

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ  
Факультет транспорту і будівництва  
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

**до кваліфікаційної роботи  
освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр**

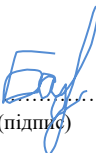
галузі знань 27 – «Транспорт»  
спеціальності 275 – «Транспортні технології (автомобільний транспорт)»

на тему: «Удосконалення транспортних властивостей дорожньої мережі міста»

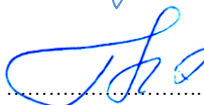
Виконав: здобувач вищої освіти  
групи ОПАТ-19з  
Булка Ю.О.

  
.....  
(підпис)

Керівник: доц. Баранов І.О.

  
.....  
(підпис)

Завідувач кафедри: проф. Чернецька-Білецька Н.Б.

  
.....  
(підпис)

Київ – 2023

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

Факультет транспорту і будівництва  
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті  
Освітньо-кваліфікаційний рівень - бакалавр  
Галузь знань 27 – «Транспорт»  
Спеціальність 275 – «Транспортні технології (автомобільний транспорт)»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри  
проф.Чернецька-Білецька Н.Б.

“     ”     \_\_\_\_\_ 2023року

**З А В Д А Н Н Я  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА  
ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ  
Булка Ю.О.**

1. Тема роботи: Удосконалення транспортних властивостей дорожньої мережі міста

Керівник роботи: Баранов І.О., к.т.н., доцент.  
затверджені наказом по університету від 30.05.2023року № 305/14.03-С

2. Строк подання здобувачем роботи: 15.06.2023

3. Вихідні дані до роботи: Статистичні дані системного аналізу перехрестя як підсистеми вулично-дорожньої мережі. Дані показників безпеки дорожнього руху на перехрестях експертами.

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Загальні підходи до теоретичного обґрунтування методики оцінки і підвищення споживчих властивостей ізольованих регульованих перехресть. Системний аналіз ізольованого регульованого перехрестя як підсистеми вулично-дорожньої мережі. Система споживчих властивостей ізольованих регульованих перехресть. Розрахунок пропускної можливості ділянок мережі. Визначення характеристик дорожнього руху.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень). Системний аналіз перехрестя як підсистеми вулично-дорожньої мережі. Система управління дорожнім рухом за допомогою світлофорного регулювання. Алгоритм

підвищення транспортних властивостей перехресть. Алгоритм підвищення транспортних властивостей перехрестя. Рекомендації щодо підвищення транспортних властивостей перехресть на вуличній дорожній мережі міста на основі використання сучасної моделі потоку насичення.

6. Консультанти розділів роботи (якщо є):

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 18.05.2023

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/П	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів	Примітка
	Робота з матеріалами	19.05.23	
	Пошук літературних джерел та обробка інформації	25.05.23	
	Аналіз діючих нормативних документів	29.05.23	
	Виконання технологічної частини	03.06.23	
	Виконання проектної частини	05.06.23	
	Принцип роботи та схеми	07.06.23	
	Креслення схем та чертежів	09.06.23	
	Оформлення пояснювальної записки та рецензування	14.06.23	

Здобувач

  
(підпис)

Булка Ю.О.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

  
(підпис)

Баранов І.О.  
(прізвище та ініціали)

№ строки	Формат	Позначення	Найменування	Кол. арк.	№ екз.	Прим.
1						
2			<u>Документація загальна</u>			
3						
4	A4	РКБ.ОПАТ-19з.313.Т1	Вихідні дані роботи	1	-	слайд
5	A4	РКБ.ОПАТ-19з.313.Т2	Мета, об'єкт, предмет та методи виконання роботи	1	-	слайд
6						
7	A4	РКБ.ОПАТ-19з.313.Т3	Системний аналіз	1	-	слайд
8			перехрестя як підсистеми вулично-дорожньої мережі			
9	A4	РКБ.ОПАТ-19з.313.Т4	Система управління дорожнім рухом за допомогою світлофорного регулювання	1	-	слайд
10						
11	A4	РКБ.ОПАТ-19з.313.Т5	Безліч методів прийняття рішення	1	-	слайд
12						
13						
14	A4	РКБ.ОПАТ-19з.313.Т6	Алгоритм підвищення транспортних властивостей перехресть	1	-	слайд
15						
16	A4	РКБ.ОПАТ-19з.313.Т7	Рекомендації щодо підвищення транспортних властивостей перехресть	1	-	слайд
17						
18	A4	РКБ.ОПАТ-19з.313.Т8	Висновки	1	-	слайд
19	A4		<u>Разом листів</u>	8	-	
20						
21	A4	РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ	Пояснювальна записка	53	-	
22						
23						

РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ					
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	
Розроб.		Булка Ю.О			
Перевір.					
Керівн.		Баранов І.О.			
Н. контр.					
Затв.		Чернецька-Біл.			
Відомість кваліфікаційної роботи бакалавра			Літ.	Аркуш	Аркушіє
				3	53
			СНУ ім. В. Даля Кафедра ЛУБРТ		

## РЕФЕРАТ

Робота кваліфікаційна бакалавра: 53 с., 11 рис., 4 табл., 14 джер.,  
8 граф.арк. (слайдів)

Мета роботи – Удосконалення транспортних властивостей дорожньої мережі міста.

Об’єкт – Система управління дорожнім рухом на мережі міста.

Предмет – Рекомендації щодо підвищення транспортних властивостей перехресть на вуличній дорожній мережі міста на основі використання сучасної моделі потоку насичення.

Методи виконання роботи – порівняльно-аналітичні, математичні.

Розроблений загальний алгоритм підвищення транспортних властивостей регульованих перетинів на вуличній дорожній мережі. Виконано аналіз моделі для оцінки величини потоку насичення на смугах прямого напрямку руху в залежності від ширини смуги руху і складу транспортного потоку. Це дозволяє істотно уточнити розрахункові показники, що характеризують транспортні властивості перехрестя.

Економічна оцінка використання запропонованих рекомендацій, в поєднанні зі зміною геометричних параметрів перехрестя, показує, що їх впровадження на одному перехресті дозволяє скоротити середні затримки до 84%.

АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ, МІСТО, ДОРОЖНІЙ РУХ, ТРАНСПОРТНІ  
ВЛАСТИВОСТІ, ГЕОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ, ПЕРЕХРЕСТЯ, МЕРЕЖА.

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>			
<i>Змін</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Булка Ю.О</i>			<i>Реферат</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>							4	53
<i>Керівн.</i>		<i>Баранов І.О.</i>						
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Чернецька-Біл.</i>						
						<i>СНУ ім. В. Даля, Кафедра ЛУБРТ</i>		

## ЗМІСТ

Вступ.....	6
1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	7
1.1. Загальні підходи до теоретичного обґрунтування методики оцінки і підвищення споживчих властивостей ізольованих регульованих перехресть.....	7
1.2. Системний аналіз ізольованого регульованого перехрестя як підсистеми вулично-дорожньої мережі .....	7
1.3. Аналіз результатів експертного опитування для визначення системи споживчих властивостей.....	11
1.4. Система споживчих властивостей ізольованих регульованих перехресть.....	13
1.5. Пріоритетність заходів підвищення споживчих властивостей ізольованих регульованих перехресть і оцінка їх ефективності.....	14
1.6. Рекомендації щодо підвищення транспортних споживчих властивостей ізольованих регульованих перетинів.....	18
2. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА .....	28
2.1. Розрахунок пропускної можливості ділянок мережі .....	28
2.2. Визначення характеристик дорожнього руху .....	29
2.3. Розрахунок характеристик руху на маршрутах .....	34
2.4. Організація пріоритету руху МПТ .....	36
Висновки.....	52
Список використаних джерел.....	53

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

## ВСТУП

В останнє десятиліття зі зростанням рівня автомобілізації багато міст України зіткнулися з проблемою заторів і тривалих затримок транспортних засобів на вулично-дорожньої мережі (УДС). На УДС великих міст місцями виникнення таких проблем є, як правило, регульовані перехрестя (РП), що визначають пропускну здатність і інші споживчі властивості, вулиць і доріг регульованого руху. Очевидно, що з подальшим ростом рівнів автомобілізації в Україні ці проблеми будуть загострюватися, тому одним із завдань транспортної стратегії до 2030 року є усунення «вузьких місць», до яких відносять ізольовані регульовані перехрестя (ІРП), де істотно змінюються умови, режими та склад транспортних потоків. Наведене вище свідчить про необхідність розвитку теорії та практики методів підвищення споживчих властивостей регульованих перехресть.

Значення теоретичної пропускну здатності (потік насичення) смуги руху на РП використовуються в даний час в Україні були прийняті більш 30 років тому.

Оцінка пропускну здатності смуг руху на РП істотно впливає на прийняття оптимальних рішень як для проектування вулиць і доріг регульованого руху, так і для детального планування РП.

У зв'язку з цим вивчення і вдосконалення методів оцінки і підвищення споживчих властивостей ІРП УДС міст на основі дослідження сучасних складу і режимів руху транспортних потоків є вельми актуальним.

В інших діючих рекомендаціях значення максимальної практичної пропускну здатності смуги руху значно відрізняються один від одного, так на вулицях регульованого руху відповідно до МГСН 1.01-99 (регіональний характер нормативу). Вони рівні 750 - 850 прив.авт./год, а в керівництві для проектування вулиць і доріг (1990р.) - 600 - 700 прив.авт./год.

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

# 1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1. Загальні підходи до теоретичного обґрунтування методики оцінки і підвищення споживчих властивостей ізольованих регульованих перехресть

Для теоретичного обґрунтування методики оцінки і підвищення споживчих властивостей ІРП скористаємося методами системного аналізу [6], системотехніки рішення інженерних задач в будівництві [5,6], а також результатами застосування цих методів в дослідженнях модернізації УДС міст [8,9,2] для вирішення завдання класифікації і розробки системи споживчих властивостей ІРП. Вирішення цього завдання вимагає розгляду наступних питань:

Системний аналіз ІРП, як підсистеми складної системи УДС, з метою виділення основних елементів цієї підсистеми, встановлення їх ієрархії, внутрішніх і зовнішніх взаємозв'язків;

Системний аналіз ІРП як підсистеми УДС з метою визначення вимог до цієї системи на цільовому, критеріальному і оціночно-вимірювальному рівнях, елементів цієї системи;

Встановлення системи споживчих властивостей, що описують вимога і пріоритети різних категорій споживачів до цих елементів (виділення з неї дорожньо-транспортної складової);

Дослідження (аналіз) функціональних і емпіричних залежностей описують споживчі властивості на оціночно-вимірювальному рівні, з метою встановлення взаємозв'язків між ними.

1.2 Системний аналіз ізольованого регульованого перехрестя як підсистеми вулично-дорожньої мережі

Для виділення основних елементів підсистеми ІРП, встановлення ієрархії її елементів, встановлення їх внутрішніх і зовнішніх взаємозв'язків, проведемо

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7



системний аналіз ІРП, як підсистеми складної системи УДС.

Зовнішні взаємозв'язку ІРП з УДС можуть бути визначені виходячи з принципів вибору типу перетину на УДС. Так якщо в Україні основними критеріями введення світлофорного регулювання на перехресті є інтенсивність дорожнього руху і фактичні показники аварійності [6], то в Німеччині до вибору типу перетину автомобільних доріг підходять на підставі аналізу факторів, представлених на рис. 1.1.

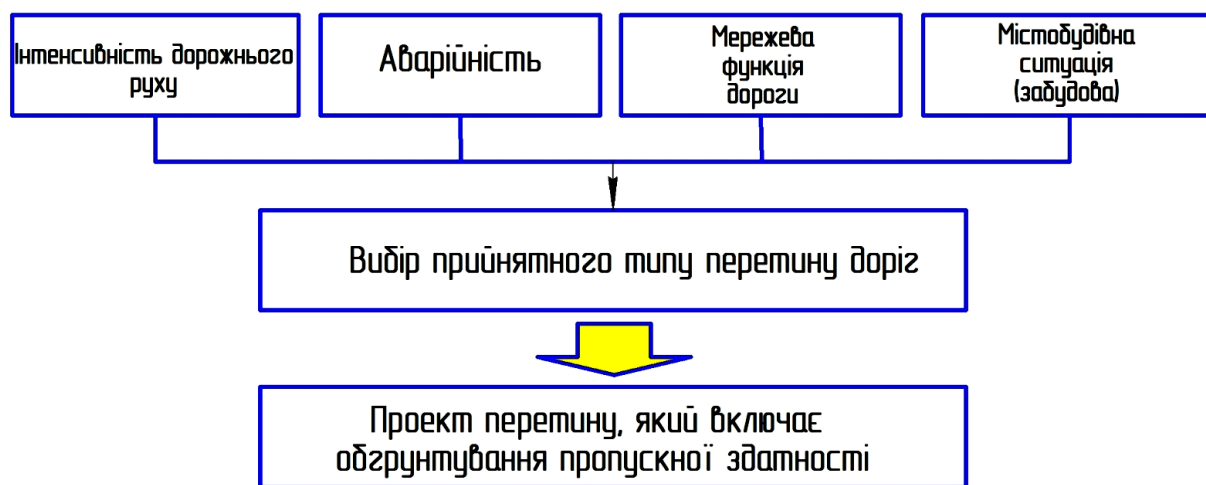


Рис.1.1. Зовнішні фактори, що враховуються при виборі прийняттого типу перетину автомобільних доріг і вулиць в Німеччині

У Російських рекомендаціях [9] в якості класу і категорії вулиць і доріг, як для регульованих, так і для саморегульованих перетинів, пропонуються магістральні вулиці та дороги загальноміського та районного значення. Більш висока сумарна інтенсивність вхідних потоків до 4000 од. / Год відноситься до регульованих перетинів, на відміну від кільцевих перетинів, на яких рекомендована сумарна інтенсивність до 2500 од. / год.

