.	Острівець безпеки			
30	Чи введено обмеження швидкісного режиму (40-60 км/год.)?	ні		
31	Чи достатня ширина дороги для розміщення острівця безпеки шириною 1.5 м (переважна ширина 2.0 м, якщо острівець розташований на пішохідному переході)?	так		
32	Чи не слід відсунути зупинку громадського транспорту/ павільйон від острівця, заборонити зупинку транспортних засобів поблизу острівця?	ні		

1	2	3	4	5
33	Чи можливий переїзд транспортом острівця, розташованого на перетині або примиканні?	ні		
34	Чи можна поліпшити безпеку примикань другорядних доріг за допомогою острівців?	ні		
35	Чи є штучне освітлення дороги, де розташований острівець?	так		
36	Чи слід забезпечити штучним освітленням облаштування острівця (тумби, знаки і т.д.)?	ні		
37	Чи можуть водії транспортних засобів, що повертають наліво, легко орієнтуватися і займати правильне положення на примиканні для безпечного вливання в потік транспортних засобів на основній дорозі?	так		
38	У цьому випадку, чи не буде черга з транспортних засобів автомобілів довший, ніж дозволяє простір дороги, обмежений острівцем?	ні		
39	Чи не перешкоджають дерева, опори освітлення і т.д. водіям бачити пішоходів на тротуарі навпроти острівців безпеки на пішохідних переходах?	ні		
40	Чи не перешкоджають елементи облаштування острівців бачити водіям транспорту, що повертає наліво, пішоходів на цих острівцях?	ні		

1	2	3	4	5
41	Чи облаштовані опущені бордюри на тротуарах у пішохідних переходів, а також, чи опущені бордюри або розриви на острівцях безпеки?	так		
42	Чи є з'їзди для інвалідних колясок з тротуару на пішохідний перехід і на острівці безпеки?	ні		
43	Чи є на шляху пішоходів, що перетинають дорогу по пішохідному переходу, оглядові колодязі?	так		
44	Чи не слід встановити перильні огороження через те, що розміщення переходу не збігається з маршрутом, кращим для пішоходів? Чи не слід використовувати перильні огороження, що забезпечують більш хороший огляд?	так так		
45	Чи вдало розташований острівець по відношенню до зупинки громадського транспорту? Чи достатній він за величиною, щоб вмістити всіх, які виходять з автобуса?	так ні		
46	Чи не слід перемістити опори освітлення для виділення силуету пішоходів, які перебувають на острівці?	ні		
47	Чи поширюється освітлення на тротуар, навпроти острівця?	так		
48	Чи не розташовуються острівці один від одного на відстані, що перевищує 100 м?	так		
49	Чи не погіршується сприйняття в темний час доби?	ні		

## 2.4. Розробка схеми розташування та параметрів роботи технічних засобів регулювання дорожнім рухом на залізничному переїзді

Після отримання сигналу з рейкового ланцюга на транспортних світлофорах замість дозвільного вмикається заборонний сигнал. Транспортний засіб, що проїхав світлофор на останню секунду дозвільного сигналу повинен мати можливість проїхати вхідний шлагбаум до початку його закриття. Тому час від вмикання заборонного сигналу до закриття вхідних шлагбаумів визначається за формулою [14]

$$t_{\text{вх}} = t_{\text{рв}} + \frac{L_a + S_{\text{вх}}}{V_a}, \quad (2.19)$$

де  $t_{\text{рв}}$  – час реакції водія. Приймаємо  $t_{\text{рв}} = 1,0$  с;

$L_a$  – максимальна розрахункова довжина транспортного засобу, м;

$S_{\text{вх}}$  – відстань від шлагбаума до стоп-лінії, м.

Транспортний засіб, що проїхав під вхідним шлагбаумом, му- сить мати можливість проїхати під вихідним шлагбаумом до його закриття, тому час від моменту закриття вхідного шлагбауму до моменту закриття вихідного розраховуємо за формулою

$$t_{\text{вих}} = \frac{S_{\text{вих}}}{V_a}, \quad (2.20)$$

де  $S_{\text{вих}}$  – відстань між вхідним та вихідним шлагбаумом, м.

Розраховуємо виходячи з відстані між осями залізничних колій  $l_0$ , ширини колій  $l_k$  (1520 мм) та відстані між шлагбаумом та край- ньою рейкою  $l_p$ :

$$S_{\text{вих}} = l_0 + l_k + 2l_p. \quad (2.21)$$

Довжину ділянки наближення поїзда визначимо за формулою

$$L_H = (t_{\text{вх}} + t_{\text{вих}} + t_{\text{зш}} + t_H) \cdot V_{\text{п}}, \quad (2.22)$$

де  $t_{\text{зш}}$  – тривалість закриття шлагбаума, с;

$t_H$  – час від моменту закриття руху транспорту на переїзді до моменту прибуття на нього поїзду;

$V_{\Pi}$  – розрахункова швидкість потягу, м/с.

За розрахованими даними будемо часову діаграму роботи автоматичної переїзної сигналізації.

На підставі аналізу умов дорожнього руху розробити схему розміщення технічних засобів регулювання. Для цього навести ділянку дороги, на якій необхідно встановити технічні засоби регулювання. У межах ділянки необхідно приділити особливу увагу виділенню небезпечних і конфліктних зон.

### **Приклад розробки схеми розташування та параметрів роботи технічних засобів регулювання дорожнім рухом на залізничному переїзді**

Вихідні дані: кут перетину автомобільної дороги та залізниці,  $\alpha = 90^\circ$ ; кількість залізничних колій,  $n_K = 2$  од.; відстані між осями залізничних колій,  $l_0 = 5,4$  м; кількість смуг руху на підходах до переїзду в одному напрямі,  $n_a = 1$  од.; ширина смуги руху дороги,  $l_a = 3,75$  м; максимальна довжина транспортного засобу,  $L_a = 8$  м; швидкість транспортних засобів через переїзд,  $V_a = 5$  км/год або  $1,39$  м/с; швидкість поїздів,  $V_{\Pi} = 40$  км/год або  $11,11$  м/с; тривалість закриття (відкриття) шлагбауму,  $t_{зш} = 4,0$  с; відстань між крайньою рейкою та шлагбаумом,  $l_p = 5,0$  м; відстань між шлагбаумом та стоп-лінією,  $S_{ВХ} = 5,0$  м; час від моменту закриття руху транспорту на переїзді до моменту прибуття на нього поїзду,  $t_H = 20$  с.

Транспортний засіб, що проїхав світлофор на останню секунду дозвільного сигналу повинен мати можливість проїхати вхідний шлагбаум до початку його закриття. Тому час від вмикання заборонного сигналу до закриття вхідних шлагбаумів визначається за формулою (2.23)

$$t_{ВХ} = 1 + \frac{8 + 5}{1,39} = 10,35 \text{ с.}$$

Схема розміщення технічних засобів регулювання надана на рис. 2.4.

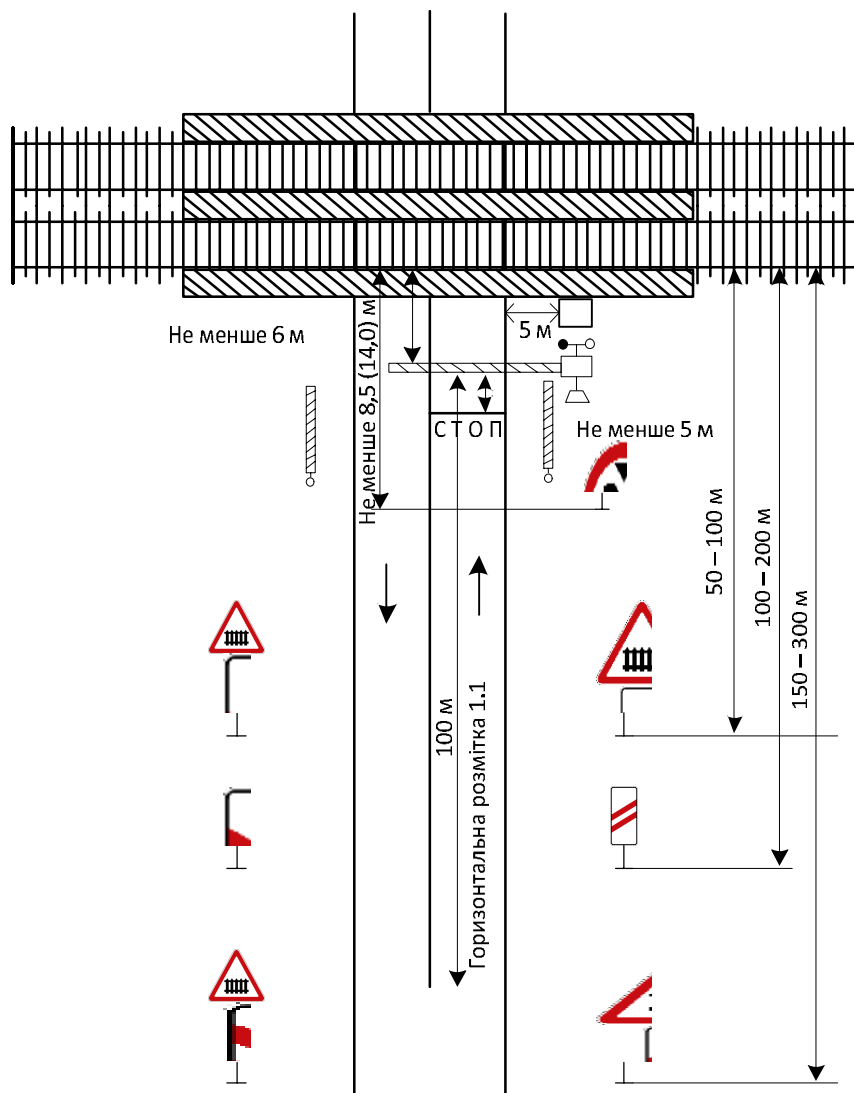


Рис. 2.4. Схема розміщення технічних засобів регулювання

Відстань між вхідним та вихідним шлагбаумом розраховують виходячи з відстані між осями залізничних колій  $l_0$ , ширини колій  $l_k$  (1520 мм.) та відстані між шлагбаумом та крайньою рейкою  $l_p$  за формулою (2.25)

$$S_{\text{вих}} = 5,4 + 1,52 + 2 \cdot 5 = 16,92 \text{ м.}$$

Транспортний засіб, що проїхав під вхідним шлагбаумом, мусить мати можливість проїхати під вихідним шлагбаумом до його закриття, тому час від моменту закриття вхідного шлагбауму до моменту закриття вихідного розраховуємо за формулою (2.24)

$$t_{\text{аєō}} = \frac{16,92}{1,39} = 12,17 \text{ с.}$$

Довжину ділянки наближення поїзда визначимо за формулою (2.26)

$$L_H = (10,35 + 12,17 + 4,0 + 20) \cdot 11,11 = 401,85 \text{ м.}$$

## 2.5. Розрахунки показників надійності функціонування технічних засобів регулювання дорожнім рухом

Під надійністю прийнято розуміти властивість об'єкта виконувати свої функції, зберігаючи в часі значення показників в заданих межах.

Основна вимога до надійності технічних засобів управління дорожнім рухом (ТЗРДР) і АСУДР (як однієї з підсистем транспортної системи) – забезпечити за заданими критеріями безперебійне функціонування транспортної системи незалежно від зовнішніх умов. Кількісна оцінка надійності функціонування ТЗРДР і АСУДР виконується на підставі показників надійності, які різні у відновлюваних (тобто які підлягають відновленню після кожного відмови) і невідновлюваних об'єктів. Системи управління дорожнім рухом відносяться до відновлювальних об'єктів.

При оцінці надійності АСУДР застосовуються наступні показники:

- параметр потоку відмов –  $\omega$ ;
- напрацювання на відмову –  $T_0$ ;
- вірогідність безвідмовної роботи –  $P(t)$ ;
- середній час відновлення –  $T_B$ ;
- коефіцієнт готовності –  $K_r$ .

Параметр потоку відмов – це щільність вірогідності виникнення відмови об'єкту, яка виникла для даного інтервалу часу, та визначається

$$\omega = \frac{n}{N \cdot \Delta t}, \quad (2.23)$$

де  $n$  – число відмов за час  $\Delta t$ ;

$N$  – загальне число досліджуваних об'єктів;

$\Delta t$  – даний інтервал часу.



Напрацювання на відмову – це відношення часу напрацювання відновлюваного об’єкту до математичного очікування числа його відмов впродовж цього напрацювання:

$$T_0 = \frac{T_p}{n}, \quad (2.24)$$

де  $T_p = \sum_{i=1}^n t_i$  – сумарний час роботи за певний календарний термін;

$n$  – число відмов за час спостереження;

$t_i$  – час справної роботи між  $(n_{i-1})$  та  $n_i$ -ю відмовами.

При експоненціальному законі розподілу часу напрацювання між відмовами  $T_0$  можливо визначити за формулою

$$T_0 = \omega^{-1}. \quad (2.25)$$

Вірогідність безвідмовної роботи визначається відношенням числа об’єктів, що безвідмовно пропрацювали до моменту часу  $t$ , до об’єктів, працездатних в початковий момент часу (при постійності величини  $\omega$ )

$$P(t) = e^{-\omega t} = e^{-\frac{t}{T_0}}. \quad (2.26)$$

Середній час відновлення працездатності технічного засобу регулювання визначається за залежністю:

$$T_B = \frac{\sum_{i=1}^n \tau_i}{n}, \quad (2.27)$$

де  $\tau_i$  – час відновлення  $i$ -го об’єкту (включаючи час прибуття ремонтної бригади, пошуку і усунення несправності);

$n$  – число відмов.

Коефіцієнт готовності  $K_r$  – це вірогідність того, що об’єкт виявиться працездатним в довільний момент часу. Він визначається таким чином:

$$K_r = \frac{1}{1 + \frac{T_B}{T_0}} = \frac{1}{1 + \omega \cdot T_B}. \quad (2.28)$$

Коефіцієнт готовності є часткою часу працездатності системи.

Залежно від місця виявлення відмов, їх ознаки діляться на периферійні і диспетчерські, тобто які можуть бути виявлені на центральному пункті управління системи.

Периферійні ознаки непрацездатності засобів:

1. Не горять сигнали світлофорів.
2. Сигнали світлофора не перемикаються.
3. Немає одного або декількох сигналів світлофорів або вони періодично зникають.
4. Сигнали світлофорів горять одночасно.
5. Погана видимість сигналів світлофорів, що викликано зниженням напруги.
6. Неможливість керування за допомогою виносного пульта керування (ВПК) або місцевого пульта керування (МПК).
7. Не працюють покажчик швидкості або керуючий знак.

Диспетчерські ознаки:

1. Не включається «зелена хвиля» від диспетчерського пункту (ДП) управління.
2. Не включається одна з програм управління світлофорною сигналізацією.
3. Периферійний об'єкт не відповідає на запит.
4. Периферійний об'єкт постійно знаходиться у контролі.
5. Порушена координація роботи світлофорного об'єкта.
6. Немає даних про транспортні потоки.

### **Приклад розрахунку показників надійності функціонування технічних засобів регулювання дорожнім рухом**

Вихідні дані для визначення показників надійності функціонування технічних засобів управління дорожнім рухом в АСУДР: число відмов за час обстеження – 12; загальна кількість досліджуваних об'єктів – 9, розглянутий інтервал часу – 24; час відновлення  $i$ -го об'єкта – 20.

При оцінці надійності АСУДР застосовуються наступні показники:

- параметр потоку відмов –  $\omega$ ;
- напрацювання на відмову –  $T_0$ ;
- вірогідність безвідмовної роботи –  $P(t)$ ;

- середній час відновлення –  $T_B$ ;
- коефіцієнт готовності –  $K_T$ .

Параметр потоку відмов – щільність вірогідності виникнення відмови об'єкту, яка виникла для даного інтервалу часу, визначається за формулою (2.27)

$$\omega = \frac{12}{9 \cdot 24} = 0,056.$$

Напрацювання на відмову при експоненціальному законі розподілу часу напрацювання між відмовами визначається за формулою (2.29)

$$T_0 = 0,056^{-1} = 18.$$

Вірогідність безвідмовної роботи визначається відношенням числа об'єктів, що безвідмовно пропрацювали до моменту часу  $t$ , до об'єктів, працездатних в початковий момент часу (при постійності величини  $\omega$ ) за формулою (2.30)

$$P(t) = 2,718^{-\frac{24}{18}} = 0,26.$$

Середній час відновлення працездатності технічного засобу регулювання визначається за залежністю (2.31)

$$T_B = \frac{20}{12} = 1,67.$$

Коефіцієнт готовності – вірогідність того, що об'єкт виявиться працездатним в довільний момент часу визначається за формулою (2.32)

$$K_T = \frac{1}{1 + 0,056 \cdot 1,67} = 0,914.$$

## Розділ 3. ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКІВ ВИНИКНЕННЯ ДТП НА ДОРОГАХ

### 3.1. Оцінка ступеню небезпечності ділянки дороги з залізничним переїздом методом коефіцієнту небезпеки

Метод коефіцієнтів небезпеки використовують для детальної оцінки показників відносної аварійності на залізничних переїздах, з метою встановлення черговості закриття, перебудови та інженерного устаткування переїздів, а також будівництва замість них перетинів у різних рівнях [15].

Під час оцінки безпеки руху на залізничних переїздах за методом коефіцієнтів небезпеки визначають можливу кількість дорожньо-транспортних подій, які виникають на самому переїзді і в зоні його впливу, за 1 рік за різних дорожньо-транспортних умов. Ця кількість ДТП є показником небезпеки залізничного переїзду, і його визначають за формулою:

$$K_a = 2,74 + 0,00038N_a + 0,0068N_{\Pi} - 0,034K_{уст} - 0,0045S, \quad (3.1)$$

де  $K_a$  – показник небезпеки залізничного переїзду ДТП/год;

$N_a$  – інтенсивність руху по автомобільній дорозі, авт./добу;

$N_{\Pi}$  – інтенсивність руху по залізниці, поїздів/добу;

$K_{уст}$  – коефіцієнт, який враховує устаткування переїзду;

$S$  – відстань видимості наближення до переїзду потягу, м.

Показник  $K_a$  характеризує ступінь небезпечності на залізничному переїзді:

$K_a$	< 1,0	1,0–2,0	2,0–3,0	> 3,0
Небезпечність переїзду	Безпечний	Малонебезпечний	Небезпечний	Дуже небезпечний

Значення коефіцієнту устаткування, в залежності від застосованих на залізничному переїзді технічних засобів регулювання руху, обираємо з табл. 3.1.

## Значення коефіцієнту устаткування [16]

Устаткування переїзду	Коефіцієнт $K_{уст}$
Автоматичний шлагбаум з автоматичною світлофорною сигналізацією	61,0
Автоматична світлофорна сигналізація	45,0
Механізовані шлагбауми з попереджувальною та світлофорною сигналізаціями	25,0
Механізовані шлагбауми з попереджувальною сигналізацією	18,0
Механізовані шлагбауми без сигналізації	11,0
Дорожні знаки	4,0

В залежності від значення показника небезпечності для залізничних переїздів можуть бути рекомендовані наступні заходи щодо підвищення безпеки руху [15]:

$K_a < 1,0$  – нанесення ліній розмітки, встановлення попереджувальної сигналізації;

$K_a = 1,0 \dots 2,0$  – забезпечення видимості на переїзді, нанесення ліній розмітки, встановлення автоматичної світлофорної сигналізації;

$K_a = 2,0 \dots 3,0$  – встановлення автоматичного шлагбауму з автоматичною світлофорною сигналізацією, нанесення ліній розмітки;

$K_a > 3,0$  – будівництво перетину в різних рівнях.

Після запропонованих заходів необхідно розрахувати значення коефіцієнту безпеки та внести зміни до схеми.

### Приклад оцінки ступеню небезпечності ділянки дороги з залізничним переїздом методом коефіцієнту безпеки

Вихідними даними є ділянка дороги з залізничним переїздом, схема якої наведена на рисунку, та параметри руху на залізничному переїзді: інтенсивність руху автомобілів – 3800 авт./добу, поїздів – 70 поїзд./добу; відстань видимості потягу, що наближається до переїзду – 270 м; облаштування переїзду – механізовані шлагбауми з попереджувальною сигналізацією.

Схема дороги з залізничним переїздом облаштованим механізованими шлагбаумами з попереджувальною сигналізацією надана на рис. 3.1.

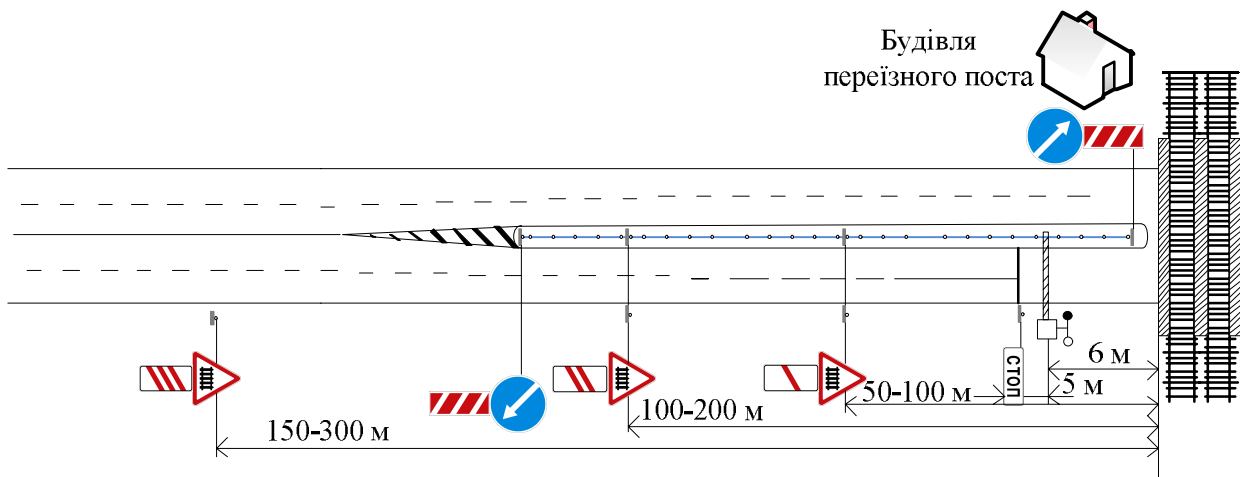


Рис. 3.1. Схема залізничного переїзду з механізованими шлагбаумами з попереджувальною сигналізацією

Значення коефіцієнту небезпеки розраховують за формулою (3.1).