В якості альтернативи регульованим перетину в залежності від результатів аналізу визначальних чинників (рис. 1.1) як в Німеччині, так і в Росії виступають кільцеві перетину різних типів і розв'язки в різних рівнях. При цьому в Німеччині підхід до вибору типу перетину відрізняється від українського [9].

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Для аналізу, пошуку рішень і безпосередньо реалізації заходів, спрямованих на підвищення споживчих властивостей регульованих перехрестів, необхідно уявлення про елементи регульованого перехрестя. На рис. 1.2 представлена система управління дорожнім рухом на ІРП, елементи якої повинні враховуватися при проектуванні. Транспортні вузли вимагають інженерно-технічного облаштування для ефективного виконання своїх функцій (безпеки дорожнього руху і достатньої пропускної спроможності за рахунок розмітки, дорожніх знаків, островців безпеки, забезпечення зон видимості; підвищення безпеки та зручності руху для пішоходів і велосипедистів за допомогою ефективної організації шляхів сполучення; підвищення безпеки в темний час доби за рахунок освітлення).

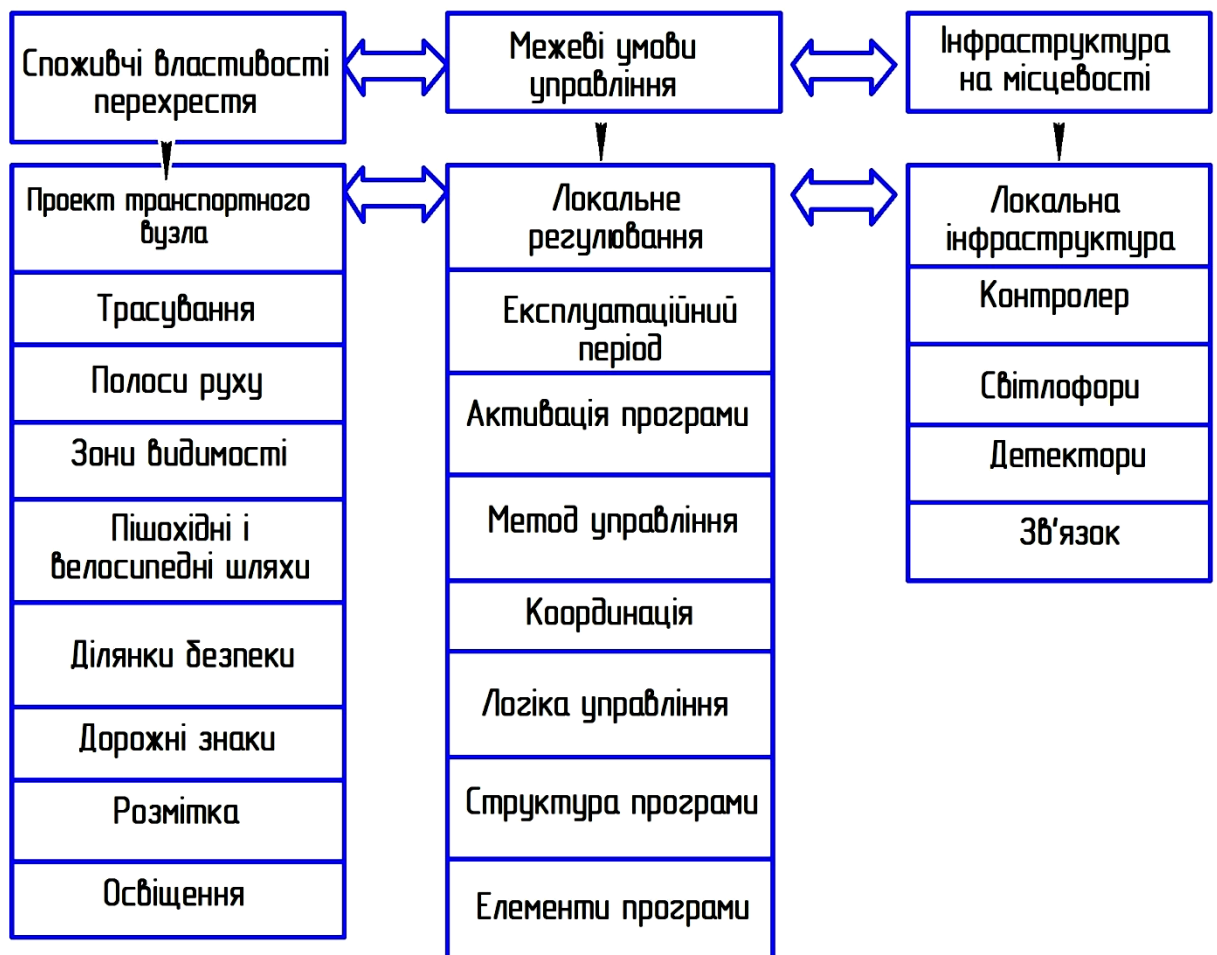


Рис.1.2. Система управління дорожнім рухом за допомогою світлофорного регулювання

Методи підвищення споживчих властивостей обмежені елементами

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

системи управління дорожнім рухом на регульованому перехресті (рис. 1.2): проектом транспортного вузла; локальним регулюванням; інфраструктурою на місцевості.

Локальне регулювання в системі (рис. 1.2.) включає обмеження, що накладаються на управління споживчими властивостями: період експлуатації (наприклад, з 6:00 до 24:00); момент активації конкретної світлофорної програми;

методи управління на ІРП можуть бути жорсткими або адаптивними різних типів; логіка управління дозволяє здійснювати адаптивне регулювання на ІРП за певним алгоритмом; структура програми - послідовність фаз і проміжних тактів; елементи програми - тривалість дозволяють, забороняють і проміжних сигналів.

Локальна інфраструктура (рис. 1.2) визначає можливості управління дорожнім рухом і включає: транспортні та пішохідні світлофори, обладнані або не обладнані додатковими секціями, індикаторами часу дії сигналу світлофора, світлофори з сигналами для громадського транспорту; дорожні контролери дозволяють здійснювати управління по різному кількості напрямків, підтримують функції або локального, або системного регулювання; детектори транспорту дозволяють збирати інформацію про актуальну транспортної ситуації і здійснювати управління дорожнім рухом в режимі реального часу; різні типи кабелів зв'язку (мідні, оптико-волоконні) володіють не однаковими характеристиками по швидкості і об'єму переданої інформації.

Як в Україні, так і в Німеччині одним з основних класифікаційних ознак регульованих перетинів і примикань автомобільних доріг, що визначають геометрію регульованого транспортного вузла (рис. 1.2) і необхідність влаштування острівців безпеки, виступає інтенсивність руху повертають транспортних засобів. В українських рекомендаціях [9,2] зазначено, що регульовані перехрестя слід улаштувати без розширення проїжджої частини, якщо інтенсивність поворотного руху не перевищує двох автомобілів за цикл світлофорного регулювання. При інтенсивності поворотів від 100 до 300 авт. /

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

год в одному напрямку слід застосовувати транспортно-планувальні рішення, що забезпечують пристрій додаткових смуг руху, зон накопичення, віднесення лівого повороту за перехрестя або подовження перехрестя з улаштуванням двох стоп-ліній. Згідно з німецькими рекомендаціями [3], від виділених смуг для лівого повороту або виділеної додаткової площі на регульованому перехресті можна відмовитися, тільки якщо всі повертають наліво за один цикл регулювання автомобілі можуть зупинитися у вузькій зоні перехрестя і безперешкодно його проїхати. Таким чином, підкреслюється, що кількість транспортних засобів, які можуть безперешкодно повернути, може бути різним, враховуючи площу і геометрію перехрестя (рис. 1.3), методи організації дорожнього руху, наприклад, відсічення потоку прямого напрямки для підвищення пропускної здатності потоку повертають автомобілів ).

### 1. 3. Аналіз результатів експертного опитування для визначення системи споживчих властивостей

Згідно з результатами опитування значущі показники, на думку експертів і водіїв, на цільовому рівні близькі і відрізняються від думки пішоходів і користувачів громадського транспорту. Визначальними цільовими споживчими властивостями згідно з опитуванням є безпека і якість дорожнього руху, причому безпеку оцінена як найбільш значуща властивість у всіх опитуваних підгрупах. Тільки для пішоходів екологічні споживчі властивості оцінені вище, ніж якість дорожнього руху.

Споживчі властивості пішоходів і користувачів громадського транспорту відповідно до опитування є малозначними, тому в подальшому в роботі розглядатися не будуть.

На критеріальному рівні визначальними споживчими властивостями категорії БДР (рис. 1.3.) є умови видимості, розуміння того як проїхати по перехрестю, для категорії якість дорожнього руху (рис. 1.4.) - середня затримка і наявність залишкової черзі (якість дорожнього руху на ІРП).

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

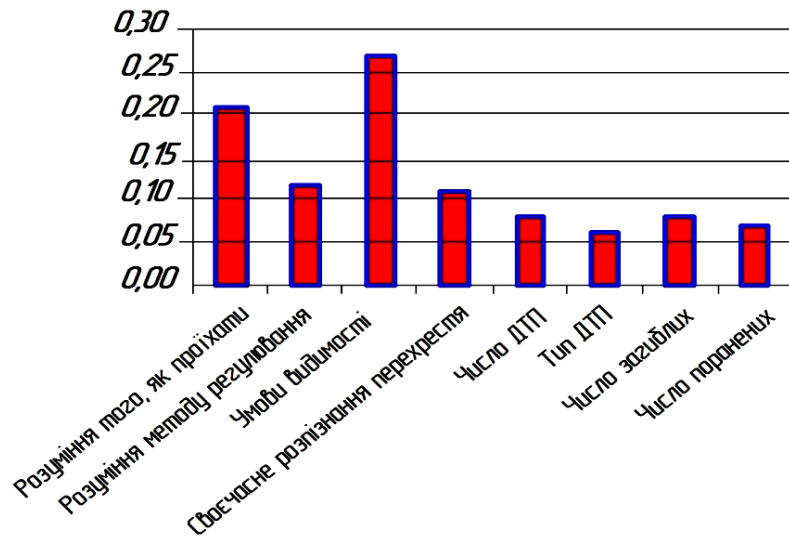


Рис.1.3. Значимість показників безпеки дорожнього руху на перехрестях експертами,  $r = 0,88$ ,  $W = 0,65$

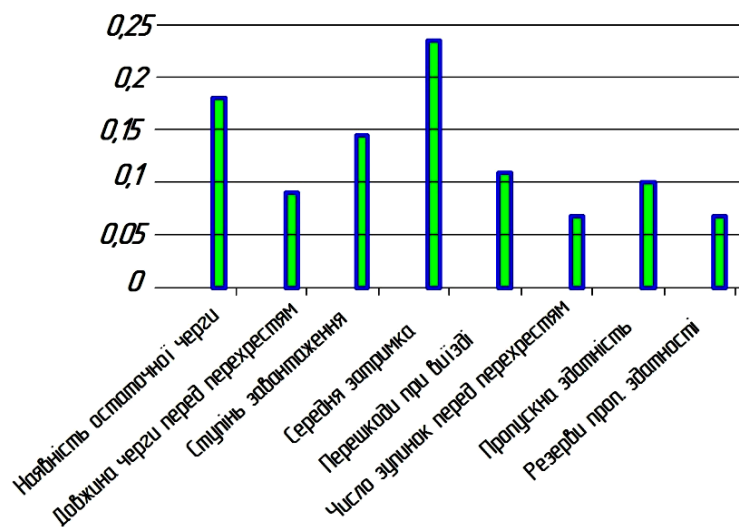


Рис.1.4. Значимість показників якості дорожнього руху на перехрестях експертами,  $r = 0,94$ ,  $W = 0,69$

Для того щоб визначити які споживчі властивості необхідно підвищувати в залежності від цільових функцій ІРП необхідно систематизувати споживчі властивості.