Значення коефіцієнту устаткування в залежності від застосованих на залізничному переїзді технічних засобів регулювання руху, обираємо з табл. 3.1. Так як переїзд обладнаний механізованими шлагбаумами з попереджувальною сигналізацією, то приймаємо – 18.

$$K_a = 2,74 + 0,00038 \cdot 3800 + 0,0068 \cdot 70 - 0,034 \cdot 18 - 0,0045 \cdot 270 = 2,833.$$

Так як  $K_a = 2,0 \dots 3,0$ , то переїзд вважається небезпечним. Для підвищення безпеки руху на залізничному переїзді можуть бути рекомендовані наступні заходи: встановлення автоматичного шлагбауму з автоматичною світлофорною сигналізацією, нанесення ліній розмітки.

Обираємо з табл. 3.1 значення коефіцієнту устаткування для переїздів обладнаних автоматичним шлагбаумом з автоматичною світлофорною сигналізацією.  $K_{уст} = 61,0$ .

Розраховуємо значення коефіцієнту небезпеки за формулою (3.1) після запропонованих заходів

$$K_a = 2,74 + 0,00038 \cdot 3800 + 0,0068 \cdot 70 - 0,034 \cdot 61 - 0,0045 \cdot 270 = 1,371.$$

Після запропонованих заходів переїзд став малонебезпечним, так як  $K_a = 1,0 \dots 2,0$ .

Далі необхідно внести зміни до схеми (рис. 3.2)

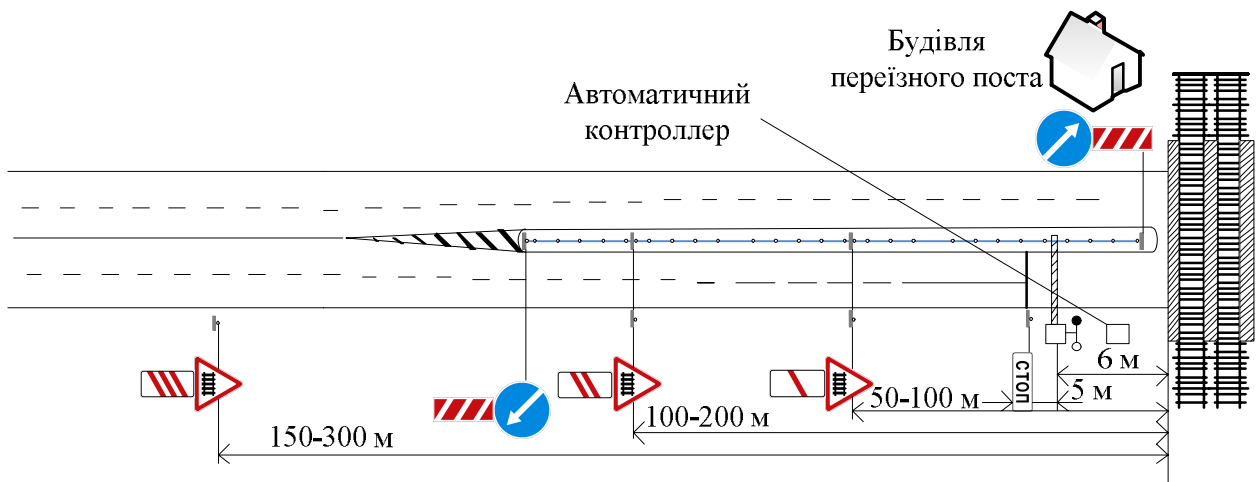


Рис. 3.2. Схема залізничного переїзду з автоматичним шлагбаумом з автоматичною світлофорною сигналізацією

Заповнюємо лист контролю безпеки дорожнього руху для переїзду наданому в Додатку Д.

Таблиця 3.2

**Лист контролю безпеки на залізничному переїзді**

Назва дороги вул. Свистуна

Аудит виконаний (дата) «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

№ з/п	Технічні дані переїзду (обладнання, пристрої та ін.)	Норми по ДСТУ, правилам, інструкціям	Фактичні дані	Примітка
1	2	3	4	5
1	Кут перетину залізничної та автомобільної доріг	Не менш 60 град	90 град	
2	Поздовжній профіль автомобільної дороги з горизонтальною площадкою, м	10 м	10 м	
3	Поздовжній профіль залізниці в межах переїзду	Переважно пряма ділянка	Пряма ділянка	
4	Ухил автомобільної дороги протягом 20 м від переїзду	Не більше 50 тисячних	0	
5	Видимість поїзда, що наближається до переїзду, з автомобільної дороги на відстані 50 м від переїзду, м	400 м в обидві сторони		Завжає лісозахи

1	2	3	4	5
	з правого боку: непарного поїзда парного поїзда з лівого боку: непарного поїзда парного поїзда		200 м 200 м  200 м 200 м	сна смуг а
6	Видимість машиністу поїзда, що наближається, середини переїзду, м непарного напрямку парного напрямку		1000 1000	
7	Ширина проїжджої частини переїзду, м	Рівній ширині проїжджої її частини автомобільної дороги, але не менше 6 м	15 м	
8	Довжина проїжджої частини автомобільної дороги в межах переїзду, м		40 м	
9	Ширина настилу в місцях прогону худоби, м	Не менше 4 м	–	
10	Наявність пішохідних доріжок		є	
11	Матеріал настилу переїзду	Дерев'яний, залізобетонний та ін.	з/б	
12	Дорожнє покриття на підходах до переїзду	Аналогічне покриттю автомобільної дороги	а/б	
13	Протяжність встановлення сигнальних стовпчиків, м з правого боку з лівого боку перил, огорож, м	Не менш 16 м від краю рейок між залізничними шляхами і шлагбаумом	16 м 16 м –	
14	Матеріал сигнальних стовпчиків, перил, огорож і т.д.	Залізобетон	з/б	
15	Відстань від сигнальних стовпчиків, перил, огорож і т.п. до кромки проїжджої частини, м	Не менше 0,75 м	0,5 м	



1	2	3	4	5
16	<p>Наявність знаків, штук:  1.27 «Залізничний переїзд із шлагбаумом»  1.28 «Залізничний переїзд без шлагбаума»  1.29, 1.30 «Одноколійна (багатоколійна) залізниця»  1.31.1 – 1.31.6 «Наближення до залізничного переїзду»</p> <p>2.2 «Проїзд без зупинки заборонено»</p> <p>3.18 «Рух транспортних засобів, висота який перевищує ...м, заборонено»</p>	<p>У містах і ін. населених пунктах 2 од., на дорозі – 4 од.  2 од.  Поза населеними пунктами на дорогах загальнодержавного, республіканського і обласного значення та на ін. дорогах з видимістю менше 300 м 12 од.  Перед переїздом без чергового – 2 од.  На електрифікованих лініях 2 од.</p>	<p>2 од.  (1.27)</p> <p>–</p> <p>2 од.</p>	<p>Є черговий</p>
17	Наявність постійних попереджувальних знаків «С»	2 од.	2 од.	
18	Наявність запасних горизонтально-поворотних шлагбаумів	На переїздах з черговими працівниками 4 од.	4 од.	
19	Наявність загороджувальної сигналізації	На переїздах з черговими працівниками	є	
20	Наявність додаткових спеціальних засобів сигналізації	Згідно з окремим рішенням	–	
21	Устаткування зв'язком: телефонним радіо-	Переїзди, які обслуговуються черговими працівниками	є є	
22	Переїзна сигналізація: тип шлагбаумів тип переїзної сигналізації	Відповідно до проекту	автоматична автоматична світлофорна сигналізація зі шлагбаумом	

1	2	3	4	5
23	Наявність контролю справності переїзної сигналізації у чергового по станції (поїзного диспетчера)	Відповідно до Інструкції з експлуатації залізничних переїздів	є	
24	Інші пристрої та технічні засоби	Згідно з окремим рішенням	–	
25	Освітлення переїзду, лк	I кат. – 5 лк, II кат. – 3 лк, III кат. – 2 лк, IV кат. – 1 лк	3 лк	
26	Висота підвіски: контактних проводів, м, інших ліній	Відповідно до ПТЕ	5,75 м	
27	Устаткування прожекторними установками для огляду поїздів	Відповідно до ПТЕ	–	
28	Наявність пристрої для виявлення нижньої негабаритності рухомого складу	Переїзди, які обслуговуються черговими працівниками	є	
29	Наявність ліній горизонтальної розмітки	Відповідно до ПДР	є	

### **3.2. Оцінка ступеню небезпечності ділянки дороги з залізничним переїздом методом підсумкового коефіцієнту аварійності**

Усі переїзди можливо класифікувати за наступними основними ознаками [16]:

- спосіб організації руху по переїзду;
- облаштування переїздів;
- обслуговування переїздів;
- категорія переїздів;
- місце розташування;
- тип сигналізації для транспортних засобів;
- тип сигналізації для залізничного транспорту.

В свою чергу переїзди в залежності від інтенсивності руху залізничного та автомобільного транспорту поділяють на чотири категорії [17] (табл. 3.3).

## Категорії залізничних переїздів

Інтенсивність руху поїздів по головній (сумарна в двох напрямках, поїздів/добу)	Інтенсивність руху автомобільного транспорту (сумарна в двох напрямках, авт./добу)				
	<200	201-1000	1001-3000	3001-7000	>7000
До 16 включно, а також по усім станційним та під'їзним шляхам	IV	IV	IV	III	II
17-100	IV	IV	III	II	I
101-200	IV	III	II	I	I
Більше 200	III	II	II	I	I

Безпеку руху локомотивів залізниць і автотранспортних засобів у зоні залізничних переїздів оцінюють методами коефіцієнтів аварійності. Метод коефіцієнтів аварійності використовують для зіставлення рівнів безпеки руху на залізничних переїздах та інших прилеглих до них ділянках автомобільних доріг, з метою встановлення пріоритетів для їх реконструкції або інженерного устаткування.

Значення окремих коефіцієнтів аварійності приведені в табл. 3.4 та табл. 3.5.

Підсумковий коефіцієнт аварійності обчислюється перемноженням окремих коефіцієнтів, що враховують вплив різних параметрів траси [15]:

$$K_{\text{під}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.2)$$

де  $K_1$  – коефіцієнт, який враховує добову інтенсивність руху поїздів через переїзд;

$K_2$  – коефіцієнт, який враховує добову інтенсивність руху на автомобільній дорозі;

$K_3$  – коефіцієнт, який враховує відстань видимості переїзду і потягу;

$K_4$  – коефіцієнт, який враховує устаткування переїзду;

$K_5$  – коефіцієнт, який враховує радіус кривої у плані на підходах до переїзду;

$K_6$  – коефіцієнт, який враховує подовжній ухил автомобільної дороги на підходах до переїзду.

Таблиця 3.4

## Значення окремих коефіцієнтів аварійності

Показник	Значення					
	<2	2-5	5-10	10-15	15-20	>20
Фактична інтенсивність руху потягів, % від сумарної інтенсивності $K_1$	0,35	0,4	0,62	1,15	1,75	2,15
Інтенсивність руху по автомобільній дорозі, авт./добу $K_2$	<500	500-1000	1000-3000	3000-5000	5000-7000	>7000
Відстань видимості переїзду і потягу, м $K_3$	>400	300-400	200-300	100-200	50-100	<50
Радіус кривої в плані на підході до переїзду, м $K_5$	<50	50-75	75-100	100-150	150-200	>200
Ухил автомобільної дороги на підході до залізничного переїзду, ‰ $K_6$	<20	30	40	50	60	>60
	1,00	1,38	2,45	2,75	2,81	3,64

Таблиця 3.5

## Значення коефіцієнту, який враховує устаткування переїзду

Устаткування переїзду	$K_4$
Автоматичний шлагбаум з автоматичною світловою сигналізацією	1,00
Автоматична світлофорна сигналізація	1,1
Механізовані шлагбауми з попереджувальною сигналізацією	1,95
Механізовані шлагбауми без сигналізації	3,24
Штучне освітлення	4,82
Дорожні знаки	7,45

Результати визначення коефіцієнтів аварійності оформляють у вигляді лінійних графіків. Для їх побудови аналізують план ділянки і

вираховують відповідні окремі коефіцієнти аварійності. Перемноження по вертикалі для кожної ділянки всіх коефіцієнтів дає значення підсумкового коефіцієнта аварійності. При побудові графіку коефіцієнтів аварійності зону впливу залізничного переїзду та елементів доріг, на підході до нього рекомендується приймати за табл. 3.6.

За величиною підсумкового коефіцієнта аварійності оцінюється стан руху на залізничному переїзді. Висновки про ступінь аварійності ділянки дороги з залізничним переїздом варто зробити базуючись на нижченаведених вимогах.

Таблиця 3.6

**Значення зони впливу залізничного переїзду та елементів доріг, на підході до нього**

Елемент дороги	Зона впливу, м
Залізничний переїзд на прямій горизонтальній ділянці	75
Залізничний переїзд наприкінці спуску з ухилом більше 30‰ при довжині спуску, м:	
100	100
200	200
300	200
400 і більше	250
Криві в плані менше 200 м на підході до переїздів	150

Для підвищення безпеки руху проектні рішення для нових переїздів і підходів до них повинні забезпечувати  $K_{\text{під}}$  не більше 15–20. На існуючих переїздах і підходах до них рекомендується виконувати наступні заходи в залежності від значення підсумкового коефіцієнта аварійності [15]:

а) при  $K_{\text{під}} = 10 \dots 20$  забезпечувати видимість переїзду та поїзду, встановлювати знаки та наносити розмітку проїжджої частини;

б) при  $K_{\text{під}}$  більше 20...40 облаштувати переїзди засобами захисту, обмежити швидкість руху на підходах до переїзду, збільшити радіус кривої в плані, на ділянках спусків із ухилом більше 30 ‰, влаштувати шорсткувату поверхневу обробку;

в) обмежувати швидкість руху автомобілів на підходах до переїздів, якщо неможливо забезпечити вимог видимості:

$L_{п}, м$	75	100	125	150	200	300
$V_{доп}, км/год.$	20	30	35	40	45	50

*Примітка:*  $L_{п}$  – відстань від поїзда до переїзду, коли поїзд видно водієві, який перебуває від переїзду на відстані видимості дороги;  $V_{доп}$  – допустима швидкість руху на підходах до переїзду.

При відстані видимості менше 75 м потребує встановлення дорожнього знаку 2.2 «Проїзд без зупинки заборонено».

### **Приклад оцінки ступеню небезпечності ділянки дороги з залізничним переїздом методом підсумкового коефіцієнту аварійності**

Вихідними даними є ділянка дороги з залізничним переїздом, план якої необхідно представити у масштабі. Дорога розбита на три перегони довжиною 200, 175 та 150 м відповідно. Кожен з перегонів має певні параметри та елементи на ньому. Подовжній ухил на першому перегоні – 40<sup>0</sup>/<sub>00</sub>. Радіус кривої на третьому перегоні – 90 м. Відстань видимості переїзду і потягу становить 250 м. Переїзд облаштовано механізованим шлагбаумом з попереджувальною сигналізацією. Інтенсивність руху автомобілів – 4000 авт./добу, а поїздів – 250 поїзд./добу.

На першому етапі необхідно визначити категорію переїзду. По табл. 3.2 в залежності від інтенсивності руху залізничного (230 поїзд./добу) та автомобільного транспорту (4000 авт./добу) визначаємо категорію залізничного переїзду – I.

Далі необхідно визначити підсумковий коефіцієнт аварійності на кожній ділянці траси окремо.

Для визначення коефіцієнта  $K_1$ , який враховує добову інтенсивність руху поїздів через переїзд, необхідно спочатку розрахувати відсоток фактичної інтенсивності руху потягів, від сумарної інтенсивності:

$$\frac{230 \cdot 100}{4230} = 5,44\% .$$

Так як фактична інтенсивність руху потягів знаходиться в межах від 5 до 10%, то коефіцієнт, який враховує добову інтенсивність руху поїздів становить 0,62 (табл. 3.4).

Так як інтенсивність руху по автомобільній дорозі знаходиться в межах від 3000 до 5000 авт./добу, то коефіцієнт, який враховує добову інтенсивність руху на автомобільній дорозі становить 1,14 (табл. 3.4). Так як відстань видимості переїзду і потягу знаходиться в межах від 200 до 300 м, то коефіцієнт, який враховує відстань видимості переїзду і потягу становить 2,5 (табл. 3.4).

Коефіцієнт, який враховує устаткування переїзду обираємо по табл. 3.4. Так як переїзд облаштовано механізованим шлагбаумом без сигналізації, то  $K_4 = 3,24$ .

Подовжній ухил на першому перегоні – 40‰. Обираємо коефіцієнт, який враховує подовжній ухил автомобільної дороги на підходах до переїзду по табл. 3.3  $K_6 = 2,45$ .

Підсумковий коефіцієнт аварійності на першому перегоні траси буде дорівнювати:

$$K_{\text{під}} = 0,62 \cdot 1,14 \cdot 2,5 \cdot 3,24 \cdot 1 \cdot 2,45 = 14,03.$$

Довжина другого перегону становить 175 м на прямій горизонтальній ділянці. Розбиваємо другий перегін на дві ділянки довжиною 75 м та 100 м, так як зона впливу залізничного переїзду (табл. 3.5) становить 75 м. Коефіцієнт, який враховує устаткування переїзду  $K_4 = 3,24$  приймається тільки в зоні впливу переїзду, тобто на ділянці довжиною 75 м.

Підсумковий коефіцієнт аварійності на другому перегоні траси буде дорівнювати:

для ділянки довжиною 75 м

$$K_{\text{під}} = 0,62 \cdot 1,14 \cdot 2,5 \cdot 3,24 \cdot 1 \cdot 1 = 5,73.$$

для ділянки довжиною 100 м

$$K_{\text{під}} = 0,62 \cdot 1,14 \cdot 2,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,77.$$

Підсумковий коефіцієнт аварійності на третьому перегоні траси враховує коефіцієнт  $K_5$ . Радіус кривої на третьому перегоні – 90 м тому обираємо з табл. 3.3 значення  $K_5 = 4,4$ .

Підсумковий коефіцієнт аварійності на третьому перегоні траси розраховується аналогічно:

$$K_{\text{під}} = 0,62 \cdot 1,14 \cdot 2,5 \cdot 1 \cdot 4,4 \cdot 1 = 7,78.$$

Лінійний графік коефіцієнтів аварійності надано на рис. 3.3.

План траси		200 м		175 м		150 м	
		40				90	
Подовжній ухил, ‰ та їх протяжність, м		200					
Криві в плані, м							
Інтенсивність руху автомобілів, авт./добу		4000					
Інтенсивність руху поїздів, поїздів/добу		230					
Відстань видимості переїзду потягу, м		250					
Добова інтенсивність руху поїздів через переїзд	$K_1$	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
Добова інтенсивність руху на автомобільній дорозі	$K_2$	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
Відстань видимості переїзду і потягу	$K_3$	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Устаткування переїзду	$K_4$	3,24	3,24	1	1	1	1
Радіус кривої у плані на підходах до переїзду	$K_5$	1	1	1	1	4,4	4,4
Подовжній ухил автомобільної дороги на підходах до переїзду	$K_6$	2,45	1	1	1	1	1
Підсумковий коефіцієнт	$K_{\text{під}}$	14,03	5,73	1,77	1,77	7,78	7,78
Графік коефіцієнтів аварійності		14	5,73	1,77	1,77	7,78	7,78

Рис. 3.3. Лінійний графік коефіцієнтів аварійності



На першій ділянці підсумковий коефіцієнт аварійності знаходиться в межах від 10 до 20, що свідчить про те, що потрібно на цій ділянці забезпечувати видимість переїзду та поїзду, встановлювати знаки та наносити розмітку проїжджої частини. Так як відстань видимості переїзду і потягу становить 250 м, необхідно обмежувати швидкість руху автомобілів на підходах до переїздів до 45 км/год. На другій та третій ділянках інших заходів проводити не потрібно, так як підсумковий коефіцієнт аварійності менше 10.

### 3.3. Визначення рівня безпеки дорожнього руху на ділянках автомобільних доріг загального користування

Рівень БДР представляється кількістю ДТП, відносними коефіцієнтами аварійності або іншими показниками. Для оцінки безпеки дорожнього руху застосовуються методи, засновані на визначенні показників, які характеризують захищеність учасників руху. У загальному вигляді існуючі методи визначення рівня БДР, класифікують за типом вхідних параметрів, та виділяють п'ять груп методів (рис. 3.4) [18].



Рис. 3.4. Класифікація методів визначення рівня БДР

Для оцінки БДР на АД загального користування застосовуються: коефіцієнт відносної аварійності на 1 млн. авт.км пробігу;

метод «конфліктних ситуацій»; метод тестування водія; «Кваліметричний принцип оцінки якості дороги»; комплексний метод оцінки БДР територіальної одиниці; метод аналізу енергетичних показників ДР; метод коефіцієнтів безпеки; метод визначення підсумкового коефіцієнта аварійності. Визначено, що для аналізу стану аварійності по вже скоєним ДТП, найбільше практичне застосування отримав коефіцієнт відносної аварійності на 1 млн. авт.км пробігу. Для визначення найбільш небезпечних ділянок АД, з усіх розглянутих методів, найбільш широке практичне застосування при оцінці впливу УР на БДР отримав метод визначення підсумкового коефіцієнта аварійності, оскільки даний метод: є основою нормативної документації за визначенням БДР в Україні; враховує вплив 18 різних параметрів на БДР, що дозволяє оцінювати різні фактори ризику події; застосовується для аналізу безпеки на АД у рівнинній, гірській, пересіченій місцевості; враховує умови руху в населених пунктах, можливе застосування на локальних об'єктах.