#### 1.4 Система споживчих властивостей ізольованих регульованих перехресть

Враховувати всі споживчі властивості регульованого перехрестя доріг завдання трудомістке, тому що на регульованому перехресті стикаються інтереси великого числа зацікавлених осіб. До потреби оцінки споживчих властивостей потрібно підходити диференційовано в залежності від стадії проектування, цілей і завдань підвищення споживчих властивостей, пріоритетності окремих учасників дорожнього руху або інших зацікавлених осіб на ІРП.

Експлуатуюча організація і контролюючі органи повинні відповідати за експлуатаційну надійність. Екологічний вплив має в першу чергу враховуватися на перехрестях, розташованих поруч з пішохідними зонами з інтенсивним пішохідним рухом і житловими масивами, а також при вирішенні стратегічних транспортних завдань. Так як найбільш ефективні методики підвищення екологічних споживчих властивостей на регульованому перехресті пов'язані з типами проїжджаючих через перехрестя транспортних засобів, а основний екологічний вплив виявляється на місцевих жителів.

Економічні чинники є вирішальними для проведення або НЕ проведення заходів щодо підвищення споживчих властивостей ІРП. При це економічна оцінка (детальна або укрупнена), на думку автора, повинна проводитися обов'язково, тому що прийняття навіть стратегічних рішень (наприклад, в генплані про будівництво розв'язок в різних рівнях) без урахування фінансування дорожньої галузі регіону необґрунтовано.

Підставою для запропонованої системи споживчих властивостей є системний аналіз ІРП як підсистеми УДС, а також результати експертного опитування. На думку автора, пропонується система повинна сприяти комплексній оцінці умов дорожнього руху на ІРП (Виявлення причин і встановлення наслідків незадовільних споживчих властивостей), обґрунтуванню тих чи інших оптимізаційних заходів.

Критеріями, що свідчать про безпеку дорожнього руху на ІРП, які можуть

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

бути зафіксовані в момент обстеження, є: кількість і ступінь небезпеки конфліктних точок між пропускають потоками; забезпеченість бічної видимості; відстань, на якому можна розпізнати перехрестя при наближенні до нього; відповідність логіки руху водіїв та пішоходів схемою організації дорожнього руху. Статистичні показники аварійності не можуть безпосередньо бути визначені не водіями, які не пішоходами, крім того, на ці показники впливають безліч інших непрямих причин (Погодні умови, стан покриття проїзної частини та ін.).

Основним оцінюваним за розрахунком і визначаються на місцевості споживчим властивістю на критеріальному рівні ІРП для водіїв і пасажирів є середня затримка на даному перехресті. Якість дорожнього руху є споживчим властивістю ІРП більш прийнятною учасниками дорожнього руху через затримки. Тому підвищення споживчих властивостей ІРП при пріоритетному обліку транспортних потоків (згідно з думкою експертів) - це процес підвищення якості дорожнього руху, тобто скорочення середніх затримок. Наявність залишкової черзі після роз'їзду основної черги автомобілів за тривалість дозволяючого сигналу свідчить про перевантаження даної фази регулювання, а значить про низькі споживчі властивості ІРП. Одним з найважливіших допоміжних споживчих властивостей ІРП є величина потоку насичення, значення якої визначає точність оцінки параметрів управління (ступеня завантаження, затримок, довжин черг, пропускну здатності).

### 1.5 Пріоритетність заходів підвищення споживчих властивостей ізольованих регульованих перехресть і оцінка їх ефективності

Як було сказано раніше, альтернативою математичної оптимізації, спрямованої на підвищення споживчих властивостей ІРП, є управлінські рішення, що ґрунтуються на чітких механізмах прийняття рішень. У Німеччині в останні роки розроблено ряд рекомендацій по менеджменту якості дорожнього руху на ІРП [9,7,13], в яких на основі комплексу спрощених

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

методик і алгоритмів пропонується набір оптимізаційних заходів спрямованих на підвищення споживчих властивостей РП.

Відомо, що проектування регульованого перехрестя ґрунтується на вихідних даних, які за період експлуатації як в короткостроковій перспективі (протягом доби, тижня, місяця, року), так і протягом усього часу експлуатації можуть значно змінюватися. Крім підвищення інтенсивності дорожнього руху, можуть змінюватися розподілу інтенсивностей дорожнього руху за напрямками. В умовах обмежених ресурсів (фінансових, часових) тільки у виняткових випадках (проблемні перетину) проводиться детальне дослідження умов дорожнього руху на ІРП [9].

На підставі попереднього дослідження на місцевості (спрощені методики) і опитування експертів можуть бути виявлені недоліки ІРП.

З огляду на класифікацію [4], міські дороги і вулиці в Росії можна розділити відповідно до мережевого значенням доріг і вулиць:

1. Магістральні дороги швидкісного руху; магістральні вулиці загальноміського значення безперервного руху;
2. Магістральні вулиці загальноміського значення регульованого руху; магістральні дороги регульованого руху;
3. Магістральні вулиці районного значення та інші.

Пропонована класифікація ІРП є прикладом, розробка аналога німецьких рекомендацій [8,7] по менеджменту якості дорожнього руху на ІРП є, на думку автора, актуальним завданням для дослідження.

Для сучасних умов недостатнього фінансування транспортної інфраструктури в Україні саме менеджмент якості, заснований на чітких методиках прийняття оптимальних рішень, може сприяти підвищенню споживчих властивостей ІРП. Управляти якістю дорожнього руху на ІРП можна за допомогою оцінки рівня зручності руху (УУД) до проведення конструктивних або програмних змін; прогнозування УУД на етапі проектування, враховуючи витрати, наявність площ, ефект від різних варіантів рішень; оцінки якості руху після здійснення запроєктованих заходів,

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15



враховуючи сприйняття якості дорожнього руху користувачами (рис. 1.5.). При цьому можна оцінити різницю між очікуваним, бажаним, досягнутим і більш прийнятною якістю, виявити прорахунки та помилки, продуктивність проводили проектні та будівельні роботи організацій.



Рис.1.5. Кругообіг якості при управлінні дорожнім рухом

Введення системи якості повинно сприяти безперервному поліпшенню якості. На рис. 1.6. представлена загальна схема для управління системою якості.



Рис.1.6. Загальний принцип послідовності дій для поліпшення системи якості

Загальний рівень зручності руху на регульованому перехресті повинен визначатися по сигнальній групі з найгіршими умовами руху (найбільші затримки, ступінь завантаження).

Якщо відсутні можливості для поліпшення умов руху всіх сигнальних груп на перехресті, то необхідно забезпечити прийнятний УУД на пріоритетних напрямках (наприклад, потік зі значною часткою громадського транспорту, тим самим, забезпечуючи максимальну ефективність використання провізної здатності транспорту). Прикордонне значення пропускної здатності знаходиться в кінці рівня Е на переході до рівня F. На кордоні пропускної здатності затримки дуже великі. Для ІРП цей випадок, очевидно, є не бажаним. Розмежування рівнів зручності руху дозволяє визначити допустимий рівень завантаження, як все перехрестя, так і окремих смуг, при якому бажаний загальний УУД ще зберігається.

З огляду на вищенаведене, можна зробити висновок, що при проектуванні ІРП і оцінці його споживчих властивостей потрібно звертати увагу не тільки на пропускну здатність, але і на забезпечення бажаного рівня зручності руху для певних груп учасників дорожнього руху.

З метою гармонізації українських нормативів із зарубіжними документами необхідна розробка російських рекомендацій по оцінці якості дорожнього на регульованому перехресті. На думку автора, саме досвід Німеччини в розробці документів подібних НBS [6] і НСМ [9] найбільш застосуємо для Росії. Так як НBS розробляли, враховуючи досвід США, у відносно короткий термін (7 років). Історія розробки НСМ значно довше (перша версія випущена ще в 1950р.), Потрібні численні дослідження (фінансові витрати) для обґрунтування застосовності даних НСМ до українських умов, неприпустимі в сучасних умовах недостатнього фінансування дорожньої галузі.

Рівень зручності руху - суб'єктивний параметр, однозначно неякісний продукт «організація і управління дорожнім рухом» можна вважати для УУД Е і F. Для ефективного управління якістю дорожнього руху на ІРП необхідно:

Встановити прикордонні і прикордонні значення критеріїв оптимізації;  
Оцінити ці значення для певних періодів часу; Регулярно перевіряти і уточнювати рівні вимог.

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

1.6. Рекомендації щодо підвищення транспортних споживчих властивостей ізольованих регульованих перетинів на УДС міст на основі використання сучасної моделі потоку насичення

1.6.1. Алгоритм підвищення споживчих властивостей ІРП

Для розробки рекомендацій щодо підвищення транспортних споживчих властивостей ізольованих регульованих перетинів на УДС міст розробимо відповідний алгоритм такого підвищення, враховуючи використовувані розрахункові методи [7,3,1,6].

Оцінюючи значення споживчих властивостей ІРП (ступеня завантаження, наявність резервів пропускнуої здатності фаз регулювання, затримок для окремих учасників дорожнього руху), застосовуючи програмні, організаційні та конструктивні методи їх підвищення можна прийняти оптимальне рішення, необхідне в конкретних умовах з урахуванням цільових функцій підвищення споживчих властивостей. Можливі методи прийняття рішення представлені на рис. 1.7. При цьому виділяють дискурсивні методи - логічні умовиводи (протилежні інтуїтивним методам) і евристичні методи - сукупність логічних прийомів і методичних правил теоретичного дослідження і відшукування істини.

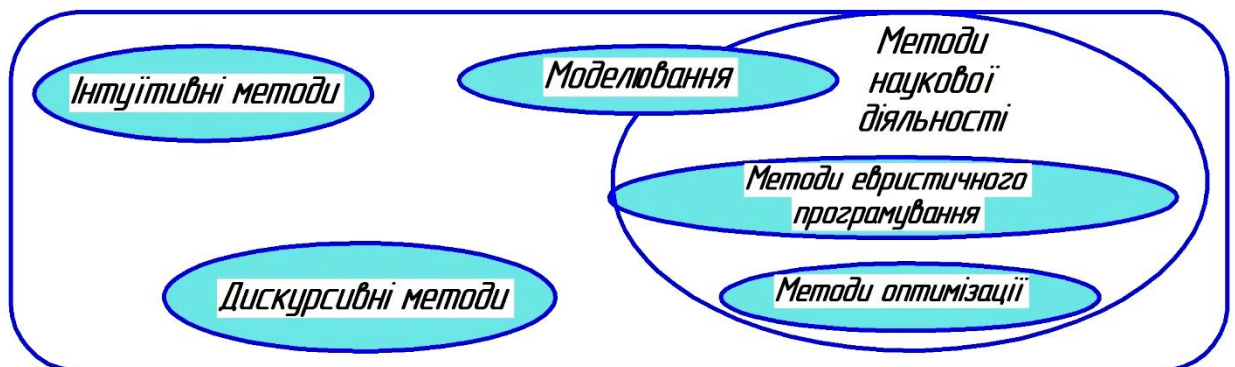


Рис.1.7. Безліч методів прийняття рішення

Врахувати споживчі властивості ІРП, які не описані функціями математичної оптимізації (затримки, ступінь завантаження) можна за рахунок

втручання людини-експерта, тобто за допомогою управлінського рішення (рис. 1.8.).