Метод визначення підсумкового коефіцієнта аварійності  $K_{\text{під}}$  має практичне значення при прогнозуванні аварійності і заснований на визначенні значень часткових коефіцієнтів аварійності [1]:

$$K_{\text{під}} = \prod_{i=1}^n K_i, \quad (3.3)$$

де  $K_{\text{під}}$  – підсумковий коефіцієнт аварійності;  
 $n$  – кількість часткових коефіцієнтів аварійності;  
 $K_i$  – частковий коефіцієнт аварійності:

$$K_i = \frac{N_i}{N_{\text{ет}}}, \quad (3.4)$$

де  $N_i$  – відносна кількість ДТП на досліджуваній ділянці дороги, яке сталося внаслідок зміни окремого параметра умов руху, ДТП/млн. авт.;

$N_{\text{ет}}$  – відносна кількість ДТП на еталонній горизонтальній ділянці дороги з шириною проїзної частини 7,5 м, жорстким покриттям і укріпленими узбіччями шириною 3,5 м, ДТП/млн. авт.

У даному методі трасу дороги аналізують по кожному з показників, виділяючи однорідні за УР ділянки, для кожної з яких

призначають за наведеними у стандарті таблицями частковий коефіцієнт аварійності. Часткові коефіцієнти аварійною не інтерполюють, а вибирають найближчі значення за таблицями. При побудові лінійного графіка отримують епюру підсумкових коефіцієнтів, піки якої характеризують найбільш небезпечні ділянки для виникнення дорожніх подій. Значення часткових коефіцієнтів обираються згідно нормативної документації [19].

Для забезпечення можливості застосування даного методу при експрес-аналізі ділянок автомобільних доріг (АД) в процесі аудиту безпеки дорожнього руху (АБДР) необхідно використовувати удосконалену модель підсумкового коефіцієнта аварійності [20], яка враховує взаємозв'язок параметрів умов та режимів руху, та їх сукупний вплив на рівень безпеки дорожнього руху:

$$K_{i\text{зв}}^{**} = -36,517 + 8,818 \cdot F_1 - 11,749 \cdot F_2 - 1,209 \cdot F_3 + \\ + 10,573 \cdot F_4 - 4,784 \cdot F_5, \quad (3.5)$$

де  $F_1$  – фактор умов руху, який враховує вплив ширини дороги на рівень БДР;

$F_2$  – фактор умов руху, який враховує вплив населених пунктів та перехресть з іншими АД на рівень БДР;

$F_3$  – фактор умов руху, який враховує вплив умови видимості на рівень БДР;

$F_4$  – фактор УР, який враховує вплив кута поздовжнього нахилу і глибокого кювету, обриву на рівень БДР;

$F_5$  – фактор умов руху, який враховує вплив довжини ділянок (поза населеними пунктами і на підході до населеного пункту) на рівень БДР.

Етапи визначення рівня БДР представлені на рис. 3.5.

Наведемо послідовність виконання етапів:

1. До аналізу необхідно прийняти ділянку автомобільної дороги загального користування довжиною 1 км (межі досліджуваного ділянки визначаються кілометровими стовпами).

2. Обрану ділянку необхідно розділити на сектори з незмінними значеннями параметрів УР. Дану процедуру реалізують на основі натурних чи документальних спостережень. При виділенні секторів слід враховувати, що вплив кожного з місць, де виникають ті чи інші перешкоди руху, поширюється на деяку відстань. Зони впливу різних

дорожніх елементів приймають по табл. 3.7 згідно М218-03450778-652: 2008.



Рис. 3.5. Етапи визначення рівня БДР

Таблиця 3.7

**Зони впливу різних дорожніх елементів [19]**

Елементи дороги	Зона впливу
Підйоми і спуски	100 м за вершиною підйому, 150 м після подошви спуску
Перетини в одному рівні	У кожную сторону по 50 м
Криві в плані з незабезпеченою видимістю при $R > 400$ м	У кожную сторону по 50 м
Криві в плані з незабезпеченою видимістю при $R < 400$ м	У кожную сторону по 100 м
Мости і шляхопроводи	У кожную сторону по 75 м
Населені пункти	У кожную сторону по 1000 м
Ділянки в місцях впливу бічних перешкод із глибокими обривами біля дороги	У кожную сторону по 50 м
Ділянки підходів до тунелів	У кожную сторону по 150 м

3. Обов'язковим для кожного сектора досліджуваної ділянки автомобільної дороги є визначення наступних параметрів: ширина ПЧ, м; ширина узбіччя, м; кількість основних смуг руху на ПЧ, шт.; довжина прямих ділянок, км; довжина ділянок на підходах до населених пунктів, м.

4. За наявності на вибраній кілометровій ділянці АД особливих умов руху, параметри УР визначаються з дотриманням таких правил:

– при наявності перехрестя або населеного пункту на досліджуваній ділянці визначаються: тип перехрестя; довжина населеного пункту, км.

– при наявності кривої малого радіусу або інших елементів дороги, що знижують видимість на дорозі, визначаються: радіус кривих у плані, м; видимість в плані, м.

– за наявності поздовжнього ухилу дороги або за наявності обриву глибиною > 5 м уздовж ПЧ, визначаються: поздовжній ухил, ‰; відстань від кромки ПЧ до обриву (з огорожею), м.

5. Для вираження значень параметрів УР на ділянках АД через часткові коефіцієнти аварійності, на досліджуваній ділянці, для кожного з виділених секторів, за табл. 3.8 вибираємо значення часткових коефіцієнтів аварійності. Значення коефіцієнтів не інтерполюють, а приймають найближчі в таблиці. При застосуванні програмного забезпечення для підтримки прийняття рішення можна використовувати рівняння поліномів, підібрані за значеннями табличних коефіцієнтів.

Таблиця 3.8

**Значення часткових коефіцієнтів аварійності параметрів умов руху на автомобільній дорозі II-ї технічної категорії**

Показник	Значення					
1	2					
Ширина ПЧ, м.	7,5	9,0	10,5	14 (без розділової смуги)	14 (з розділовою смугою)	
$K_2$ (при укріплених узбіччях)	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	
Ширина узбіччя, м.	3			4		
$K_3$ (двосмугові дороги)	1,0			0,8		
$K_3$ (трьосмугові дороги)	0,49			0,35		
Повздовжній ухил, ‰	20		30		50	
$K_4$	1		1,25		2,5	
Радіус кривих у плані, м.	600-1000		1000-2000		2000	
$K_5$	1,4		1,25		1	
Видимість в плані, м	250		350	400		500
$K_6$ (в плані)	2		1,45	1,2		1,0
Довжина прямих ділянок, км	3	5	10	15	20	25

1	2					
$K_8$	1	1,1	1,4	1,6	1,9	2
Тип перехрестя	У різних рівнях	Кільцеві	В одному рівні при інтенсивності на дорозі, що перетинається, % від сумарної на двох дорогах			
			до 10	10–20	20	
$K_9$	0,35	0,7	1,5	3	4	
Кількість смуг руху на проїзній частині	2		3 без розмітки		3 з розміткою	
$K_{12}$	1		1,5		0,9	
Довжина населеного пункту, км	0,5	1	2	3	5	6
$K_{14}$	1	1,2	1,7	2,2	2,7	3
Довжина ділянок на підходах до населеного пункту, м.	0-100		100-200		200-400	
$K_{15}$	2,5		1,9		1,5	
Відстань від кромки проїзної частини до обриву, м	0,5	1	1,5	2	3	5
$K_{18}$ (з огорожею)	2,2	2,0	1,85	1,75	1,4	1,0

6. На основі сформованих даних проводиться розрахунок середньозважених значень часткових коефіцієнтів аварійності для кілометрової ділянки АД за формулою

$$K_i^{3B} = \sum_{s=1}^m K_{is} \cdot l_s, \quad (3.6)$$

де  $K_i^{3B}$  – середньозважене значення  $i$ -го часткового коефіцієнта аварійності на кілометровій ділянці;

$K_{is}$  – значення  $i$ -го часткового коефіцієнта аварійності на виділеному секторі з незмінними значеннями параметрів УР досліджуваного кілометра автомобільної дороги;

$l_s$  – протяжність виділеного сектора з незмінними значеннями параметрів УР досліджуваного кілометра АД, км.;

$s$  – порядковий номер виділеного сектора з незмінними значеннями параметрів УР досліджуваного кілометра АД,  $s = \overline{1, m}$ .

7. Розрахунок латентних факторів умов руху проводиться за моделями, наведеним у формулах 3.7 – 3.11, на основі розрахованих середньозважених значень коефіцієнтів аварійності.

Перша головна компонента пов'язана з  $K_2$  – коефіцієнт, що враховує ширину проїзної частини;  $K_3$  – коефіцієнт, що враховує ширину узбіччя;  $K_{12}$  – коефіцієнт, що враховує кількість смуг руху на проїжджій частині, вона інтерпретується як ширина дороги.

$$F_1 = \frac{(0,778397 \cdot K_2 + 0,702177 \cdot K_3 + 0,797914 \cdot K_{12})}{1,9372}. \quad (3.7)$$

Друга головна компонента пов'язана з  $K_9$  – коефіцієнт, що враховує тип перехрестя;  $K_{14}$  – коефіцієнт, що враховує довжину населеного пункту, тому її можна інтерпретувати як умови руху на перехресті.

$$F_2 = \frac{-0,80792 \cdot K_9 - 0,871635 \cdot K_{14}}{1,80291}. \quad (3.8)$$

Третя головна компонента пов'язана з  $K_5$  – коефіцієнт, що враховує радіус кривих;  $K_6$  – коефіцієнт, що враховує видимість в плані (з негативним знаком), вона інтерпретується як умови видимості.

$$F_3 = \frac{0,875244 \cdot K_5 + 0,817407 \cdot K_6}{1,751266}. \quad (3.9)$$

Четверта головна компонента пов'язана з  $K_4$  – коефіцієнт, що враховує поздовжній ухил;  $K_{18}$  – коефіцієнт, що враховує відстань від кромки проїзної частини до обриву, вона інтерпретується як характеристика проїзної частини з глибоким кюветом, урвищем.

$$F_4 = \frac{0,819891 \cdot K_4 + 0,682224 \cdot K_{18}}{1,212225}. \quad (3.10)$$

П'ята головна компонента пов'язана з  $K_8$  – коефіцієнт, що враховує довжину прямих ділянок, км;  $K_{15}$  – коефіцієнт, що враховує довжину ділянок на підходах до населених пунктів.

$$F_5 = \frac{-0,493433 \cdot K_8 - 0,756715 \cdot K_{15}}{1,153234}. \quad (3.11)$$

В моделях латентних факторів, частковим коефіцієнтам аварійності, які не було визначено з причини відсутності впливу відповідного параметра УР на дорожню обстановку, необхідно присвоювати значення рівне 1. Наприклад: при відсутності на досліджуваній ділянці кривих малого радіусу і видимості в плані <500 м,  $K_5$  та  $K_6$  не визначаються, отже, для розрахунку  $F_2$  необхідно прийняти  $K_5 = K_6 = 1$ .

8. Рівень аварійності виражається підсумковим коефіцієнтом аварійності ( $K_{\text{під}}^{**}$ , формула (3.5)), який визначається латентними факторами.