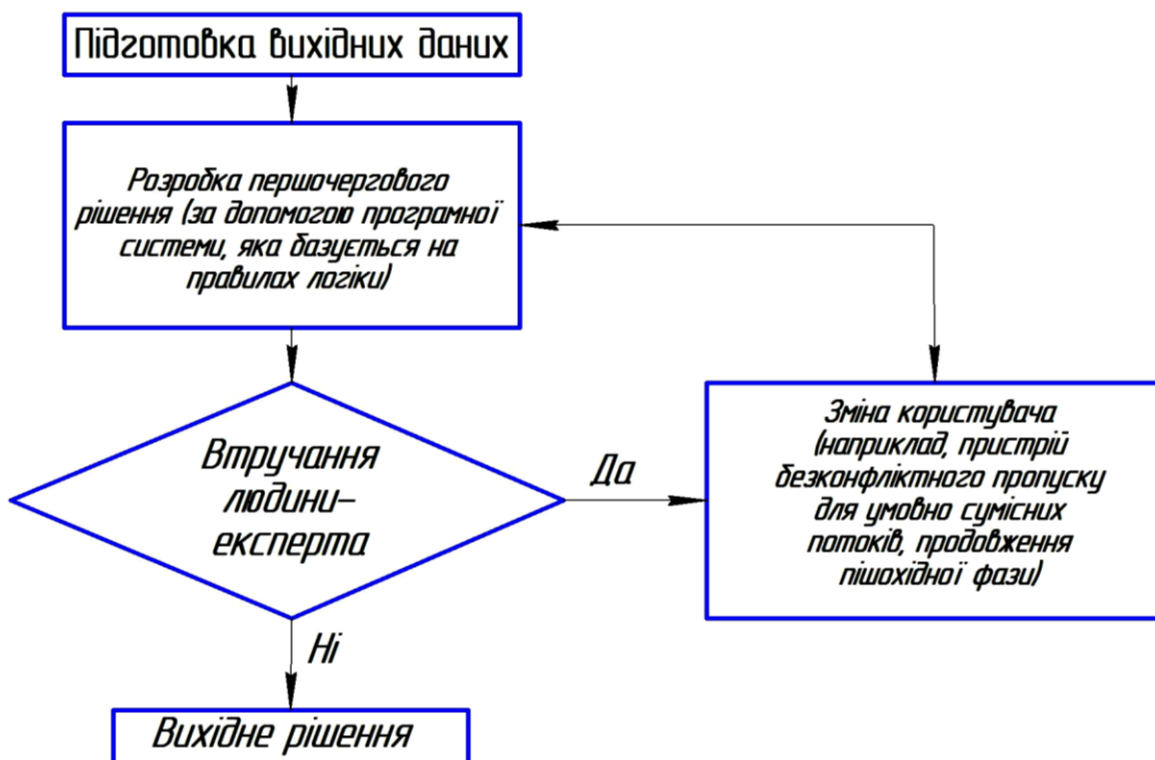


Рис.1.8. Втручання експерта при прийнятті остаточного рішення

Вихідними даними для підвищення споживчих властивостей перетину доріг є розподіл інтенсивностей транспортних і пішохідних потоків за напрямками і за складом, геометричні параметри перехрестя, теоретичні значення пропускної здатності смуги руху на ІРП (значення потоку насичення). На підставі цих параметрів розраховуються проміжні такти, визначається тривалість циклу. Після чого можна визначити практичну пропускну здатність і оцінити затримки на ІРП.

Визначальними споживчими властивостями (застосовуваними для управління) на ІРП, є середні затримки транспортних засобів. Середні затримки пов'язані з середньою швидкістю повідомлення на УДС - основним споживчим властивістю автомобільної дороги [9]. Тому підвищення споживчих властивостей ІРП при пріоритетному обліку транспортних потоків (результат експертного опитування) - це процес підвищення якості дорожнього руху, тобто скорочення затримок.

					РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

З огляду на запропоновану систему споживчих властивостей ІРП, отриману модель для оцінки величин потоку насичення, міжнародні тенденції в оцінці рівня зручності руху (УУД), що застосовуються методики проектування світлофорного регулювання і методи підвищення споживчих властивостей ІРП пропонується наступний алгоритм підвищення споживчих властивостей (рис. 1.9.).

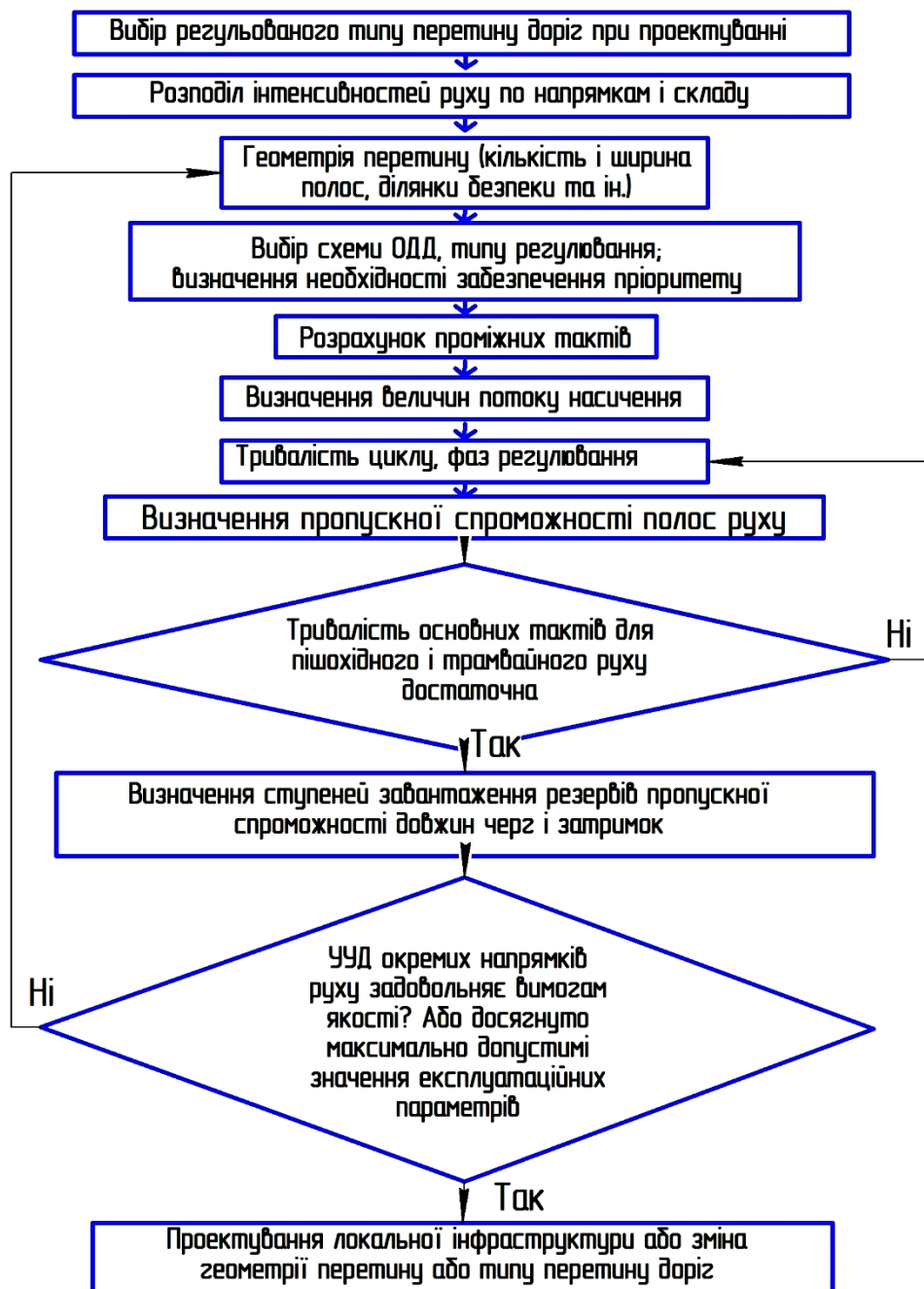


Рис.1.9. Алгоритм підвищення транспортних властивостей перехрестя

## Деталізація алгоритму

1. Відповідно до ГОСТ 52289-2004 [6]. При цьому в зарубіжній технічній літературі рекомендується оцінювати, крім показників інтенсивності руху та аварійності на РП, мережеву функцію автомобільної дороги, вплив даного перетину доріг на сусідні перетину, наявну вільну від забудови площа (рис.1.9.) для застосування інших типів перетинів.

2. Відповідно до спостережуваних або прогнозованим значенням. Вибір розрахункової інтенсивності руху за напрямками та складу необхідно проводити, враховуючи, що, для оцінки пропускної здатності, наведена інтенсивність дорожнього руху повинна розраховуватися з коефіцієнтами приведення не приводять до завищення фактичної інтенсивності руху [2]. При оцінці інтенсивності руху потрібно враховувати, що виділяють інтенсивність роз'їжджаються з перехрестя транспортних засобів та інтенсивність під'їжджають транспортних засобів за певний період спостережень. В якості розрахункових періодів необхідно вибирати характерні критичні «пікові» і «міжпікові» періоди.

3. Визначати згідно з існуючим або прогнозованим розподілом інтенсивностей дорожнього руху. Значний вплив на якість дорожнього руху на ІРП надає число і типи смуг руху, наявність центральної розділювальної смуги, острівців безпеки.

4. Вибір схеми ОДР рекомендується проводити в залежності від цільового призначення ІРП (підвищення пропускної здатності або безпеки дорожнього руху). Забезпечення пріоритетності окремих учасників дорожнього руху, окремих напрямків руху є однією з основних функцій світлофорного регулювання [4].

5. Згідно з рекомендаціями [3]. Втрати загальної пропускної здатності, як правило, відбуваються в проміжні такти світлофорного циклу, тому що в цей період припиняється рух транспортних засобів. У Німеччині проміжні такти призначаються більш тривалими, ніж в США [6] і в Україні [3], що теоретично

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

повинно призводити до зниження пропускної здатності та підвищення безпеки дорожнього руху. У Німеччині методика оцінки проміжних тактів [13] більш деталізована, ніж застосовувана в Україні.

6. На величину потоку насичення на смузі руху ІРП впливає велика кількість чинників, тому для існуючого ІРП необхідно визначати на місцевості значення потоку насичення, а для проєктованого користуватися отриманими значеннями в ході дослідження, з огляду на межі застосування отриманої моделі, а саме поздовжні ухили на підходах до 3%, частка вантажного транспорту до 10%.

7. Оптимальна тривалість циклу в Україні і за кордоном, як правило, визначається за методикою Вебстера. Для ІРП з інтенсивностями руху, що перевищують пропускну здатність, рекомендується обмежувати тривалість циклу. Так при двофазному світлофорному регулювання в Україні тривалість циклу не повинна перевищувати 70 с, при трифазному - 90 с, при чотирьохфазна - 110 с [9], мінімально рекомендована тривалість циклу - 25 секунд [3].

8. Пропускна здатність ІРП може бути визначена різними методами.

9. Необхідною є перевірка достатності основних тактів для пішохідного і трамвайного руху, на підставі якої можлива корекція тривалості основних тактів і тривалості циклу.

10. Визначення споживчих властивостей, що використовуються при ухваленні рішення про їх оптимальності, може ґрунтуватися на застосовуваних в Україні методиках оцінки затримок (при ступеня завантаження напрямку руху менше одиниці) і оцінці ступеня завантаження (з урахуванням уточнених значень потоку насичення). Разом з тим, в сьогодишніх умовах перенасичених транспортних потоків на УДС міст України потрібна розробка методик для оцінки затримок, довжин черг або обґрунтування можливості застосування зарубіжних методик [1,10].

11. Для оцінки якості дорожнього руху на ІРП повинні бути встановлені цілі забезпечення якості та рівні якості. Поняття якість дорожнього руху -

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

узагальнений показник оцінки умов дорожнього руху учасниками дорожнього руху. Правильним є облік того, що хочуть безпосередні споживачі (учасники дорожнього руху, місцеві жителі). Наприклад, УУД С на головних магістралях D - на другорядних

12. Проектування ІРП необхідно проводити з урахуванням пред'явлених до них вимог, з обов'язковим обґрунтуванням пропускнуої здатності і якості дорожнього руху, що робиться як в Німеччині, так і в США. Особлива увага до світлофорному регулюванню необхідно приділяти у шкіл, лікарень, пожежних частин, місць масового скупчення людей під час використання даних світлофорних об'єктів [4].

Таким чином, підвищення споживчих властивостей ІРП - це процес оптимізації цільових функцій, що ґрунтується на оцінці вихідних даних і на правильному виборі критеріїв оптимізації. Споживчі властивості ІРП можуть бути підвищені конструктивними, організаційними і програмними методами, а також методами якісного змісту ІРП. При цьому потрібно прагнути не до максимально можливим споживчим якостям ІРП, а до оптимальним, відповідним реальній дорожньо-транспортній ситуації, з огляду на фінансові та часові ресурси.

#### 1.6.2. Економічне обґрунтування заходів щодо підвищення споживчих властивостей

Економію від проведення заходів спрямованих на підвищення споживчих властивостей ІРП, враховуючи, а також [6] рекомендується визначати за формулою:

$$E = E1 + E2 + E3 + E4 - K, \text{ де}$$

E1 - економія від скорочення капітальних вкладень в дорожню галузь через поліпшення дорожніх умов;

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23



Е2 - зниження витрат на перевезення вантажів і пасажирів (витрата бензину, затримки пасажирів і вантажів);

Е3 - скорочення втрат через ДТП;

Е4 - скорочення екологічних втрат;

К - витрати, пов'язані з підвищенням споживчих властивостей.

Облік всіх можливих втрат на ІРП трудомісткий і за допомогою застосовуваних методик не в повній мірі обґрунтований.

Так втрати через ДТП на ІРП повинні бути пов'язані саме з типом перетину доріг і методами організації дорожнього руху, ДТП скоєні з інших причин не повинні враховуватися при оцінці економічної ефективності. Втрати через екологічного впливу на ІРП не можуть бути значно скорочені, так як найбільш ефективні методики підвищення екологічних властивостей на ІРП пов'язані з типами проїжджаючих через перехрестя транспортних засобів та середньої фактичної швидкістю повідомлення на УДС.

Найбільш простим показником, який можна оцінити на місцевості є середні затримки транспортних засобів, при цьому для економіки країни пріоритетними є водії і пасажирів, задіяні в народно-господарської діяльності, облік яких трудомісткий, тому для оцінки економічної ефективності в якості основних розрахункових показників застосована середня затримка транспортного засобу і її цінове значення.

Для розглянутого ІРП середньорічна інтенсивність руху легкових (рис.1.10.) і вантажних (рис. 1.11.) автомобілів визначена за методикою [6].

			12	11	10			
			направо	прямо	наліво			
			1315	18466	4234			
1	наліво	11941				5780	направо	9
2	прямо	11951				14721	прямо	8
3	направо	1315				1084	наліво	7
			1950	13389	1904			
			наліво	прямо	направо			
			4	5	6			

Рис.1.10. Середньорічна добова інтенсивність руху автомобілів, легкових авт. / добу

			12	11	10		
			направо	прямо	наліво		
			0	1634	397		
1	наліво	1194				0	направо 9
2	прямо	418				1148	прямо 8
3	направо	0				0	наліво 7
			0	1167	0		
			наліво	прямо	направо		
			4	5	6		

Рис.1.11. Середньорічна добова інтенсивність руху автомобілів, вантажних авт.  
/ добу

Вихідні для розрахунку економічної ефективності дані прийняті на підставі [5]:

Витрати на простий легкового автомобіля 95 грн. / Авт.год;

Витрати на простий вантажного автомобіля 433,8 грн. / Авт.год;

Число робочих днів у році - 250 (для обліку народно-господарських втрат).

Рекомендовані тривалості циклу регулювання в Німеччині (табл. 1.1. [8]) дещо відрізняються від існуючих рекомендацій.

Таблиця 1.1.

Рекомендована тривалість циклу регулювання

Кількість фаз	Тривалість циклу регулювання, секунд		
	мінімальна	нормальна	максимальна
2	30	45-60	80
>2	50	65-80	100(120)

Проведення програмних заходів (зменшення тривалості циклу і підбір оптимального розподілу часток дозволеного сигналу за напрямками руху) для «міжпікові» періоду призводить до скорочення середніх затримок транспортних засобів на 15%. А це призводить до скорочення щорічних втрат тільки через простий транспортних засобів на 4,6 млн. грн.

Застосування програмних заходів для «пікового» періоду на розглянутому ІРП не призводить до помітного скорочення середніх затримок.

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Істотне скорочення затримок в «піковий» період можливо за рахунок влаштування додаткових смуг на розглянутому ІРП (рис. 1.12.).

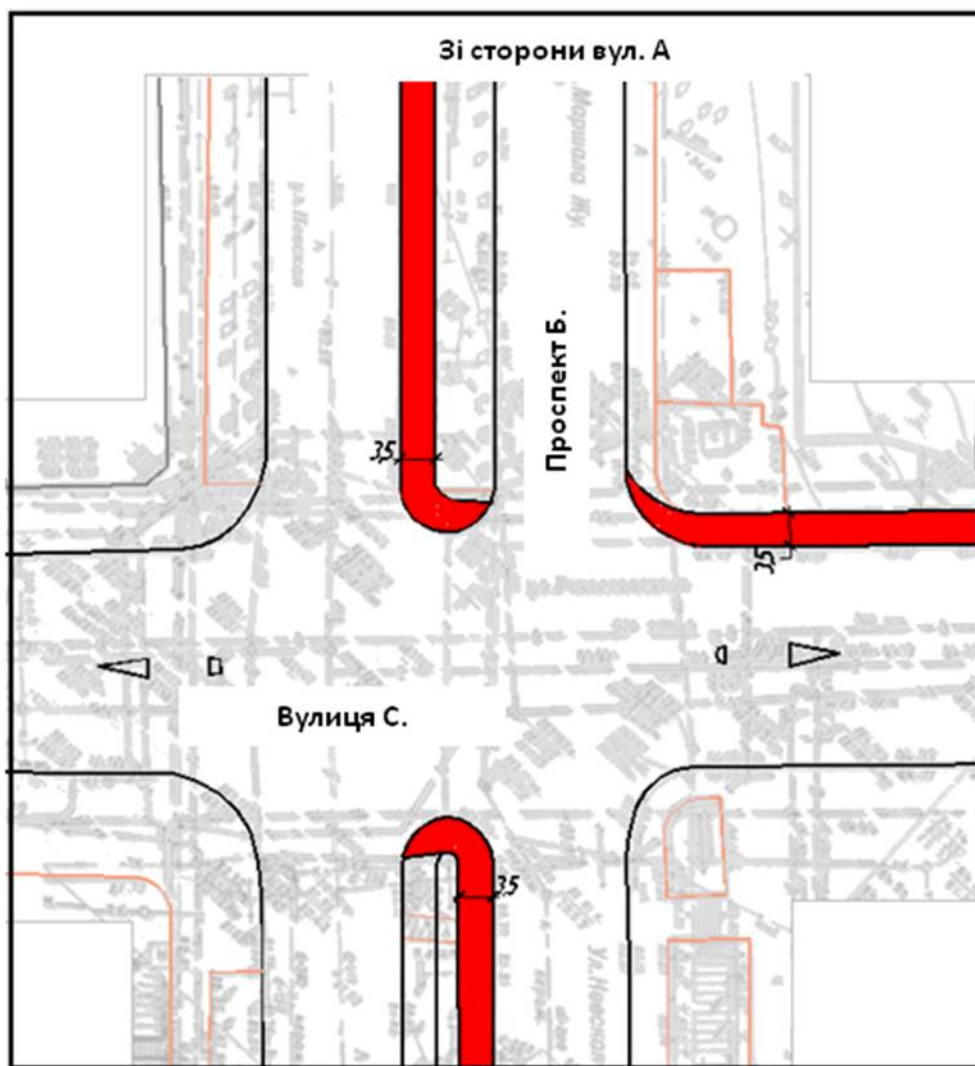


Рис.1.12. Улаштування додаткових смуг на перехресті

Крім того для ранкового «пікового» періоду для пропуску інтенсивного потоку повертають наліво автомобілів (напрямок 10) можливе застосування «відсічення» зустрічного потоку прямого напрямлення на 4с, що призводить до скорочення середніх затримок з 285с до 52с даного напрямку руху (методика НБС 2001 [10]). Застосування організаційних і конструктивних заходів призведе до скорочення середньої затримки на ІРП на 84%. А це може призвести до скорочення втрат народного господарства тільки через простій транспортних засобів у години «пік» (0,39 - частка «пікового» періоду за період експлуатації ІРП в робочі дні з 6:00 до 24:00) на 57, 8 млн. грн. на рік. Загальна

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

пропускна здатність ІРП збільшиться з 6791 прив. авт / год до 8836 прив. авт / год, тобто на 30%.

Розроблений загальний алгоритм підвищення транспортних споживчих властивостей ізольованих регульованих перетинів на УДС міст визначає місце застосування сучасної моделі потоку насичення, що встановлюється з урахуванням геометричних характеристик перетинів і сучасного складу транспортних потоків, в існуючих методах оцінки і підвищення споживчих властивостей ІРП на УДС міст. Так використання при проектуванні ІРП отриманих за допомогою цієї моделі значень потоку насичення дозволяє скоротити величину затримок на ІРП на 15%.

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

## 2.ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

### 2.1. Розрахунок пропускної можливості ділянок мережі

Важливішим критерієм, що характеризує функціонування шляхів повідомлення є їх пропускна можливість. Пропускною можливістю дороги є максимальне число автомобілів, які можуть пройти відрізу дороги на протязі певного відрізка часу при забезпеченні заданої швидкості і безпеки руху.

Пропускна здатність багатосмугових вулиць не є арифметичною сумою пропускної спроможності кожної зі смуг. Цепояснюється необхідністю маневрування для перебудування, здійснення поворотів і розворотів на перетинаннях, зупинках и ін. Пропускную можливість вулиць неперервного руху з багатосмуговою проїжджою частиною розраховують за формулою:

$$P_k = P_0 \cdot K_n, \text{ авт./год.}$$

де  $P_k$  –пропускна можливість k-тоїділянки мережі, авт./год.;

$P_0$  –розрахункова пропускна можливість одної смуги руху, авт./год.;

$K_n$  –коефіцієнт,щовраховуєвпливкількостісмугнапропускну можливість. Значення  $K_n$  обирають із табл.2.1.

Таблиця 2.1.

Залежність  $K_n$  від кількості смуг руху

Кількість смуг руху	1	2	3	4	5	6
$K_n$	1,0	1,8	2,4	2,9	3,4	3,9

Розрахункову пропускну можливість приймають  $P_0 = 1000$  авт./год. з умов забезпечення необхідних маневрів у транспортному потоці та  $P_0 = 1200$  авт./год. при відсутності в потоці змін смуг руху. Розрахунки зведені у табл.2.2.

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

## Пропускна спроможність ділянок мережі

Кількість смуг руху	Коефіцієнт, що враховує кількість смуг, $K_n$	Пропускна спроможність, $P_k$ , а вт./год.	Ділянки мережі
1	1,0	1200	7-8, 12-13
2	1,8	1800	1-3, 9-13, 2-4, 10-11, 8-12, 5-10, 4-9
3	2,4	2400	4-5, 8-9, 3-4, 5-6, 3-8, 9-10

## 2.2.Визначення характеристик дорожнього руху

Характеристики дорожнього руху визначаються для кожної ділянки транспортної мережі за напрямками.

В якості вихідних даних для розрахунку приймається значення транспортного попиту і довжини ділянки мережі. При отриманні матриці кореспонденції транспортних засобів величина між транспортними районами залежить від відстані між ними і об'єму відправлення та прибуття транспортних засобів по районах. Значення інтенсивності дорожнього руху на ділянках мережі розраховується за даними матриці кореспонденції як сума кореспонденцій, які рухають на даній ділянці.

Дані наведені в [7].

Інтенсивність руху у наведених одиницях визначають за допомогою коефіцієнтів приведення:

$$N_k^{np} = N_k \cdot \sum_{j=1}^z d_j \cdot K_{npj}, \quad (2.1)$$

де  $N_k^{np}$  – інтенсивність руху на  $k$ -й ділянці мережі в приведених одиницях, авт./год.;

$z$  – кількість транспортних засобів у транспортному потоці;

					РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

$d_j$  – питома вага  $j$ -го виду транспортних засобів у потоці;

$K_{npj}$  – коефіцієнт приведення  $j$ -го виду транспортних засобів до легкового автомобіля.

Таблиця 2.3.

Значення коефіцієнтів приведення

Найменування транспортних засобів	Коефіцієнт приведення, $K_{np}$
1. Легкові автомобілі	1,0
2. Вантажні автомобілі ( $g_n < 4$ т)	2,0
3. Вантажні автомобілі ( $g_n = 4-8$ т)	2,5
4. Вантажні автомобілі ( $g_n > 8$ т)	3,0
5. Автобуси	2,5
6. Тролейбуси	3,0
7. Автопоїзди ( $g_n < 12$ т)	3,5

1-3:

$$N_k^{np} = 630 \cdot (0,46 \cdot 1 + 0,18 \cdot 2 + 0,12 \cdot 2 + 0,08 \cdot 2,5 + 0,05 \cdot 2,5 + 0,05 \cdot 3 + 0,06 \cdot 3,5) = 1099 \text{ (авт./год.)}$$

Рівень завантаження дороги рухом визначають за співвідношенням:

$$K_z = \frac{N_k^{np}}{P_k}, \quad (2.2)$$

де  $K_z$  – рівень завантаження дороги рухом;

$P_k$  – пропускна можливість  $k$ -ої ділянки мережі, авт./год.

$$1-3: K_z = \frac{1099}{1800} = 0,61$$

Швидкість транспортного потоку розраховують за матеріалами обстеження, які подані у вих. даних.

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Ще одним параметром, що характеризує є швидкість. Швидкість транспортного потоку – це середня швидкість транспортних засобів на визначеному відрізку шляху за визначений відрізок часу. Швидкість транспортного потоку визначається за формулою:

$$\bar{V} = \sum_{i=1}^n V_i / n, \quad (2.3)$$

де  $\bar{V}$  – швидкість потоку в і-том випробуванні, км/год.;

$n$  – кількість випробувань.

$$\bar{V} = \frac{43 + 40 + 41 + 41 + 44 + 44 + 44 + 44 + 43 + 44 + 41 + 42}{12} = 42,583 \quad (\text{км/год.})$$

Після визначення швидкості транспортного потоку, необхідно визначити чи достатньо проведено випробувань для забезпечення необхідної точності і надійності результатів. Достатній об'єм вибірки розраховується за формулою:

$$n_{\text{номр}} = \frac{t_{\alpha}^2 \cdot \sigma^2}{\eta^2}, \quad (2.4)$$

де  $t_{\alpha}$  – функція надійної імовірності, див. вих. дані;

$\sigma$  – середньоквадратичне відхилення, км/год.;

$\eta$  – допустиме відхилення, км/год.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_i - \bar{V})^2}{n}}, \quad (2.5)$$

де  $V_i$  – швидкість потоку в і-том випробуванні, км/год.;

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31



$n$  – кількість випробувань.

$$\sigma = \sqrt{\frac{24,94}{12}} = 1,442$$

Допустиме відхилення розраховуємо за формулою:

$$\eta = \Delta \cdot \bar{V} \quad (2.6)$$

де  $\Delta$  – відносна точність обліку, див. вих. дані.

$$\eta = 0,02 \cdot 42,583 = 0,852 \text{ (км/ГОД.)}$$

Значення функції довірчої імовірності  $t_\alpha$  обирають залежно від довірчої імовірності  $\alpha$  (див. вих. дані).