9. При визначенні потенційно небезпечних ділянок необхідно керуватися наступними значеннями середньозваженого підсумкового коефіцієнта аварійності: при  $K_{\text{під}}^{**} < 3$  – ділянка безпечна, при  $3 \leq K_{\text{під}}^{**} < 6$  – ділянка малонебезпечна, при  $6 \leq K_{\text{під}}^{**} < 10$  – ділянка небезпечна, при  $K_{\text{під}}^{**} > 10$  – ділянка дуже небезпечна.

Для аналізу БДР на АД в цілому на основі середньозважених значень підсумкового коефіцієнта аварійності, доцільно побудувати діаграму зміни  $K_{\text{під}}^{**}$  по кілометрах дороги, яка дозволяє виявити потенційно небезпечні ділянки дороги, а також дозволить розставити пріоритети реалізації заходів щодо підвищення БДР.

### **Приклад визначення рівня безпеки дорожнього руху на ділянках автомобільних доріг загального користування**

Для рівня безпеки дорожнього руху обрана автомобільна дорога М-17, ділянка протяжністю 188 км. За своїми параметрами дорога відповідає II-й технічній категорії. Згідно експрес-методики оцінки безпеки необхідно заповнити розроблені листи контролю АБДР. Детальному дослідженню підлягають параметри умов руху (табл. 3.7), які впливають на рівень БДР і враховані в моделі (3.5).

Наведені параметри в повному обсязі відображені в паспорті автомобільної дороги. Паспорт автомобільної дороги – документ,



який містить інформацію про автомобільну дорогу (ділянку автомобільної дороги). Додатково, паспорт містить значення параметрів транспортного потоку і навколишнього середовища.

Для виявлення потенційних ризиків та проведення АБДР необхідно застосувати наведений в табл. 3.9. лист контролю. Лист контролю не може замінити знання і досвід аудиторів, швидше навпаки, він спрямований на максимальне застосування знань і досвіду.

Таблиця 3.9

**Лист контролю безпеки на ділянці автомобільної дороги загального користування**

Назва дороги М-17 Херсон - Джанкой - Феодосія - Керч (8 км)

Аудит виконаний (дата) «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Технічні дані ділянки автомобільної дороги (обладнання, пристрої, параметри умов руху та ін.)	Норми по ДСТУ, правилам, інструкціям	Фактичні дані	Примітка
1	2	3	4
<b>Фактор – «Ширина дороги», F<sub>1</sub></b> - ширина проїзної частини, м., - ширина узбіччя, м., - кількість смуг руху на проїжджій частині, од.		7,5 2,7-3,0 2	
<b>Фактор – «Умови руху на перехресті», F<sub>2</sub></b> - тип перехрестя  - довжина населеного пункту, км.	В одному рівні з інтенсивністю по другорядній дорозі: до 10%, до 20%, більш 20%. У різних рівнях. Кільцеві.	В одному рівні (100 м)  –	
<b>Фактор – «Умови видимості», F<sub>3</sub></b> - радіус кривих у плані, м., - видимість в плані, м.		>1000м >400 м	
<b>Фактор – «Проїзна частина з глибоким кюветом, урвищем», F<sub>4</sub></b> - поздовжній ухил, ‰, - відстань від кромки проїзної частини до обриву, м.		– –	

1	2	3	4
<b>Фактор – «Довжина ділянок», <math>F_5</math></b> - довжина прямих ділянок, км., - довжину ділянок на підходах до населених пунктів, м.		2000 м –	
Наявність ліній горизонтальної розмітки	ДСТУ 2587:2010	–	
Чи наявна розділова смуга на проїзній частині		–	
Чи наявна огорожа на проїзній частині з глибоким кюветом, урвищем		–	
Інтенсивність руху транспортного потоку автомобільного транспорту, авт./доб.		4000	
Перевірте елементи горизонтального планування з точки зору забезпечення мінімальної видимості. Чи нададуть допомогу водієві знаки, встановлені: – на розділовій смузі, – на узбіччі, – попереджувальні знаки?		+  – + +	
Перевірте швидкість на підходах. Чи потрібні попереджувальні знаки або введення обмеження швидкостей руху?		так	
Чи вірні типорозміри знаків?		так	
Чи вірно нанесена розмітка?		ні	
Чи не погіршується видимість знаків наявністю будь-яких постійних перешкод або відволікаючих увагу предметів (дерев, опор освітлення ) на тротуарах?		ні	
Чи не погіршують видимість тимчасові об'єкти (зупинки громадського транспорту, транспорт, що стоїть)?		ні	

На основі заповненого листа контролю, вихідні дані визначаємо для кожного кілометра автомобільної дороги окремо. При цьому виконуються наступні дії:

– досліджувану ділянку автомобільної дороги поділили на сектори з незмінними значеннями параметрів умов руху (приклад на рис. 3.6);



Рис. 3.6. Кілометрова ділянка досліджуваної автомобільної дороги

– для кожного сектора визначаються значення параметрів умов руху, перераховані в табл. 3.7;

– на основі сформованої бази вихідних значень параметрів умов руху, розраховуємо значення «підсумкового коефіцієнта аварійності» для кожної кілометрової ділянки автомобільної дороги.

Наведемо приклад розрахунку складових (3.7)–(3.11) та моделі підсумкового коефіцієнта аварійності (3.5), запропонованої в роботі. Результати розрахунків коефіцієнта сукупної безпеки представлені діаграмою (рис. 3.3). При цьому, за базовий залізничний переїзд обраний переїзд із середніми значеннями його параметрів.

$$F_1 = \frac{0,778397 \cdot 0,86 + 0,702177 \cdot 0,7715 + 0,797914 \cdot 0,97}{1,9372} = 1,022;$$

$$F_2 = \frac{-0,80792 \cdot 1,05 - 0,871635 \cdot 1}{1,80291} = -0,954;$$

$$F_3 = \frac{0,875244 \cdot 1 + 0,817407 \cdot 1}{1,751266} = 0,967;$$

$$F_4 = \frac{0,819891 \cdot 1 + 0,682224 \cdot 1}{1,212225} = 1,239;$$

$$F_5 = \frac{-0,493433 \cdot 1 - 0,756715 \cdot 1}{1,153234} = -1,075;$$

$$K_{\text{їзв}}^{**} = -36,517 + 8,818 \cdot 1,022 - 11,749 \cdot (-0,954) - 1,209 \cdot 0,967 + \\ + 10,573 \cdot 1,239 - 4,784 \cdot (-1,075) = 0,78.$$

За отриманим значенням «підсумкового коефіцієнта аварійності», та на основі наведених в методиці рекомендацій, визначили рівень безпеки дорожнього руху на кілометровій ділянці. Рівень безпеки на даній ділянці є – «безпечний».

Для решти ділянок результати розрахунків наведені у вигляді діаграми на рис. 3.7.

Подальший аналіз побудованої діаграми дозволяє:

- відокремити ділянки дороги, на яких необхідно проводити першочергові заходи щодо підвищення безпеки дорожнього руху;
- надати рекомендації по застосуванню заходів з організації дорожнього руху з урахуванням фінансової складової (заходи з малими, середніми або великими капітальними витратами).

В свою чергу, аналіз заповнених листів контролю дозволяє виділити та класифікувати по ступеню невідповідності допустимим нормам параметри умов руху.

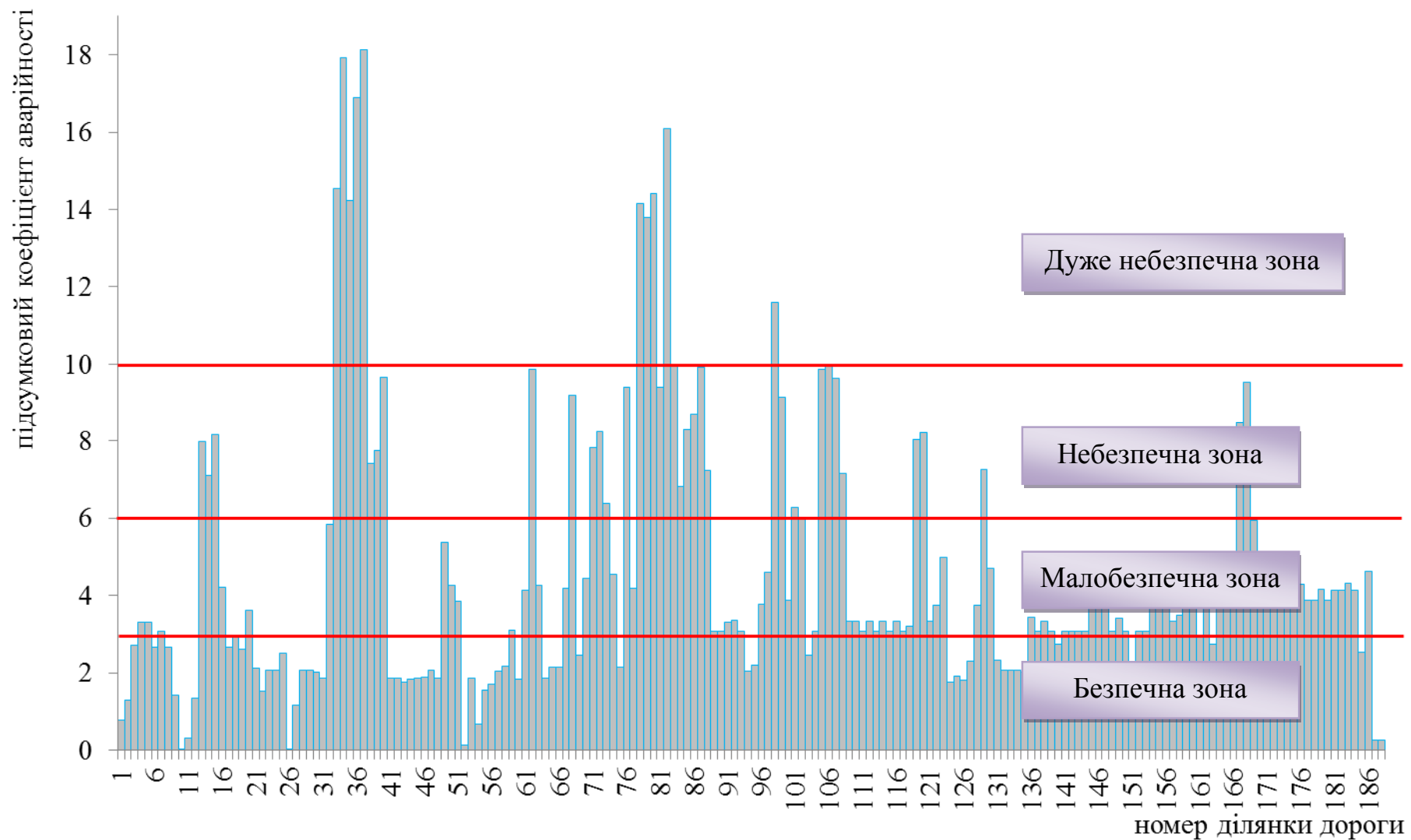


Рис. 3.7. Результати визначення підсумкового коефіцієнта аварійності на автомобільній дорозі

## ВИСНОВКИ

Вирішення проблеми забезпечення БДР відноситься сьогодні до найбільш пріоритетних завдань розвитку країни. Найбільш дієвим підходом для вирішення проблеми забезпечення безпеки є максимально ефективно використання обмежених матеріальних ресурсів для підвищення рівня безпеки дорожнього руху. Це реалізується лише шляхом наукової оцінки та аналізу аварійності на автомобільних дорогах, що необхідно для виявлення найбільш небезпечних місць і основних причин ДТП. Тоді на підставі результатів аналізу можливо швидко і якісно сформулювати керуючий вплив, спрямований на підвищення безпеки дорожнього руху.