Таблиця 2.4

Значення функції довірчої імовірності

Довірча імовірність $\alpha$	0,8	0,9	0,95
Функція довірчої імовірності $t_\alpha$	1,28	1,65	1,96

$$n_{\text{нотр}} = \frac{1,96^2 \cdot 2,08}{0,852^2} = 11,006$$

$n > n_{\text{нотр}}$ , тобто можна зробити висновок, що проведеної кількості випробувань достатньо для забезпечення необхідної надійності результатів.

Щільність транспортних потоків на ділянках мережі розраховуємо за співвідношенням:

$$q = \frac{N_k^{np}}{\bar{V} \cdot n_{cm}} \quad (2.7)$$

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

де  $n_{см}$  – кількість смуг руху.

$$1-3: q = \frac{1099}{42,583 \cdot 1} = 26 \text{ (авт./км)}$$

Усі розраховані характеристики дорожнього руху занесені до підсумкової таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Параметри дорожнього руху

Ділянки мережі	Кількість смуг руху	Довжина	Пропускна спроможність	Інтенсивність		Рівень завантаження	Щільність тр-го потоку
				в фізичних од.	в приведених од.		
1-3	1	2,1	1800	630	1099	0,61	26
2-4	2	1,6	1800	28	49	0,027	1
3-1	1	2,1	1800	815	1402	0,79	33
3-4	3	1,9	2400	360	628	0,26	5
3-8	3	2,0	2400	673	1174	0,49	10
4-2	2	1,6	1800	89	155	0,086	2
4-3	3	1,9	2400	358	625	0,26	5
4-5	3	1,9	2400	444	775	0,32	6
4-9	2	1,6	1800	560	977	0,54	12
5-4	3	1,9	2400	468	817	0,34	6
5-6	3	2,2	2400	59	103	0,04	1
5-10	2	2,1	1800	188	328	0,18	4
6-5	3	2,2	2400	50	87	0,036	1
7-8	1	1,7	1200	839	1464	1,22	34
8-3	3	2,0	2400	856	1494	0,62	12
8-7	1	1,7	1200	852	1487	1,24	35
8-9	3	1,3	2400	1150	2007	0,84	16
8-12	2	1,6	1800	48	84	0,05	1
9-4	2	1,6	1800	704	1228	0,68	14
9-8	3	1,3	2400	1205	2103	0,88	17
9-10	3	1,8	2400	756	1319	0,55	10
9-13	1	1,3	1800	785	1370	0,76	32
10-5	2	2,1	1800	239	417	0,23	49
10-9	3	1,8	2400	974	1700	0,71	13
10-11	2	1,7	1800	693	1209	0,67	14
11-10	2	1,7	1800	811	1415	0,79	17

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>			Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				33

12-8	2	1,6	1800	27	47	0,026	1
12-13	2	1,4	1200	31	54	0,045	1
13-9	1	1,3	1800	767	1338	0,74	31
13-12	2	1,4	1200	54	34	0,078	1

Розміщення зупиночних пунктів впливає на безпеку руху й пропускну можливість дороги. Існують такі вимоги до розміщення зупиночних пунктів:

- безпека руху пішоходів;
- мінімальні затримки руху транспортних засобів;
- мінімум часу руху пасажирів до зупиночних пунктів.

У практиці організації руху МПТ відстань зупиночних пунктів складає 400-600 м - для звичайних маршрутів й 800-1200 м для швидкісних маршрутів.

Зупиночні пункти МПТ можуть бути розташовані як перед перехрестями, так і за ними. Для автобусів та тролейбусів більш прийнятним є розташування зупинок за перехрестями.

### 2.3. Розрахунок характеристик руху на маршрутах

Розрахуємо на кожному маршруті МПТ слідує характеристики: час зворотного рейсу, інтервал та інтенсивність руху транспортних засобів, швидкість сполучення.

Час зворотного рейсу розраховується за формулою:

$$t_{зв} = \frac{2 \cdot l_m}{V_m} + n_{нз} \cdot t_{нпр} + 2 \cdot t_{нк}$$

де  $l_m$  – відстань між кінцевими зупинках маршруту, км;

$V_m$  – швидкість руху транспортних засобів на маршруті, км/год.;

$n_{нз}$  – кількість проміжних зупинок на маршруті в обох напрямках;

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
						34
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_{nnp}$ —час простою на проміжних зупинках маршруту, год.;

$t_{нк}$ —час простою на кінцевих зупинках маршруту, год.

$$t_{зв} = \frac{2 \cdot 6,5}{25} + 20 \cdot 0,01 + 2 \cdot 0,03 = 0,78 \quad (\text{год.})$$

Інтервал руху транспортних засобів на маршруті розраховується по формулі:

$$I = \frac{t_{зв}}{A_m},$$

де  $A_m$ — кількість транспортних засобів працюючих на маршруті.

$$I = \frac{0,78}{15} = 0,052 \quad (\text{год.})$$

Інтенсивність руху транспортних засобів на маршруті розраховується по формулі:

$$N_m = \frac{1}{I},$$
$$N_m = \frac{1}{0,052} = 19 \quad (\text{авт./ГОД})$$

Швидкість сполучення розраховуємо за формулою:

$$V_c = \frac{2 \cdot l_m}{t_c},$$

де  $t_c$ —час сполучення на маршруті, год.

Час сполучення на маршруті розраховуємо за формулою:

$$t_c = \frac{2 \cdot l_m}{V_m} + n_{нз} \cdot t_{nnp},$$
$$t_c = \frac{2 \cdot 6,5}{25} + 20 \cdot 0,01 = 0,72 \quad (\text{год.})$$

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$$V_c = \frac{2 \cdot 6,5}{0,72} = 18,05 \text{ (км/год.)}$$

Характеристики руху МПТ на маршрутах занесені до підсумкової таблиці 2.6.

Таблиця 2.6.

Параметри дорожнього руху МПТ на маршрутах

Маршрут	Кількість одиниць	Кількість проміжних зупинок	Довжина маршруту, км	Час зворотнього рейсу, год	Час зворотнього рейсу, хвил.	Інтервал руху, хвил	Інтенсивність руху, авт/год	Час сполучення, год	Швидкість сполуч., км/год
7-8-9-10-11	15	20	6,5	0,78	46,8	3,12	19	0,72	18,05
1-3-4-5-3	13	20	8,1	0,908	54,48	4,14	15	0,846	19,14
1-3-8-12-13	12	20	7,1	0,828	49,68	4,14	15	0,768	18,49
2-4-9-13	13	10	4,5	0,52	31,2	2,4	25	0,46	19,57
6-5-10-9-8-12	23	22	7,2	0,856	51,36	2,22	27	0,796	18,09
3-8-9-10-5	21	22	7,2	0,856	51,36	2,46	24	0,796	18,09
6-5-4-9-13	16	16	7	0,78	46,8	2,94	20	0,72	19,4
7-8-3-4-5	14	18	7,5	0,84	50,4	3,6	17	0,78	19,23

#### 2.4. Організація пріоритету руху МПТ

При збільшенні інтенсивності транспортних потоків задача збільшення швидкості і безпеки на маршрутному транспорті стає особливо актуальною, разом з цим важко доступною. Рішення цієї задачі потребує визначення пріоритету маршрутним транспортним засобам.

Пріоритет руху МПТ забезпечують:

- правила дорожнього руху;
- введення окремої фази світлофорного регулювання;
- введення окремих заборон для інших транспортних засобів;
- виділення окремої смуги для руху МПТ.

Найбільш ефективним методом прискорення пропуску маршрутних транспортних засобів є виділення спеціальної смуги, по якій заборонено рух іншим транспортним засобам. Для цього можливо вилучення першого ряду руху, так і крайнього лівого ряду проїзної частини двостороннього руху.

Існують такі критерії виділення окремої смуги для МПТ:

1. Дорога повинна мати не менше трьох смуг руху в одному напрямку.
2. Інтенсивність руху транспортного потоку до виділення окремої смуги для МПТ не менш 400 авт./год. в середньому на одну смугу руху.
3. Інтенсивність руху транспортного потоку після виділення окремої смуги для МПТ не більше 900 авт./год. в середньому на одну смугу.
4. Інтенсивність руху МПТ не менше 50 од./год.

Попередньо розраховуємо інтенсивність та інтервал руху МПТ на всіх ділянках мережі та будуємо епюру інтенсивності на схемі транспортної мережі.

Інтенсивність руху однієї смуги ділянки після введення пріоритету розраховується за формулою:

$$N_{np}^{після} = \frac{N_{np}^{до} \cdot 3 - N_{МПТ} \cdot 2,5}{2}$$

де  $N_{np}^{після}$  –інтенсивність руху однієї смуги  $n$ -ї ділянки після введення окремої смуги для руху МПТ, авт./год.;

2,5–коефіцієнт зведення для МПТ.

$$N_{np}^{після} = \frac{498 \cdot 3 - 56 \cdot 2,5}{2} = 677 \text{ (авт./год.)}$$

Також визначаємо габаритну довжину зупиночних пунктів, користуючись наступними рекомендаціями. При інтенсивності руху МПТ  $N_{мпт} \leq 15$  од/год

достатня довжина зупинок:  $l_{зуп} = 15$  м – для одиночних автобусів та тролейбусів;

$l_{зуп} = 20$  м – для подвійних автобусів та тролейбусів. При інтенсивності руху

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

МПТ  $N_{мпт} > 15$  од/год достатня довжина зупинок:  $l_{зуп} = 35 - 40$  м – для одиночних автобусів та тролейбусів;  $l_{зуп} = 45$  м – для подвійних автобусів та тролейбусів.

Таблиця 2.7.

Дані по виконанню умов пріоритету руху МПТ

Ділян-ки мережі	Кіль-ть смуг руху	Інтенсив-ність руху МПТ	Інтенсивність руху на одну смугу		Габаритна довжина зупиночних пунктів	Виконання умов введення пріоритету
			до	після		
1-3	1	30	1099	-	35	ні
2-4	2	2	25	-	35	ні
3-1	1	30	1402	-	35	ні
3-4	3	32	209	-	35	ні
3-8	3	56	391	-	35	ні
4-2	2	25	78	-	35	ні
4-3	3	32	208	-	35	ні
4-5	3	52	258	-	45	ні
4-9	2	45	489	-	45	ні
5-4	3	52	272	-	45	ні
5-6	3	62	33	-	45	ні
5-10	2	51	164	-	35	ні
6-5	3	62	29	-	45	ні
7-8	1	36	1464	-	35	ні
8-3	3	56	498	677	35	так
8-7	1	36	1487	-	35	ні
8-9	3	70	669	916	35	ні
8-12	2	42	42	-	35	ні
9-4	2	45	614	-	45	ні
9-8	3	70	701	964	35	ні
9-10	3	70	440	573	35	так
9-13	1	45	1370	-	45	ні
10-5	2	51	209	-	35	ні
10-9	3	70	563	757	35	так
10-11	2	19	605	-	35	ні
11-10	2	19	708	-	35	ні
12-8	2	42	24	-	35	ні
12-13	2	15	27	-	35	ні
13-9	1	45	1338	-	45	ні
13-12	2	15	17	-	35	ні

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Організація пріоритету руху МПТ виконується лише для ділянок 8-3, 9-10 та 10-9. На інших ділянках не виконуються критерії виділення окремої смуги для МПТ.

Була розрахована пропускна можливість ділянок мережі з однією, двома та трьома смугами руху, яка складає 1200, 1800 та 2400 авт./год. відповідно. Визначені характеристики дорожнього руху для кожної ділянки транспортної мережі за напрямками, а саме інтенсивність, рівень завантаження дороги рухом, швидкість транспортного потоку, яка складає 42,583 км/год., щільність транспортних потоків на ділянках мережі.

Згідно з розрахунками та вимогами розміщення зупиночних пунктів були розташовані зупиночні пункти на схемі транспортної мережі. Також окремо розраховані характеристику руху міського пасажирського транспорту на маршрутах (час зворотнього рейсу, інтервал руху транспортних засобів на маршруті, інтенсивність руху, швидкість сполучення та час сполучення на маршруті) та побудована інтенсивність транспортних потоків на цих маршрутах.

Для збільшення швидкості і безпеки на маршрутному транспорті виділено пріоритет для трьох ділянок транспортної мережі (інші ділянки не потребують виділення пріоритету через невиконання певних критерій виділення окремої смуги для МПТ). Для цього розрахована інтенсивність руху однієї смуги, яка складає не менше 400 авт./год., та інтенсивність руху транспортних засобів після введення пріоритету, яка складає не більше 900 авт./год. Цим параметрам відповідають ділянки 8-3, 9-10 та 10-9.

У той час як реалізація заходів архітектурно-планувального характеру вимагає, крім значних капіталовкладень, досить великого періоду часу, організаційні заходи здатні призвести хоча й до тимчасового, але порівняно швидкого ефекту. У ряді випадків організаційні заходи виступають у ролі єдиного засобу для вирішення транспортної проблеми. Йдеться про організацію руху в історично сформованих старих кварталах міст, які часто є пам'ятками

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39



архітектури і не підлягають реконструкції. Крім того, розвиток УДС нерідко пов'язане з ліквідацією зелених насаджень, що не завжди є доцільним.

При реалізації заходів щодо організації руху особлива роль належить упровадженню технічних засобів: дорожніх знаків і дорожньої розмітки, засобів світлофорного регулювання, дорожніх огорожень і направляючих пристроїв. При цьому світлофорне регулювання є одним з основних засобів забезпечення безпеки руху на перехрестях. Кількість перехресть, обладнаних світлофорами, у найбільших містах світу з високим рівнем автомобілізації безупинно зростає і досягає в деяких випадках співвідношення: один світлофорний об'єкт на 1,5-2 тис. жителів міста. За останні роки в нашій країні і за кордоном інтенсивно ведуться роботи щодо створення складних автоматизованих систем з застосуванням керуючих ЕОМ, засобів автоматики, телемеханіки, диспетчерського зв'язку і телебачення для управління рухом у масштабах великого району або цілого міста. Досвід експлуатації таких систем переконливо свідчить про їх ефективність у вирішенні транспортної проблеми.

Вулично-дорожня мережа (КДС) - сукупність міських магістралей, доріг, вулиць, проїздів, включаючи основну проїжджу частину, газони, тротуари, зовнішнє освітлення та інші елементи благоустрою, а також дорожні покриття інженерних споруд (мостів, шляхопроводів, естакад, тунелів).

Утримання міських магістралей, доріг, вулиць та проїздів - це комплекс робіт, в результаті яких підтримується транспортно-експлуатаційний стан дороги, дорожніх споруд, смуги відводу, елементів облаштування дороги, організація дорожнього руху (ОДД), що відповідають вимогам нормативно-технічної документації.

Технічні засоби організації дорожнього руху (ТСОДД) є найважливішим елементом організації безпеки дорожнього руху (ОБДД), так як дозволяють реалізувати розроблені схеми ОДД і керувати дорожнім рухом. За призначенням вони поділяються на засоби, що безпосередньо впливають на транспортні і пішохідні потоки з метою формування їх необхідних параметрів (дорожня розмітка, дорожні знаки, світлофори) і засоби, що забезпечують

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

роботу засобів першої групи за заданим режимом (дорожні контролери, детектори транспорту, засоби обробки і передачі інформації, обладнання керуючих пунктів автоматизованих систем керування рухом (Приходить суд) і т. д.,

У першій частині курсової роботи використовується тільки перша група ТСОДД, а у другій і третій враховується і друга група ТСОДД.

Правильна організація дорожнього руху забезпечується за допомогою облаштування доріг ТСОДД.

Технічні засоби організації дорожнього руху:

- Дорожні знаки;
- Дорожні огороження;
- Світлофори дорожні;
- Штучна дорожня нерівність;
- Направляючі конуси;
- Направляючі стовпчики;

Дорожні знаки – засоби регулювання дорожнього руху у вигляді щитків певної форми, розмірів і забарвлення з нанесеними умовними зображеннями, знаками. Встановлюються на *автомобільних дорогах* і визначають обмеження та особливості організації руху на даній ділянці дороги, а також інформують учасників дорожнього руху про об'єкти, населених пунктах і небезпечних місцях, розташованих на шляху прямування. У відповідності з виконуваними функціями дорожні знаки поділяються на 8 груп: попереджувальні, пріоритету, заборонні, розпорядчі, особливих приписів, інформаційне, сервісу, додаткової інформації. Постійні дорожні знаки встановлюються на правій стороні дороги, за межами проїжджої частини, а знаки, що мають тимчасовий характер (ремонтні роботи, задимленість, ожеледь тощо), безпосередньо на проїжджій частині, на переносній стійці. Якщо вимоги постійного і тимчасового знаків перебувають у протиріччі, учасники дорожнього руху повинні керуватися вимогами тимчасового знака, що враховує особливості конкретної дорожньої обстановки. Всі знаки повинні бути висвітлені або покриті світлоповертаючими

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

матеріалами, що забезпечують їх впевнене розпізнання в темний час доби на відстані не менше 100 м. Якщо ж основні знаки можуть бути не замічені водіями, то над проїжджою частиною, на розділювальній смузі або на лівому боці дороги встановлюються дублюючі знаки.

Схема розміщення дорожніх знаків у населеному пункті та за містом повинна бути виконана у відповідності з ГОСТ Р 52289-2004 «Технічні засоби організації дорожнього руху, Правила застосування дорожніх знаків, розмітки, світлофорів, дорожніх огорожень і направляючих пристроїв.

При проектуванні використовуються відповідні дорожні знаки ГОСТ Р 52290-2004 «Технічні кошти організації дорожнього руху. Дорожні знаки. Загальні технічні вимоги».

Одним з найважливіших компонентів у проектуванні ОДД, є схема дорожньої розмітки на автомобільних дорогах будь-якої категорії, а також наземних і підземних паркінгах.

Схема дорожньої розмітки повинна бути виконана у відповідності з ГОСТ Р 51256-99 «Розмітка дорожня. Типи та основні параметри. Загальні технічні вимоги». Цей стандарт установлює форму, колір, розміри і технічні вимоги до розмітки споруджуваних і експлуатованих вулиць і доріг незалежно від їх відомчої приналежності.

Дорожні огорожі - пристрої, що відносяться до технічних засобів організації дорожнього руху відповідно до ГОСТ Р 52289.

Дорожні утримуючі огорожі: Пристрої, призначені для запобігання з'їзду транспортного засобу із земляного полотна дороги і мостового споруди (мости, шляхопроводи, естакади тощо), переїзду через розділову смугу, зіткнення із зустрічним транспортним засобом, наїзд на масивні перешкоди і споруди, розташовані на розділовій смузі, узбіччях і в смузі відводу дороги (утримання автомобіля), а також пристрої, призначені для запобігання падіння пішоходів з мостового споруди земляного полотна дороги (для пішоходів).

Дорожні огорожі: Пристрої, призначені для упорядкування руху пішоходів (обмежувального огороження для пішоходів) і запобігання виходу

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

тварин на проїжджу частину або в смугу відведення дороги (обмежувального огороження для тварин).

Докласифікація (огорожі): Система супідрядних понять в області дорожніх огорожень, яка використовується для встановлення зв'язків між цими поняттями.

Основною класифікаційною ознакою, що дозволяє відносити дорожні огороження до того чи іншого класу (підкласу), є призначення огорож.

Крім того, використовують ознаки:

- розташування огорожі (визначає групи і підгрупи);
- принцип роботи огорожі (визначає тип конструкції дорожнього огороження);
- різновиди за конструктивним виконанням (визначають види конструкцій).

За призначенням дорожні огороження підрозділяють на два класи - утримуючі (для автомобілів і пішоходів) і обмежують (для пішоходів і тварин).

Дорожні утримуючі огорожі для автомобілів поділяють на два підкласи за призначенням - бічні і фронтальні.

Бічні огороження утримують автомобіль і коригують його траєкторію руху при бічному ударі під гострим кутом до осі огорожі.

Фронтальні огорожі утримують автомобіль і гасять енергію руху автомобіля при ударі як збоку, так і в торець огорожі під кутом, близьким до 90.

За умовами розташування дорожні огороження підрозділяють на групи (підгрупи).

Бічні утримуючі огорожі для автомобілів поділяють на дві групи за умовами їх розташування - дорожні та мостові, кожна з яких складається з підгруп:

- одностороннє огорожу, утримує автомобіль, удар якого об огороження може бути, з одного боку, встановлюють по бічних сторонах дороги або розділювальної смуги;

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

- двостороннє огорожу, утримує автомобіль, удар якого об огороження може бути з двох сторін, встановлюють по осі розділової смуги.

Фронтальні утримуючі огорожі для автомобілів також поділяють на дві групи за умовами їх розташування - дорожні та мостові, кожна з яких складається з підгруп:

- одностороннє огорожу, утримуюче автомобілі, що рухаються перед ударом по смугах одного напрямку руху, встановлюють при поділі потоку автомобілів;
- двосторонні огорожі, утримують автомобілі, що рухаються перед ударом по смугах різного напрямку руху, встановлюють на початку і в кінці розділової смуги.

Дорожні утримуючі огороження для пішоходів поділяють на дві групи за умовами їх розташування:

- дорожні, що встановлюються на краю узбіччя;
- мостові, що встановлюються на краю тротуарів мостових споруд.

Огороження для пішоходів повинні утримувати пішохода від падіння у захищену зону і бути розраховані на вплив, встановлений ГОСТ Р 52289.

Дорожні обмежують огороження для пішоходів підрозділяють за умовами їх розташування на чотири групи:

- група 1 - розташовуються вздовж тротуарів і бічній розділювальній смуги;
- група 2 - наявні у надземних або підземних переходах;
- група 3 - розташовувані на газонах та інших майданчиках, які необхідно захистити від ушкоджень пішоходами;
- група 4 - наявні у опор шляхопроводів, опор інформаційно-вказівних знаків, а також біля опор ліній електропередач з метою виключення потрапляння людини в небезпечну зону.

Дорожні обмежують огорожі для тварин підрозділяють за умовами їх розташування на дві групи:

					РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

- група 1 - огорожі, розташовувані на кордоні смуги відводу вздовж дороги;
- група 2 - огорожі, що розташовуються перед проходами і в спеціальних проходах для тварин під дорогами (скотопрогонах).

За принципом роботи дорожні утримуючі огорожі підрозділяють на типи:

Тип 1 - бічні огороження для автомобілів:

- бар'єрні (енергія удару гаситься за рахунок пружно-пластичній деформації матеріалу елементів - стійок і балок, консолей та ін);
- бордюрні (енергія удару гаситься за рахунок опору коліс і підвіски автомобіля, що забезпечує корекцію траєкторії руху);
- парпетні (енергія удару гаситься за рахунок підйому коліс, зменшує перекидаючий момент, і тертя частин автомобіля об огорожу),
- тросові (енергія удару гаситься за рахунок натягу і прогину тросів);
- комбіновані конструкції, принцип гасіння енергії якими є комбінацією принципів, згаданих вище;

Тип 2 - інші типи конструкцій з іншими принципами гасіння енергії;

Тип 3 - фронтальні огорожі для автомобілів:

- телескопічні (енергія удару гаситься, в основному, за рахунок тертя при входженні одних елементів конструкцій в інші);
- упругопластические (енергія удару гаситься, в основному, за рахунок пружних, еластичних і упругопластических деформацій матеріалу);
- наливні (енергія удару гаситься за рахунок опору ємностей з водою або іншим рідким або в'язким речовиною);
- комбіновані конструкції, що є комбінацією типів, згаданих вище;
- інші типи конструкцій;

Тип 4 - утримуючі огороження для пішоходів:

- парпетні перила (деформуються конструкції);
- бар'єрні перила (зовнішнє розрахункове вплив викликає пружні деформації елементів конструкції - стійок, поручня, заповнення та ін);

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

- стійкові перила (зовнішнє розрахункове вплив викликає, в основному, пружні деформації стійок);
- комбіновані конструкції;
- інші типи конструкцій.

*За принципом роботи* дорожні обмежувачі огорожі підрозділяють на типи:

- обмежувачі огороження для пішоходів:
- напрямні, які вказують напрямок руху пішоходів,
- захисні, захищають територію від пошкодження пішоходами, попереджають пішоходів про небезпеку;
- обмежувачі огорожі для тварин:
- відлякуючого дії (світлові, звукові),
- є перешкодою і представляють механічний спосіб захисту від тварин (стілки, огорожі та інші перешкоди).

Обмежувачі конструкції найчастіше виконують у вигляді щитів, сіток, бар'єрів і т. д.