Безпека дорожнього руху – це характеристика дорожнього руху, обумовлена аварійністю (ДСТУ 2935-94). Однак, дане визначення має деяку обмеженість, оскільки термін «аварійність» у визначенні припускає наявність пригод, що саме по собі суперечить безпечному руху. Застосування даного формулювання при проектуванні нових доріг взагалі не представляється можливим. Серед безлічі визначень найбільш коректним є визначення законодавства Російської Федерації з деякими уточненнями: «безпека дорожнього руху» – це характеристика якості дорожнього руху, що відображає ступінь захищеності його учасників від дорожньо-транспортних пригод та їх наслідків. Саме це ствердження і є основою аудиту БДР.

У багатьох країнах північної Європи офіційно термін «аудит дорожньої безпеки» не прийнято, втім, супроводження контролю за параметрами автомобільних доріг, починаючи від стадії проектування до стадії їх експлуатації містить в собі усі елементи аудиту. Досвід закордонних країн, в яких виконується аудит дорожньої безпеки, свідчить про доцільність проведення такої роботи, адже в цих країнах, згідно міжнародної статистики найбезпечніші автомобільні дороги, а в регіонах, де тільки-но розпочинають застосовувати аудит, спостерігається стабільне зниження рівня аварійності на дорогах.

Так, в Україні у 2012 році державним підприємством «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» розроблено галузевий документ М 03450778-700:2012 «Методика

проведення аудиторських перевірок з безпеки дорожнього руху на стадії експлуатації автомобільних доріг загального користування». Але ці документи мають сферу обмеженого застосування, так як концепція аудиту передбачає отримання оцінки безпеки дорожнього руху (БДР) не тільки на стадії експлуатації, але і на всіх стадіях «життєдіяльності» дороги – від проектування до експлуатації.

На підставі цього розроблено стратегію проведення аудиту безпеки дорожнього руху (АБДР) на автомобільних дорогах, яка передбачає проведення аналізу з оцінкою БДР ділянок дороги на різних стадіях для розробки заходів щодо підвищення безпеки на них.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамова Л.С. Аудит безпеки дорожнього руху: підручник; під заг. ред. І.С. Наглюка/ Л.С. Абрамова, І.С. Наглюк, В.В. Ширін, Г.Г. Птиця, С.В. Капінус. – Харків: ХНАДУ, 2016. 260 с.
2. Абрамова Л. С. Прогнозування параметрів транспортних потоків при плануванні автомобільних доріг / Л.С. Абрамова, В.В. Ширин // Технологический аудит и резервы производства – № 5/3(25), 2015, С 47–51.
3. Федотов, Г. А. Справочная энциклопедия дорожника. Том V. Проектирование автомобильных дорог / Г. А. Федотов, П. И. Поспелов, В. К. Апестин и др.; под ред. Г. А. Федотова, П. И. Поспелова. – Москва, 2007. – 668 с.
4. Споруди транспорту. Автомобільні дороги Частина I. Проектування Частина II. Будівництво. ДБН В.2.3-4:2007. – К.: Мінрегіонбуд України, 2007. – 82 с. – (Державні будівельні норми України)
5. Кременец Ю. А. Технические средства организации дорожного движения. – М.: Транспорт, 1990. – 255 с.
6. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. – М.: Транспорт, 1977. – 304 с.
7. Скирута В.С. Обоснование параметров переходно–скоростных полос // Труды СоюздорНИИ. 1979. Вып. III. – С. 107–117.
8. Лобанов Е.М., Визгалов В.М. Проектирование и изыскание пересечений автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1972. – 232 с.
9. Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів. ДБН В. 2.3-5-2001. – К.: Держбуд України, 2001. – 50 с. (Державні будівельні норми України)
10. Сильянов В. В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В Сильянов, Э.Р. Домке. – 2-е изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с.
11. Коноплянко В.И. Организация и безопасность дорожного движения. – М.: Транспорт, 1991. – 183 с.
12. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування: ДСТУ 4100:2014. – [Чинний від 2015–07–01] – 106 с. – (Національний стандарт України).
13. Безпека дорожнього руху. Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги, правила застосовування та вимоги безпеки: ДСТУ 4092-2002. К.: Держстандарт України, 2002. – 32 с.



14. Інструкція з улаштування та експлуатації залізничних переїздів [Чинний від 26.01.2007]. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0162-07>

15. Бойник А.Б. Безопасность железнодорожных переездов: монография / А.Б. Бойник – Харьков.: ХФИ «Транспорт Украины», – 2003. – 204 с.

16. Сапожников В.В. Теоретические основы железнодорожной автоматики и телемеханики: Учебник для вузов / Под ред. В.В. Сапожникова. – М.: Транспорт, 1995. – 320 с.

17. Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану: ДСТУ 3587-97. К.: Держстандарт України, 1997. – 20 с.

18. Абрамова Л.С., Птиця Г.Г. Глава 6. Концепция управления безопасностью дорожного движения // Перспективные тренды развития науки: техника и технологии. В 2 книгах. К 1.: монография / [авт. кол.: Львович И.Я., Некрасов В.А., Преображенский А.П. и др.]. – Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2016 – С. 169–190.

19. Методика оцінки рівнів безпеки руху на автомобільних дорогах України: М 218-03450778-652:2008. – К.: ДерждорНДІ, 2008. 31 с. – (Державні будівельні норми України).

20. Птиця Г.Г. Определение уровня безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах общего пользования: дис. на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.22.01 / Птиця Геннадий Григорьевич. – Харьков, 2016. – 244 с.

## ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

алгоритм визначення прогнозованої інтенсивності руху – 6

висота встановлених світлофорів - 70

вірогідність безвідмовної роботи – 88, 89, 90, 91

внутрішній діаметр кільця – 30, 38

вплив швидкості руху на поріг зорового сприймання – 62

діапазон зниження швидкостей на кільці – 38

довжина ділянки наближення поїзда – 85, 88

зона впливу залізничного переїзду – 103

категорії залізничних переїздів – 99

кільцеві перехрестя – 28

класифікація автомобільних доріг – 10

коефіцієнт

- аварійності підсумковий – 99, 102, 103, 105

- використання автобусів – 9

- використання вантажних автотранспортних засобів – 9

- готовності системи – 88, 89, 90, 91

- зв'язаності населених пунктів – 8

- користування легковими автомобілями – 9

- устаткування переїзду – 92, 93, 99, 100, 103

кутовий розмір контурів знаків – 61, 122

кутові пороги розпізнавання знаків – 62, 66

лист контролю – 10

- безпеки дорожнього руху перехрестя – 18

- безпеки на залізничному переїзді – 95

- безпеки на кільцевій розв'язці – 44

- безпеки на пішохідному переході – 80

- безпеки на регульованому перехресті – 73

лінії маневрування (лінії злиття транспортних потоків) – 25, 27, 28

лінійний графік коефіцієнтів аварійності – 104

мінімальна відстань видимості сигналів світлофора – 69, 72

напрацювання на відмову – 88, 89, 90

оцінка

- безпеки конфліктних точок – 35
- видимості знаків – 61

параметри

- кільцевого перехрестя – 28, 30
- потоку відмов – 88, 90, 91
- роботи технічних засобів регулювання дорожнім рухом на залізничному переїзді – 85
- розташування світлофорів – 68, 72
- світлофорного регулювання пішохідного руху – 77, 79

перехідно-швидкісна смуга – 27

показник безпеки залізничного переїзду – 92

показники надійності системи – 88

пофазний роз'їзд

- принципи – 14, 16
- схеми – 13

приведена чисельність населення – 7

рівень

- забезпеченості безпеки руху – 34, 43
- завантаження кільця – 38
- зручності руху на дорогах – 32

схема розміщення технічних засобів регулювання

- на кільцевому перехресті – 43
- на залізничному переїзді – 87

типорозміри дорожніх знаків – 61

час відновлення працездатності технічного засобу – 89, 91

ширина острівця безпеки – 57

## Додаток А

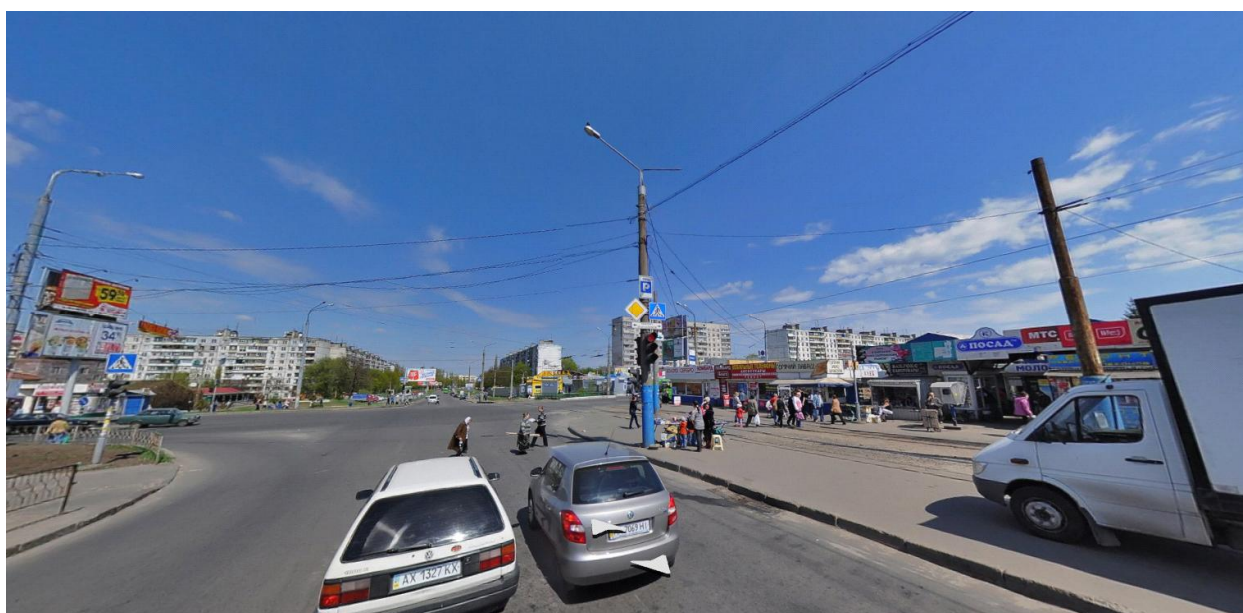


Рис. А.1. Перехрестя просп. Тракторобудівників і просп. Ювілейного

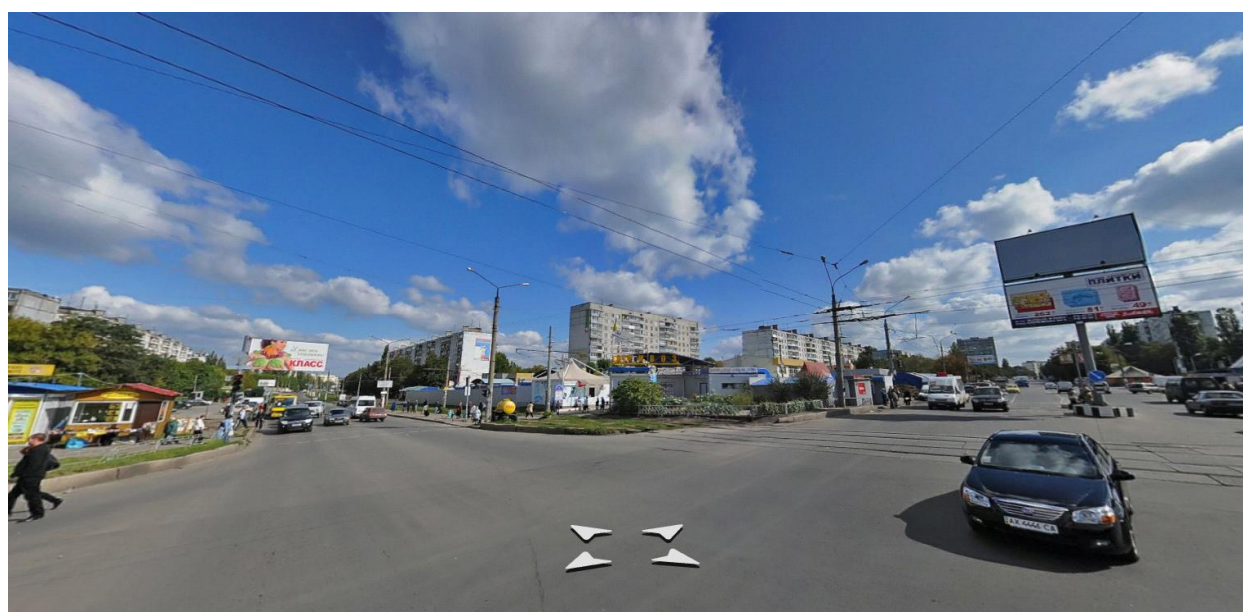


Рис. А.2. Перехрестя просп. Тракторобудівників і просп. Ювілейного

*Додаток Б*

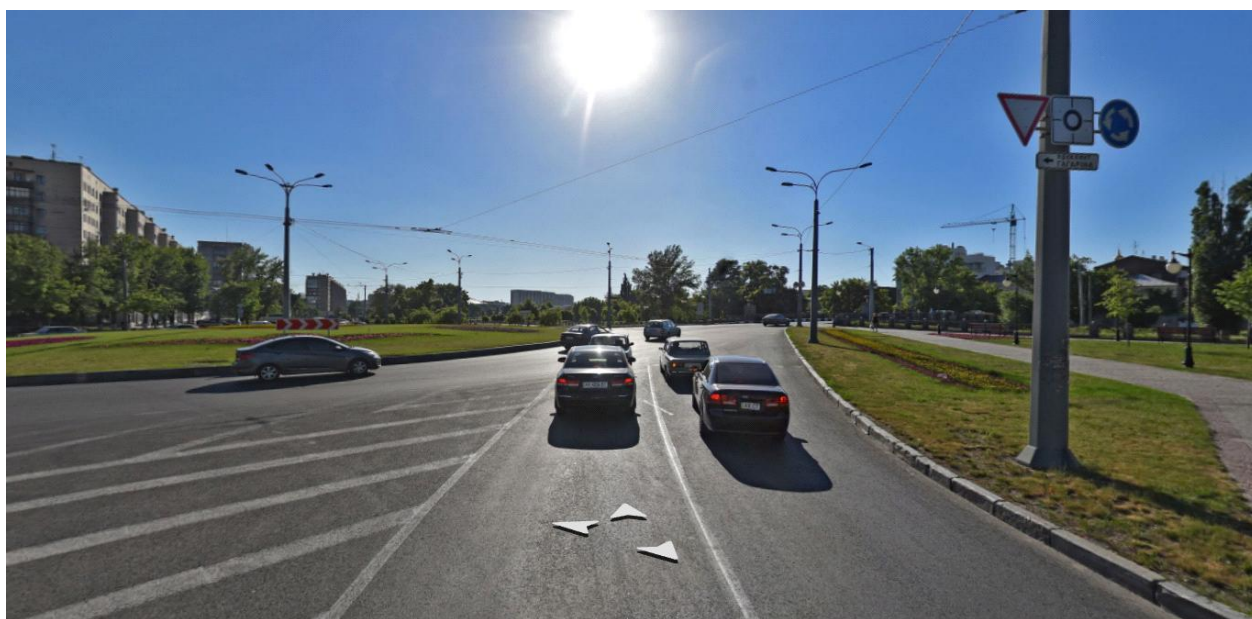


Рис. Б.1. Перехрестя Гімназійна набережна – вул. Вернадського

## Додаток В



Рис. В.1. Перехрестя вул. Ярослава Мудрого – вул. Алчевських  
(напря́м з центру)

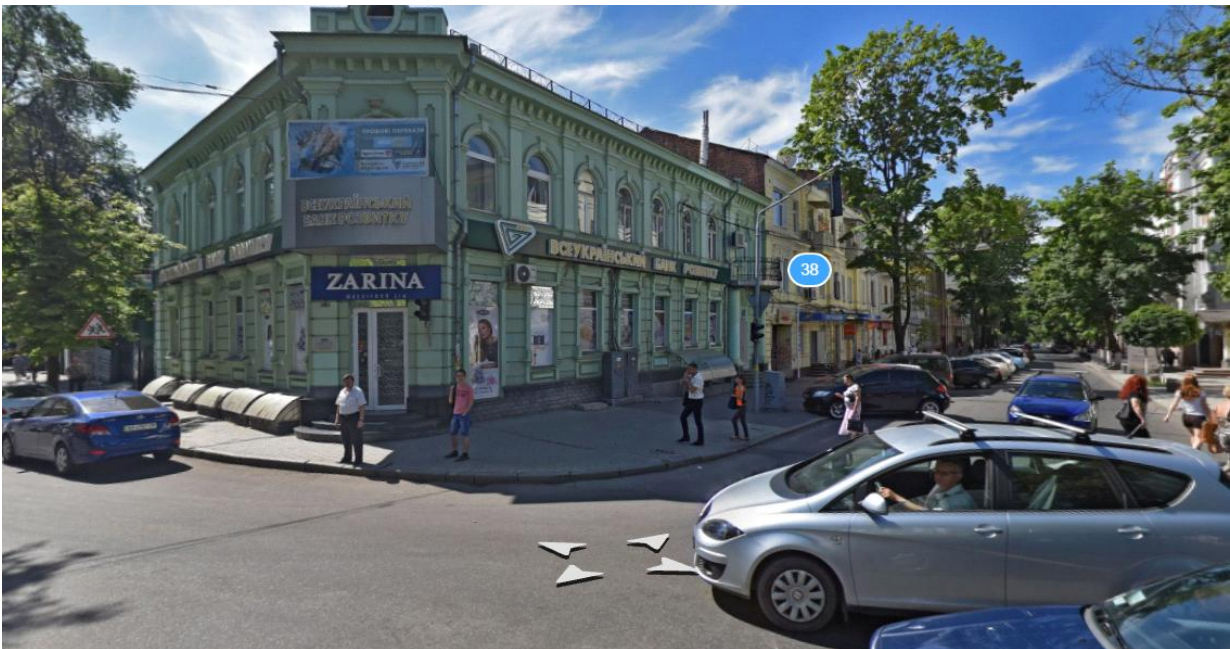


Рис. В.2. Перехрестя вул. Ярослава Мудрого – вул. Алчевських  
(напря́м в центр)

## Додаток Г



Рис. Г.1. Перехрестя пр. Льва Ландау – вул. Камишева



Рис. Г.2. Перехрестя пр. Ювілейний – пр. Тракторобудівників

Додаток Д



Рис. Д.1. Залізничний переїзд вул. Свистуна



# ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	
<b>Перелік скорочень</b> .....	
<b>Розділ 1. Аудит дорожньої безпеки на стадії проектування автомобільної дороги</b> .....	
1.1 Визначення перспективної інтенсивності транспортного потоку між населеними пунктами .....	
1.2 Розробка схеми розташування технічних засобів регулювання дорожнього руху на регульованому перехресті .....	
1.3 Визначення довжини лінії маневрування .....	
1.4 Визначення параметрів руху автотранспортних засобів по кільцевому перехрестю .....	
1.5 Визначення параметрів дорожнього руху на ділянках з особливими дорожніми умовами.....	
<b>Розділ 2. Аудит застосування технічних засобів регулювання</b> .....	
2.1 Визначення типорозміру та параметрів розташування дорожніх знаків .....	
2.2 Визначення параметрів розташування світлофорів .....	
2.3 Визначення параметрів світлофорного регулювання пішохідного руху .....	
2.4 Розробка схеми розташування та параметрів роботи технічних засобів регулювання дорожнім рухом на залізничному переїзді.....	
2.5 Розрахунки показників надійності функціонування технічних засобів регулювання дорожнім рухом .....	
<b>Розділ 3. Визначення ризиків виникнення ДТП на дорогах</b> .....	
3.1 Оцінка ступеню небезпечності ділянки дороги з залізничним переїздом методом коефіцієнту небезпеки.....	
3.2 Оцінка ступеню небезпечності ділянки дороги з залізничним переїздом методом підсумкового коефіцієнту аварійності .....	
3.3 Визначення рівня безпеки дорожнього руху на ділянках автомобільних доріг загального користування .....	
<b>Висновки</b> .....	
<b>Література</b> .....	
<b>Предметний покажчик</b> .....	
<b>Додатки</b> .....	





Навчальне видання

АБРАМОВА Людмила Сергіївна,  
НАГЛЮК Іван Сергійович,  
ШИРІН Валерій Вікторович,  
ПТИЦЯ Геннадій Григорович,  
КАПІНУС Сергій Васильович  
ЛЕВЧЕНКО Олена Сергіївна  
ХАРЧЕНКО Тетяна Володимирівна

## ПРАКТИКУМ З ПРОВЕДЕННЯ АУДИТУ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Відповідальний за випуск *І. С. Наглюк*

В авторській редакції

Коректор \_\_\_\_\_

Комп'ютерна верстка \_\_\_\_\_

Дизайн обкладинки \_\_\_\_\_

План \_\_\_\_\_ р., поз \_\_\_\_\_.  
Підписано до друку \_\_\_\_\_. Формат 60x84 1/16 Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman Суг. Віддруковано на ризографі.  
Ум. друк. арк. \_\_\_\_\_. Обл.-вид.арк. \_\_\_\_\_.  
Зам. \_\_\_\_\_. Тираж \_\_\_\_\_ прим. Ціна договірна

### ВИДАВНИЦТВО

Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

Видавництво ХНАДУ, 61002, Харків – МСП, вул. Петровського, 25  
Тел. /факс: (057)700-38-72; 707-37-03, e-mail: [rio@khadi.kharkov.ua](mailto:rio@khadi.kharkov.ua)

*Свідоцтво Державного комітету інформаційної політики, телебачення  
Та радіомовлення України про внесення суб'єкта видавничої справи  
до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів  
видавничої продукції, серія № ДК №897 від 17.04 2002 р.*