Світлофори дорожні призначені для почергового пропуску учасників руху через визначену ділянку вулично-дорожньої мережі (УДС), а також для позначення небезпечних ділянок доріг. У залежності від умов світлофори дорожні застосовуються для керування рухом у визначених напрямках чи по окремих смугах даного напрямку:

- у місцях, де зустрічаються конфліктні транспортні, а також транспортні і пішохідні потоки (перехрестя, пішохідні переходи);
- по смугах, де напрямок руху може змінюватися на протилежний;
- на залізничних переїздах, розвідних мостах, причалах, поромах, переправах;
- при виїздах автомобілів спецслужб на дороги з інтенсивним рухом;
- для управління рухом маршрутних транспортних засобів.

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Відповідно з ГОСТ Р 52282-2004 «Світлофори дорожні. Типи та основні параметри. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань» світлофори діляться на дві групи: Т - транспортні і П - пішохідні.

Світлофори дорожні встановлюють на колонках, кронштейнах, що прикріплюються до існуючих опор або стін будівлі, на спеціальних консольних опорах і тросах-розтяжках. Для запобігання наїзду на опори їх розташовують за межами проїзної частини або захищають дорожніми огороженнями.

Перехрестя або частину вулиці, які обслуговуються кількома світлофорами називається світлофорним об'єктом.

Схема розстановки світлофорів виконується у відповідності з ГОСТ 52289-2004 «Правила застосування дорожніх знаків, розмітки, світлофорів, дорожніх огорожень і направляючих пристроїв.

Штучна дорожня нерівність представляє з себе штучне піднесення дороги, призначений для того, щоб водії автомобілів скидали швидкість на даній ділянці дороги. Дуже часто штучні дорожні нерівності можна побачити біля шкіл, дитячих майданчиків та інших місць, де можуть вибігти на дорогу діти. «Лежачий поліцейський» може бути встановлений і там, де присутні небезпечні повороти або інші місця з підвищеною ймовірністю виникнення дорожньо-транспортних пригод (ДТП).

Штучна дорожня нерівність найчастіше виконана з гуми, стійкої до механічного стирання і впливу хімічних елементів, присутніх на дорогах в зимовий час. Кріплення ИДН до дорожнього покриття здійснюється за допомогою анкерних болтів через отвори, армовані металевими шайбами. Розходження по висоті залежить від того, на скільки безпечно дане місце. Чим більше слід сповільнити потік машин, тим штучні дорожні нерівності роблять вище.

Направляючі конуси відносяться до огорожувальних засобів і є необхідним елементом організації руху на ділянках дорожніх робіт. Легко зрушуються при наїзді на них автомобілів, стійкі до перекидання повітряним потоком, створюваним проїжджаючими ТЗ.

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47



Направляючі стовпчики призначені для забезпечення видимості кордонів узбіч і небезпечних перешкод в темний час доби і при несприятливих метеорологічних умовах. Направляючі стовпчики встановлюють на автомобільних дорогах без штучного освітлення, коли не вимагається застосування бар'єрних огорожень.

Сигнальні стовпчики дорожні використовуються при облаштуванні доріг для зорового орієнтування учасників дорожнього руху, позначення майданчиків прибудинкових стоянок в інвестиційному будівництві житлових і комерційних об'єктів.

Гнучкі стовпчики застосовуються в місцях поділу смуги руху спільно з дорожньою розміткою, перед початком дорожнього огороження у місцях зниження інтенсивності руху на кільцевих розв'язках, в аеропортах, на перетинах доріг, для організації руху на парковках, у торгових центрів.

Гнучкі стовпчики, дозволяють уникнути аварійних ситуацій при наїзді на них автомобілем. Після наїзду, стовпчики повернуться у вихідне положення, а значить, не потрібно їх заміна, як якщо б це було у випадку жорстких конструкцій.

Катафоти дорожні світлодіодні - призначені для нанесення на асфальтобетонне або цементобетонне дорожнє покриття з метою підвищення видимості смуг руху в темний час доби.

Послідовність розміщення дорожніх знаків. При розробці схеми розміщення дорожніх знаків необхідно враховувати схему транспортних зв'язків, зокрема транзитних, в цілому по регіону (населеного пункту) і прийняту схему організації в цілому по дорозі, району, населеного пункту і т. п. При цьому повинна враховуватися можливість використання для організації руху світлофорів, дорожньої розмітки, дорожніх огорожень і направляючих пристроїв. Тому вибір виду знака та схеми розміщення знаків слід виконувати з урахуванням інженерного обладнання дороги.

Роботу по складанню схеми розміщення дорожніх знаків рекомендується виконувати в кілька етапів:

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

1) Забезпечення інформацією водія на всьому маршруті проходження і розташування зон обслуговування руху.

2) Виділення ділянок з характерними умовами руху, детальний аналіз транспортно-експлуатаційних характеристик ділянок, складання попередньої схеми розміщення знаків.

3) Уточнення видів знаків та місць їх розташування на сполученнях : суміжних ділянок, вишукування можливостей зменшення кількості знаків, оцінка необхідності обмеження швидкостей по всій дорозі, вибір типорозміру знаків, місць установки і зон дії, усунення знаків з суперечливою інформацією, корекція попередньої схеми розміщення знаків.

На першому етапі роботи завдання полягає в розміщенні по всій довжині дороги інформаційно-вказівних знаків і знаків сервісу, що інформують водіїв про основні напрями руху, протяжності дороги, розташуванні та найменування пунктів маршруту. У відповідності з умовами застосування розташовують на схемі кілометрові знаки, номери маршрутів, знаки з назвами населених пунктів, річок, перевалів, через які проходить дорога, знаки напрямку руху до пунктів прямування, розташованим в стороні від дороги (населених пунктів, залізничних станцій, переправ, елеваторам, пристаням, річковим і морським портам, міських об'єктів тощо). При цьому враховують необхідність повторення написів на національній мові, а па дорогах, по яких заплановано відкрити рух іноземних туристів, повторення написів, виконаних латинськими літерами, передають вимова назв на національному мові. На всіх дорогах під'їзди до визначних пам'яток і пункти обслуговування руху повинні бути позначені знаками. На цьому етапі орієнтовно намічають розташування та утримання зображень попередніх покажчиків напрямків і відстаней, враховуючи необхідність інформування в першу чергу приїжджих водіїв, не знайомих з дорогою, а також встановлюючи перевагу в русі транспортних засобів на перехрестях.

На другому етапі роботи умовно поділяють всю дорогу на дві групи ділянок: населені пункти і перегони. Потім в межах кожної ділянки виділяють

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

наступні елементи: перехрестя, мости, шляхопроводи, тунелі залізничні переїзди, горизонтальні і вертикальні криві, звуження, підйоми, спуски прямі ділянки, придорожні комплекси обслуговування, майданчики відпочинку, автобусні зупинки, стоянки, місця жвавого пішохідного руху. Деякі елементи можуть бути проаналізовані спільно. Для кожного елемента або їх групи складають

докладну схему інженерного обладнання дороги.

В межах кожного елемента або групи елементів слід виділити конфліктні зони, де часто відбуваються зміни швидкості або затори автомобілів:

- зони жвавого пішохідного і велосипедного руху вздовж проїжджої частини або поперек неї і зони можливого скупчення людей;

- автобусні зупинки, місця, короткочасної зупинки і тривалої стоянки автомобілів; ділянки, де часто відбуваються обгони і зміна смуг руху; зони перетину, розгалуження і злиття транспортних потоків, розворот автомобілів і зміни траєкторій руху; зони, в яких різко змінюється швидкість вільного руху; зони, де різко зменшується швидкість потоків автомобілів з-за підвищеної щільності руху або наявності в потоці повільно рухомих тракторів, гужових возів, сільськогосподарських машин;

- зони, в яких ширина проїзної частини, число смуг, габарити висоти або допустиме навантаження від маси автомобілів менше, ніж на суміжних ділянках;

- зони з обмеженою видимістю в плані і профілі;

- зони, в яких виникають густі тумани, ожеледь, сильний боковий вітер, нерівності покриття, з'являється небезпека падіння каміння, виходу тварин на дорогу;

- зони зі світлофорним регулюванням, одностороннім рухом, з організацією пріоритетного руху громадського пасажирського транспорту, реверсивним рухом і т. п.

Виявивши конфліктні зони на небезпечних ділянках, слід вжити заходів щодо встановлення причин, що породжують цю небезпеку. Детально

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

проаналізувавши умови руху та статистичні дані про дорожньо-транспортних пригодах на ділянках і в окремих зонах, оцінюють необхідність використання різних знаків і наносять їх на схему розстановки знаків. Особливо відзначають ділянки, де необхідно: встановлювати пріоритет в русі; заборонити обгони, зупинку або стоянку, обмежити швидкість руху; обмежити рух окремих видів транспортних засобів; заборонити рух в окремих напрямках; перерозподілити на перехрестях по смугах проїзної частини потоки транспортних засобів, що прямують в різних напрямках; ввести тимчасові обмеження в окремі періоди року, дні тижня, години доби і т. п.

На третьому етапі уточнюють види знаків, вибирають їх розміри, місця розташування на дорозі, вивчають можливість скорочення кількості знаків без шкоди для зручності і безпеки руху, оцінюють необхідність обмеження швидкості на ділянках великої довжини і коректують схему розстановки знаків. Підсумковим офіційним документом, який затверджується ГИБДД у відповідності з адміністративним підпорядкуванням дороги, є схема дислокації дорожніх знаків для кожної автомобільної дороги, що зберігається в Управліннях автомобільних доріг і ГИБДД.

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

## ВИСНОВКИ

Розроблений загальний алгоритм підвищення транспортних властивостей регульованих перетинів на вуличній дорожній мережі (ВДМ) міста визначає місце застосування сучасної моделі потоку насичення, що встановлюється з урахуванням геометричних характеристик перетинів і сучасного складу транспортних потоків, в існуючих методах оцінки і підвищення споживчих властивостей перехресть на ВДМ міста.

Виконано аналіз математичної моделі для оцінки величини потоку насичення на смугах прямого напрямку руху в залежності від ширини смуги руху і складу транспортного потоку. Це дозволяє істотно уточнити розрахункові показники, що характеризують транспортні властивості перехрестя. Так використання при проектуванні перехрестя отриманих за допомогою цієї моделі значень потоку насичення дозволяє скоротити величину затримок на перехресті на 15%.

Економічна оцінка використання запропонованих рекомендацій, в поєднанні зі зміною геометричних параметрів перехрестя, показує, що їх впровадження на одному перехресті дозволяє скоротити середні затримки до 84%, що дає щорічний ефект при середньорічній інтенсивності руху 88050 авт. / добу і 17 смугах руху 28 , 3 млн. грн.

В роботі була розрахована пропускна можливість ділянок мережі з однією, двома та трьома смугами руху, яка складає 1200, 1800 та 2400 авт./год. відповідно. Визначені характеристики дорожнього руху для кожної ділянки транспортної мережі за напрямками, а саме інтенсивність, рівень завантаження дороги рухом, швидкість транспортного потоку, яка складає 42,583 км/год., щільність транспортних потоків на ділянках мережі. Згідно з розрахунками та вимогами розміщення зупиночних пунктів були розташовані зупиночні пункти на схемі транспортної мережі.

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения. - М.: Транспорт, 1992.
2. Хомяк Я.В. Организация дорожного движения. - К.: Вища школа, 1986.
3. Коноплянко В.И. Организация и безопасность дорожного движения. - М.: Транспорт, 1991.
4. Самойлов Д.С. Городской транспорт. - М.: Стройиздат, 1983.
5. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог: Учебник для ВУЗов. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1987.
6. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения: Справочник. Пер. с англ. / В.У. Рэнкин, С. Халберт и др. - М.: Транспорт, 1981.
7. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов. - М.: Транспорт, 1990.
8. Руководство по проектированию городских улиц и дорог [Текст], М., Стройиздат., 1980. – 137 с.
9. Руководство по регулированию дорожного движения в городах [Текст], М., Стройиздат., 1974 – 97 с. (М-во внутренних дел СССР, М-во жил.- коммун. Хоз-ва РСФСР).
10. Цариков, А. А. Развитие методов расчета регулируемых узлов на улично-дорожной сети города, Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук А. А. Цариков. Екатеринбург, 2010.
11. Boltze, M., K. W. Axhausen: Modelle zur Optimierung der Lichtsignalsteuerung, Teilentwurf, das Forum Optimierungmodelle, 1990.
12. Hoffmann, S., Die neuen Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt 06), Tagung der Fachgruppe Verkehr und Vermessung im Verband Beratender Ingenieure am 18. April in Wiesbaden, 2008.
13. Hoyer, R., Vorlesung Grundlagen der Verkehrstechnik, Fachgebiet Verkehrstechnik und Transportlogistik, Universität Kassel, 2007.
14. Highway Capacity Manual (HCM 2000). TRB, National Research Council, Washington,D.C., 2000.

					<i>РКБ.ОПАТ-19з.313.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53